

**UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA**

**Las analogías en el proceso enseñanza – aprendizaje  
de las ciencias de la naturaleza**

**Autor: González González, Benigno Martín**

**Directores: José Fernández González,  
Teodomiro Moreno Jiménez  
y Salvador Quintero Rodríguez**

**Departamento de Didácticas Especiales**



***A Eva, por acompañarme durante  
todo el viaje.***

***A mis padres, por las expectativas e ilusión  
que muestran diariamente.***



## **AGRADECIMIENTOS**

Un reconocimiento especial a D. José Fernández González, mi director, por el interés y la dedicación que ha mostrado en la conducción de este trabajo, por el tiempo que ha brindado en orientarme, por sus valiosas aportaciones de cara a mi formación.

A D. Teodomiro Moreno Jiménez, mi codirector, a quien tengo que agradecer el interés, la ayuda, la esperanza depositada y la elección de las analogías como tema de investigación.

Al todos los miembros del Grupo Blas Cabrera Felipe ( GITEP ) del Centro Superior de Educación de la Universidad de la Laguna, sin cuya ayuda y apoyo no hubiese sido posible realizar este trabajo.

Al Centro de Investigación y Documentación Educativa (C.I.D.E.) de la Biblioteca del M.E.C., Negociado de Fotodocumentación, por la colaboración amistosa y desinteresada durante la búsqueda bibliográfica.

A Mercedes Isac Martínez de Carvajal, Teresa Rodríguez Blázquez y Ana García Rivero, de la Sección de Coordinación de la Biblioteca General y de Humanidades de la ULL, por el apoyo y orientación durante la búsqueda bibliográfica.

Benigno M. González González  
La Laguna, Marzo de 2002



# ÍNDICE

## INTRODUCCIÓN

Introducción.....	1
-------------------	---

## I. MARCO REFERENCIAL Y TEÓRICO: Generalidades

<b>I.1. Analogías y enseñanza-aprendizaje de las Ciencias.....</b>	<b>21</b>
<b>I.1.1. Analogías en los libros de texto .....</b>	<b>24</b>
<b>I.1.2. Analogías utilizadas por el profesor en el aula.....</b>	<b>51</b>
<b>I.1.3. Analogías generadas por los alumnos.....</b>	<b>62</b>
<b>I.1.4. Diferentes tipos de analogías.....</b>	<b>77</b>
I.1.4.1. Analogías múltiples.....	77
I.1.4.2. Analogías pictóricas.....	78
I.1.4.3. Analogías puente.....	89
<b>I.1.5. Aspectos didácticos de las analogías.....</b>	<b>91</b>
I.1.5.1. Estrategias para la enseñanza.....	95
I.1.5.2. Analogías y aprendizaje.....	105
I.1.5.3. Modelos de enseñanza con analogías.....	112
I.1.5.4. Recomendaciones para el profesor.....	119
<b>I.2. Razonamiento analógico. Componentes y factores del razonamiento analógico.....</b>	<b>127</b>
<b>I.2.1. Razonamiento analógico.....</b>	<b>129</b>
<b>I.2.2. Analogías de formato proporcional. Teoría componencial.....</b>	<b>131</b>
<b>I.2.3. Teoría sintáctica o teoría de extrapolación estructural.....</b>	<b>134</b>
I.2.3.1. Aspectos preliminares de la teoría de extrapolación estructural.....	135
I.2.3.2. Extrapolación estructural: bases de interpretación de la analogía.....	137
I.2.3.3. Predicados de orden superior y sistematicidad.....	141
I.2.3.4. Otras aportaciones a la teoría de extrapolación estructural.....	146
<b>I.2.4. Teoría de las restricciones múltiples (teoría restrictiva de la analogía).....</b>	<b>149</b>
<b>I.2.5. Otras restricciones a la teoría de extrapolación estructural.....</b>	<b>157</b>
<b>I.2.6. Sumario.....</b>	<b>158</b>
<b>I.3. La transferencia analógica.....</b>	<b>161</b>
<b>I.3.1. Semejanza compartida y transferencia analógica.....</b>	<b>164</b>
<b>I.3.2. Recuperación del análogo.....</b>	<b>167</b>
<b>I.3.3. Extrapolación.....</b>	<b>170</b>
<b>I.3.4. Nivel de conocimientos y transferencia analógica.....</b>	<b>170</b>
<b>I.4. Razonamiento analógico y cambio conceptual.....</b>	<b>179</b>
<b>I.4.1. Pautas de enseñanza para promover el cambio conceptual.....</b>	<b>181</b>
<b>I.4.2. Consideraciones teóricas.....</b>	<b>185</b>
<b>I.4.3. Cambio conceptual y analogías.....</b>	<b>189</b>
<b>I.5. Modelos de comprensión. Modelos analógicos.....</b>	<b>191</b>
<b>I.5.1. Clasificación de los modelos de comprensión.....</b>	<b>193</b>
I.5.1.1. Modelos a escala.....	194
I.5.1.2. Modelos analógicos.....	195
I.5.1.3. Modelos matemáticos.....	197
I.5.1.4. Modelos teóricos.....	198
I.5.1.5. El modelo "arquetipo".....	200
I.5.1.6. Fórmulas químicas.....	201
I.5.1.7. Mapas y diagramas.....	201
<b>I.5.2. El uso de los modelos en la enseñanza de la ciencia.....</b>	<b>201</b>

II

**II. MARCO REFERENCIAL Y TEÓRICO: Analogías, importancia y significado**

<b>II. Analogías, importancia y significado</b> .....	<b>205</b>
<b>II.1. Comparaciones</b> .....	<b>207</b>
<b>II.2. Definición de analogía</b> .....	<b>209</b>
<b>II.3. Razonamiento analógico</b> .....	<b>219</b>
II.3.1. Razonamiento analógico y comparaciones relevantes.....	<b>222</b>
<b>II.4. Efectividad de las analogías</b> .....	<b>225</b>
<b>II.5. Analogías y otros tipos de comparaciones</b> .....	<b>227</b>
<b>II.6. Criterios de clasificación de las analogías</b> .....	<b>235</b>
II.6.1. Localización.....	<b>237</b>
II.6.2. Formato de presentación.....	<b>240</b>
II.6.3. Orientación analógica.....	<b>255</b>
II.6.4. Posición del análogo respecto al tópico.....	<b>257</b>
II.6.5. Nivel de abstracción.....	<b>257</b>
II.6.6. Relación analógica.....	<b>263</b>
II.6.7. Nivel de enriquecimiento.....	<b>273</b>
II.6.8. Analogías múltiples.....	<b>280</b>
<b>II.7. Aspectos didácticos de las analogías</b> .....	<b>281</b>

**III. OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN. HIPÓTESIS Y LÍMITES**

<b>III. Objeto de la investigación. Hipótesis y límites</b> .....	<b>289</b>
-------------------------------------------------------------------	------------

**IV. METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>IV. Metodología y diseño de la investigación</b> .....	<b>295</b>
<b>IV.1. Metodología de investigación</b> .....	<b>297</b>
<b>IV.2. Instrumentos y técnicas de recogida de información</b> .....	<b>298</b>

**V. PLANTEAMIENTO BÁSICO**

<b>V. Planteamiento básico</b> .....	<b>301</b>
<b>V.1. Introducción a un posicionamiento</b> .....	<b>303</b>
<b>V.2. Concepción de analogía</b> .....	<b>303</b>
<b>V.3. Estructura de una analogía</b> .....	<b>308</b>
<b>V.4. Proceso analógico de enseñanza-aprendizaje</b> .....	<b>316</b>
<b>V.5. Análisis comparativo de las definiciones de distintos autores en relación con el planteamiento de analogía</b> .....	<b>321</b>
<b>V.6. Analogías y otros tipos de comparaciones</b> .....	<b>324</b>
<b>V.7. Criterios de clasificación de las analogías</b> .....	<b>328</b>
V.7.1. Localización.....	<b>328</b>
V.7.2. Formato de presentación.....	<b>329</b>
V.7.3. Orientación analógica.....	<b>333</b>
V.7.4. Posición del análogo respecto al tópico.....	<b>334</b>
V.7.5. Nivel de abstracción.....	<b>335</b>
V.7.6. Relación analógica.....	<b>338</b>
V.7.7. Nivel de enriquecimiento.....	<b>341</b>
V.7.8. Analogías múltiples.....	<b>345</b>
<b>V.8. Recomendaciones</b> .....	<b>346</b>



III

**VI. DATOS EXPERIMENTALES Y RESULTADOS**

**VI. Tablas de las analogías en los libros de texto..... 351**

**VII. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS**

**VII. Análisis de las analogías en los libros de texto..... 397**  
**VII.1. Análisis de la distribución de las analogías..... 404**  
**VII.2. Análisis de la naturaleza de las analogías..... 439**  
VII.2.1. Distribución de las analogías según su localización en la U.D. .... 440  
VII.2.2. Distribución de las analogías según su formato de presentación..... 446  
VII.2.3. Distribución de las analogías según la orientación..... 467  
VII.2.4. Distribución de las analogías según la posición..... 485  
VII.2.5. Distribución de las analogías según la condición o nivel de abstracción ..... 502  
VII.2.6. Distribución de las analogías según la relación analógica..... 522  
VII.2.7. Distribución de las analogías según el nivel de enriquecimiento..... 541  
VII.2.8. Analogías múltiples..... 564

**CONCLUSIONES**

**Conclusiones ..... 565**

**APÉNDICES**

**Apéndices ..... 599**

**BIBLIOGRAFÍA**

**Bibliografía ..... 635**





# **INTRODUCCIÓN**

Nuestra vida cotidiana, científica y escolar está impregnada por los modelos como vía que facilita la comprensión y el entendimiento de los mensajes que se reciben desde los diferentes campos. Especial importancia adquieren los modelos en la Didáctica de las Ciencias (Fernández J. y colb., 2001).

Con mucha frecuencia se dice que una de las bases del éxito del proceso de enseñanza-aprendizaje en ciencias puede radicar en saber relacionar suficientemente los conceptos y contenidos abstractos con la realidad concreta y cotidiana. A partir de las investigaciones en psicología y en ciencia cognitiva se sabe que apropiarse de cualquier aspecto de la realidad supone representárselo, es decir, construir un modelo mental de esa realidad (Izquierdo, 1999).

Se aprende ciencia cuando ese modelo mental, también denominado modelo del sentido común, va transformándose en modelo científico. Los modelos del sentido común se construyen a partir de la experiencia cotidiana en el mundo natural y de las interacciones sociales. Los modelos científicos se construyen mediante la acción conjunta de la comunidad científica, que tiene a disposición de sus miembros herramientas poderosas para representar aspectos de la realidad. El científico se sirve de ellos para explicar, interpretar y comunicar la realidad (Galagovsky y Adúriz, 2001).

Los modelos científicos suelen tener un nivel de abstracción alto debido al , también alto, grado de formalización. Este hecho hace que, muchas veces, los alumnos encuentren dificultad en la comprensión de los conceptos científicos.

Aprender ciencias requiere, por tanto, reconstruir en el aula los conceptos científicos. El modelo analógico o analogía puede posibilitar esta construcción, ya que favorece la visualización de los conceptos científicos, conceptos que en la mayoría de los casos son abstractos.

Por otro lado, los científicos emplean frecuentemente las analogías a la hora de elaborar y presentar sus teorías y comunicarlas a otros dentro de su misma comunidad, y su uso constituye una actividad espontánea de las personas cuando se quiere dar sentido a lo desconocido (Clement, 1987).

Dado este reconocido papel de las analogías en la construcción y desarrollo del conocimiento científico, así como en su posterior comunicación, el grupo de trabajo en el que se ha llevado a cabo esta investigación ha considerado el estudio de las analogías como una investigación relevante.

En esta investigación las analogías son fundamentales en el proceso enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Esta premisa ha despertado el interés por diseñar un método comprensivo de enseñanza-aprendizaje que pueda mejorar la contribución al mismo de las analogías, y el interés por identificar y analizar las analogías presentes en los libros de texto de Enseñanza Secundaria de nuestro país.

La revisión bibliográfica llevada a cabo muestra que son numerosos los autores que en los últimos años se han ocupado del papel de las analogías en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Los estudios de aula de Dupin y Johsua (1989) y Treagust y colb. (1996), usando grupos control y experimentales, demuestran que los estudiantes en cuya enseñanza está presente la analogía obtienen mejores resultados en los tests y entrevistas.

Sin embargo, se han realizado pocos estudios de campo acerca del uso de las analogías en el aula por los profesores y por los alumnos, y sobre la presencia de las analogías en los libros de texto. También son escasos los estudios que se han llevado a cabo para investigar la influencia de las analogías en el cambio conceptual.

## **El uso de los modelos en la Didáctica de las Ciencias**

- Función de los modelos

La palabra "modelo" se usa de diferentes formas en la vida cotidiana. Así "un/a modelo" es una persona atractiva y de tipo impresionante, mientras que una "casa modelo" representa un ideal para ser deseado, y un "coche de modelismo" es un juguete para los niños.

Igualmente variados son los significados en la vida académica. Existen diferentes tipos y usos de modelos en la ciencia y la enseñanza de la ciencia. Gilbert (1977) asevera que el mal uso de los modelos en la enseñanza de la ciencia puede inducir a malentendidos en los alumnos, tanto en los modelos como en los conceptos representados, lo que puede contribuir a fracasos académicos posteriores.

Los modelos constituyen instrumentos "para sugerir nuevas ideas y hacerlas inteligibles" (Posner y colb.,1982). En la misma línea, Osborne y Freyberg (1985) sugieren que las analogías son una herramienta que los profesores podrían usar, además de la experimentación y la demostración, para acrecentar la inteligibilidad y plausibilidad de las explicaciones.

Holton (1984) señala que los modelos actúan algunas veces como un medio para la transferencia de significados a través de la discontinuidad, de la misma forma que un puente o un bote son el medio para transportar a una persona a través de un río, o, en otros casos, como una herramienta más activa de metamorfosis, como una reestructuración de una porción de las visiones globales.

El uso de modelos como "técnicas de abstracción" ha jugado un papel central en la construcción de nuevas representaciones científicas y en la comunicación de las mismas a otros dentro de la comunidad científica. Dado este reconocido papel de los modelos en el desarrollo del conocimiento científico, uno se cuestiona hasta que punto los modelos son fundamentales en el aprendizaje científico para la construcción del conocimiento (Dagher, 1994).

- ¿Cómo se usan los modelos en las Ciencias?

Kac (1969) sugiere que los modelos en ciencia "son, en la mayor parte, caricaturas de la realidad" . Pero si son buenas caricaturas

retratan en parte, quizás de una forma distorsionada, algunos de los rasgos del mundo real.

Apunta que los modelos científicos se desarrollan por dos importantes razones, para responder de los fenómenos observados y para aclarar puntos de la teoría delicados o difíciles. En ambos casos, los modelos ocupan una posición intermedia entre la realidad observada y la teoría.

El principal papel de los modelos (Gilbert y Osborne, 1980) no es tanto que expliquen o predigan -aunque últimamente esas son las principales funciones de la ciencia- como polarizar el pensamiento y proponer cuestiones agudas.

Los modelos tienen su papel en relación al progreso de la ciencia, ya que:

1. Los modelos facilitan una versión simplificada de un fenómeno producido y por lo tanto concentran la atención sobre los rasgos especiales de dicho fenómeno.
2. Estimulan la investigación, sustentando visualizaciones de un fenómeno y proyecciones imaginativas.

Un científico desarrolla un "modelo mental" de un aspecto de la realidad de manera muy variada (Gilbert y Osborne, 1980):

1. Desde el conocimiento de la teoría se crea el modelo, de una forma sencilla y esquemática, para comunicarlo a los demás.
2. Desde las situaciones experimentales del contacto directo de la realidad se busca una imagen simplificada.
3. Gracias al aprendizaje de los modelos de otros científicos.

El hecho de que sea un proceso mental, psicológico, explica su similitud con otras formas de comunicación entre personas (profesor – alumno) como es el caso de la cinematografía. Esta es la idea del profesor Balló de Comunicación Audiovisual de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona (Balló, J., 2000).

Considera que el cine utiliza determinados motivos visuales que son muy parecidos a los que se utilizan en la enseñanza con analogías: "imágenes que aparecen repetidamente en filmes diferentes y que, gracias a su disposición visual, dan una información emotiva que el

espectador sabe descifrar y complementar". Esto significa que sólo viendo la composición visual de un segmento de un filme entendemos perfectamente lo que pasa, lo que piensan los protagonistas, su estado de ánimo.

De igual manera en la docencia, comparando la trama o relación de lo que se quiere explicar (tópico) con algo análogo, los alumnos entienden muchas más cosas que las explicadas. El visionador cinematográfico y el alumno actúan más como un conocedor que razona y deduce que como un espectador.

"Es como si funcionara un contrato de inteligencia entre el director/profesor y el visionador/alumno", "un contrato que permite al director/profesor omitir parte de lo que va a contar y deja al visionador/alumno que ponga lo que falta". Se tiene que ver lo que pasa a través de los ojos del visionador/alumno.

- ¿Cómo se usan los modelos en la enseñanza de las Ciencias?

Gilbert y Osborne respaldan que el rango de los tipos de modelos y ejemplos que se utilizan cuando se enseñan contenidos científicos debe estar limitado por el desarrollo intelectual del alumno, de acuerdo con la edad, según la teoría de Piaget. El uso de modelos a escala, modelos similares o analogías simples parece ampliamente justificado, mientras que los modelos matemáticos más abstractos tienen que usarse con precaución.

De cualquier modo, en contra de esta limitación en el rango de tipos de modelos para el aprendizaje de la teoría, la falta de modelos, de ejemplos y de investigación en la enseñanza no universitaria de los niveles escolares es continua. Los pocos modelos que usan los profesores parecen primarios, desarrollados como un recurso heurístico para el trabajo en el nivel escolar.

Estos investigadores proponen que en las clases de ciencias se deben desarrollar las habilidades de razonamiento que se requieren para la construcción de los modelos y su evaluación.

Holman (1975) advierte que hay una ausencia general en la enseñanza acerca de 'la teoría y el uso de modelos' y que esto se colma con la carencia de oportunidades en la mayoría de las clases de ciencia para desarrollar tentativas de modelos y criticar las predicciones que éstos evalúan.



Sin embargo, los argumentos de que los modelos deben usarse más extensamente en la enseñanza tienen sus detractores. Por ejemplo, Gerbert (1969) argumenta que la mayoría de los estudiantes consideran a los modelos como unas realidades físicas, o como una mera hipótesis añadida a la comprensión del sujeto, y que tienen gran dificultad para usarlos libremente. Este hecho, según Gerbert, puede ser el resultado de la enseñanza de modelos antes de que los alumnos puedan llegar a comprenderlos.

Levine (1974) indica que para cualquier tópico existe una jerarquía de modelos en relación con su poder de representación y predicción. Cuestiona, por ello, las consecuencias de la enseñanza del alcance de los modelos y de los principios de construcción.

Según Perales (2000), los modelos facilitan los flujos de información en términos generales y también plantean nuevos interrogantes desde la óptica de la enseñanza de la ciencia. El modelo constituye una materialización del mensaje de la "ciencia que debe ser enseñada" y que ha evolucionado históricamente, complicándose conforme lo ha hecho la sociedad, la ciencia y nuestras ideas de qué y cómo se debe transmitir y de cómo puede comprenderlo, aprenderlo e interiorizarlo el alumno.

- ¿Qué tipo de modelos académicos hay?

Black (1966) clasifica los modelos en cinco tipos:

- modelo a escala (también llamados icónicos)
- modelos análogos, que se han subdividido en este trabajo de investigación en:
  - modelos semejantes
  - modelos analógicos: ANALOGÍAS
- modelos matemáticos
- modelos teóricos, donde se encajan en este trabajo de investigación los MODELOS DIDÁCTICOS.
- modelos arquetipo, donde se podrían considerar las metáforas.

*Los modelos a escala "icónicos"* son similitudes de objetos materiales, sistemas o procesos, reales o imaginarios, que conservan las proporciones relativas. Ejemplos de estos modelos son:

- Maquetas en arquitectura
- Coches prototipo en Ingeniería Industrial

- Aeromodelismo en Aeronáutica
- Hombre plástico en Biología
- Órganos anatómicos en Medicina
- Presas prototipo en Ingeniería Civil
- Columnas de destilación en Ingeniería Química
- Modelos atómicos en Química

Se pueden hacer las siguientes generalizaciones con respecto a estos modelos a escala:

1. Están contruidos, por lo general, con una finalidad. Como tal, son representaciones fieles de esos aspectos del original relacionados con el uso pretendido.
2. Cada modelo a escala tiene asociado unas "convenciones de interpretación" concernientes con el original (Back, 1966). La práctica usual es una proporcionalidad lineal en la que sólo se mantiene una identidad parcial de propiedades con el original. Así, un avión de aeromodelismo podría tener las mismas formas que el original pero es incapaz de volar porque la relación área del ala / peso no se mantiene en el modelo.
3. Estas "convenciones de interpretación" deben ser explicitadas completamente y cualquier inferencia ha de ser cuidadosamente validada sobre el original.

Esta clase de modelos asume las representaciones esquemáticas de modelos a escala, de manera que constituyen un grupo más amplio de modelos que se denominan "icónicos".

*Los modelos semejantes* representan "algunos objetos materiales, sistemas, o diseño de procesos que reproducen tan fielmente como sea posible la estructura o trama de relaciones con el original". Además, un modelo semejante "manifiesta punto por punto la correspondencia entre las características y las relaciones de éstas con el original: toda evidencia de una relación en el original debe incidir en una relación correlativa en el modelo semejante". De esta manera el modelo semejante "comparte con el original no sólo un conjunto de rasgos o una proporcionalidad directa de magnitudes sino, más exactamente, la misma estructura o patrón de relaciones" (Black 1966).

Un modelo semejante es la suma de una serie de propiedades correspondientes a las del original. Esto es:

Modelo semejante	Original
Propiedad <sub>1</sub>	Propiedad <sub>a</sub>
Propiedad <sub>2</sub>	Propiedad <sub>b</sub>

*Un modelo analógico o analogía* es una propuesta representativa. Es una representación dotada de una estructura coherente que enlaza algunos conocimientos (conceptos, principios, formulas, procedimientos, etc., y que denominaremos TÓPICO), a través de un esquema de relaciones, con características similares de esa representación (conocida como ANÁLOGO) .

De hecho, Simons (1984) propone que siempre que algo se explica usando comparaciones con otros fenómenos o conceptos, se hace uso de una instrucción con analogías.

También Wong (1993a) expresa que a través de las analogías se puede construir la comprensión de situaciones nuevas por comparación con dominios más familiares del conocimiento.

Donelly y Mc. Daniel (1993) opinan que la comprensión del tópico por medio del análogo es la base de la analogía.

*Un modelo matemático* es aquel "que puede ser resumido o representado por una ecuación matemática" (Davies, 1978). Los modelos matemáticos parece que tienen las siguientes características:

- a) El fenómeno original se considera como "proyectado" sobre una colección de conjuntos y funciones, tales que cada símbolo corresponde a un concepto definido en el original.
- b) El modelo, siendo más simple y más abstracto que el original, debe de ser acompañado por un catálogo de condiciones impuestas sobre su uso.

Estos modelos son muy apreciados, por las simplificaciones que introducen, y por a la relativa facilidad con que pueden ser manipulados, lo que permite que un fenómeno complejo sea explorado exhaustivamente.

*Los modelos teóricos* (Gilbert y Osborne, 1980) implican la producción de algunas representaciones de situaciones o de fenómenos, que pueden ser aplicados al estudio de la situación presentada (o del fenómeno) sin hacer suposiciones teóricas de ésta (o de él). Hay una aproximación a tales modelos como si fueran la realidad, es decir, que

“un campo magnético actúa como si consistiera en las líneas de campo que unen los polos norte y sur”. Implica una visión de “como es”, esto es, una identificación tal que “un campo magnético consiste en unas líneas de fuerza que unen los polos norte y sur”. Permite explicaciones pero puede guiar a un auto-engaño cuando el mito es confundido con la realidad. El modelo puede ser meramente un camino de discusión del fenómeno, pero aquí las limitaciones no son percibidas, y los límites del modelo no son totalmente investigados.

Los modelos teóricos, apuntan Gilbert y Osborne, tienden a ser comunicados como modelos verbales o esquemáticos. Aunque a veces se perciben como ‘imágenes’ de la situación o del fenómeno, su interés está en que los modelos teóricos son más fácilmente imaginados. El usuario debe tener una captación intuitiva de sus posibilidades, ya que un buen modelo es aquel que suscita la especulación acerca del fenómeno original.

*El modelo arquetipo* es el más abstracto de los tipos clasificados. Según Black (1966), se trata de "un repertorio sistemático de ideas, de significados, por medio del cual un pensador dado describe, por semejanza, algún dominio al que esas ideas no tienen aplicación inmediata y literal". De este modo, una explicación de un arquetipo particular podría requerir una lista de palabras-claves y expresiones, con estados de sus interconexiones y sus significados paradigmáticos en el campo del que fueron originariamente sacados. Así, en las ciencias sociales se usan términos como “vector”, “fuerza”, “frontera”, “fluidez” para describir un fenómeno social; todos ellos son términos de la “teoría de campo” de Física.

*Las metáforas* se pueden considerar como modelos en el campo literario. Son procesos de enseñanza aprendizaje carentes de agente docente ya que en él sólo interviene el lector. Esto ocasiona que la valoración de su incidencia sea plural por cuanto está determinada por la cultura del individuo.

Roald Hoffmann (Zloczow, Polonia, 1937) fue un superviviente del holocausto y premio Nóbel de Química en 1981. Últimamente ha publicado varios libros de poemas y es un prestigioso profesor de la Universidad de Cornell (Ithaca, New York).

En una conferencia en *The special plenary series on science, technology and the arts* (Santiago de Compostela Julio 1999) hizo una reflexión y exploración sobre el sentido actual de las humanidades, sobre sus límites y posibilidades de desarrollo y sobre sus relaciones con otras formas del saber a través de actuaciones, exposiciones y debates que superan los límites disciplinares de los medios de

expresión, de las culturas y de las lenguas. Según Hoffmann, no existe una diferencia radical entre metáforas y ecuaciones: “yo soy un químico teórico y a veces puedo explicar mejor la naturaleza a otros científicos con metáforas, porque hay conceptos que desbordan la retórica científica. Además, los científicos tenemos un lado espiritual que no podemos expresar con los códigos de nuestro trabajo, de ahí que busquemos otras vías”.

No siempre es fácil en ciencia dibujar una línea divisoria nítida entre dos cualesquiera de los tipos variados de modelos detallados por Black (1966).

Para un cierto fenómeno puede desarrollarse un tipo específico de modelo por otro modelo anterior. Por ejemplo, un modelo a escala o análogo puede ser redefinido en un modelo matemático. El modelo cualitativo de la bola de billar de un gas puede describirse simbólicamente y discutirse deductivamente en términos matemáticos.

Alternativamente, algunas veces una descripción matemática se estructura antes y un modelo análogo se desarrolla después. Harré (1972) da un buen ejemplo de esto: las ecuaciones matemáticas que describen el ajuste de audición entre los dos oídos se obtuvo primero y el modelo análogo fue desarrollado basándose en un mecanismo de conmutación.

En las ciencias físicas, en particular, los modelos teóricos se desarrollan dentro de modelos matemáticos, aunque en este proceso el modelo teórico debe ser muy simplificado.

## **Las analogías en la enseñanza**

- Estado actual

El desarrollo del mundo conceptual en el que se mueve la Ciencia hace cada vez más necesario que los conceptos estén adecuadamente enlazados a una vivencia observacional o experimental previa. Con frecuencia el profesor de ciencias recurre al uso de las comparaciones, a través de las cuales pretende relacionar los aspectos nuevos o abstractos con estructuras mas simples y familiares para el alumno (Clement, 1993).

El uso de las comparaciones en sus distintas modalidades (metáforas, símiles, etc.), constituye una actividad espontánea de las personas a la hora de dar sentido a lo desconocido. El uso de "técnicas de abstracción" tales como analogías, imaginería, experimentos imaginarios y análisis de casos límite han jugado un papel central en la construcción de nuevas representaciones científicas. Los científicos las emplean frecuentemente a la hora de elaborar y presentar sus teorías y constituyen un recurso habitual del lenguaje científico y cotidiano (Clement, 1993). También son usadas por el profesorado como recurso didáctico en sus clases y aparecen en los libros de texto, ya que constituyen una ayuda para el desarrollo de destrezas de razonamiento científico, para la asimilación de conceptos teóricos, e incluso para la comprensión de la naturaleza de la Ciencia. (Wong 1993; Aragón 1997; Lawson 1993).

Sin embargo, la frecuencia de uso de analogías simples y la escasez de limitaciones expuestas son comportamientos propensos a crear problemas de aprendizaje a los estudiantes.

El estudio de las analogías aparece como una de las tareas de investigación más relevantes en la enseñanza de las Ciencias, pero es desde hace poco tiempo cuando esta línea de investigación ha cobrado un nuevo impulso a raíz de las concepciones recientes del aprendizaje como proceso de construcción. Esto ha sido destacado por diversos autores, aunque han coincidido en afirmar que existe una escasa investigación acerca de su utilización y su idoneidad en situaciones de clase, y de cómo los profesores y alumnos hacen uso de ellas como estrategia de enseñanza y de aprendizaje. (Black y Salomon 1987; Thiele y Treagust 1995).

- Tendencias de la investigación

Un nuevo enfoque actualizado obliga a replantear cuáles han de ser los objetivos básicos de esta línea de investigación, sobre todo teniendo en cuenta que en muchas ocasiones las analogías no funcionan en el sentido deseado. Los alumnos mantienen concepciones alternativas en lo que se denomina el "tópico" o el "análogo", y no siempre la analogía llega a ser comprensible y plausible para ellos (Aragón 1997).

Posner y colb. (1982) señalan que las analogías y las metáforas constituyen instrumentos "para sugerir nuevas ideas y hacerlas inteligibles". En la misma línea, Osborne y Freyberg (1985) sugieren que las analogías son una herramienta que los profesores pueden usar,

además de la experimentación y la demostración, para acrecentar la inteligibilidad y plausibilidad de las explicaciones.

Ogborn y Martins (1996) afirman que las metáforas y analogías constituyen un aspecto esencial en el proceso de formación mental de las representaciones del mundo que nos rodea, así como de las inferencias que se pueden establecer de ellas.

Sin embargo, pocos han sido los estudios dirigidos al uso y presencia de analogías en los libros de texto.

Duit en 1991 llevó a cabo una revisión bibliográfica sobre analogías, con trabajos que se remontaban bastantes años atrás.

Los estudios de Treagust y colb. más recientes, y los de Brown y Clement (1989), muestran que las analogías proporcionan a los estudiantes medios para desarrollar sus ideas de una manera innovadora, conformándose como punto de referencia para inspeccionar la plausibilidad de sus explicaciones o conjeturas iniciales.

Thiele y Treagust (1994 y 1995) describen y clasifican 93 analogías usadas en los libros de texto de Química de secundaria en Australia. Señalan que las analogías sugieren caminos interesantes para imaginar cosas. Cuando se usan símbolos y entes invisibles en la explicación y descripción de situaciones, se hace uso de un proceso de visualización que ayuda a la comprensión: proceso analógico.

Curtis y Reigeluth (1984) estudiaron 296 analogías de textos científicos.

Muchos autores de libros de texto han asumido que el profesor usa en clase las analogías, pero son reacios a que aparezcan en los textos ya que creen que el uso de las mismas lleva implícita la discusión con los alumnos. Por lo tanto, podría ser conveniente que dichos libros de texto incluyan sugerencias de analogías desarrolladas en la guía del profesor para que los profesores y alumnos puedan usarlas en el aula (Thiele y Treagust, 1995).

Se tiene pues un mensaje en los libros que es un producto de una mezcla de intenciones, condiciones materiales e intereses, dirigido a un público muy heterogéneo y realizado en un complejo proceso en el que se trata de conciliar muchas de las expectativas.

Según De Dios, Hoces y Perales (1997), el modelo permite tomar conciencia de la dificultad que tienen los alumnos para utilizar adecuadamente las analogías contenidas en los textos escolares. Cuando se introduce una representación se debe establecer explícitamente el significado que tienen sus diversos elementos y sus relaciones, y el marco teórico en que tiene validez. Incluso, en muchos casos, su dimensión histórica.

Cuando no se aclaran estas relaciones entre el contenido (conceptual, procedimental, y actitudinal) y el modelo aparecen problemas de superposición de la imagen que se ha presentado, y se produce una confusión entre la forma y el contenido.

Para conocer la situación de las analogías pictóricas e ilustraciones en los nuevos libros de texto, De Dios y col. (1997) realizaron un estudio en el que analizaron 604 ilustraciones de cinco textos de 4º de ESO y uno de 2º de BUP, correspondientes a los temas de estática, dinámica y fluidos. De dicho estudio se desprende que las imágenes que acompañan a los textos son imprescindibles en el 73% de los casos.

Se han realizado otros estudios que muestran, según estos investigadores, diferentes aspectos de la problemática de la "modelización" y su ilustración en los libros de ciencias. Por un lado está la necesidad de elegir adecuadamente los modelos teóricos y su transformación didáctica. Por otro lado está cómo y para qué se introducen, sus relaciones con la explicación de los fenómenos: deberían mostrar, por ejemplo, su carácter "teórico" y "relativo", situarlos en un contexto claro que permita relativizarlos.

A veces se presentan analogías que pretenden trivializar el problema sin tener en cuenta que muchas de las ideas propuestas han sido integradas en modelos más complejos por la comunidad científica.. Se contribuye, pues, a transmitir una imagen simplista de una realidad compleja.

También se han hecho estudios sobre la contribución de las analogías al cambio conceptual.

Posner y colb. (1982) se centraron en el cambio conceptual radical, en el que las nociones piagetianas de alojamiento de las nuevas concepciones en los individuos eran similares a las nociones de ciencia revolucionaria de Kuhn, durante las cuales la comunidad científica sufre el mayor cambio de paradigma.

Se ha demostrado que las analogías contribuyen a pequeños pero sustantivos cambios en la comprensión de los conceptos (Dagher, 1994). Asimismo, las analogías pueden contribuir, también, a la creatividad e imaginación o a la habilidad para hacer nuevas conexiones entre los conceptos. Estas especulaciones teóricas acerca del papel de las analogías en la producción del cambio conceptual establecen el escenario de una exploración empírica de las contribuciones de las analogías al cambio conceptual en la enseñanza de la Ciencia.

Mientras es un hecho que algunos profesores de ciencia en secundaria usan analogías en sus explicaciones (Dagher y Cossman, 1992; Treagust y col., 1992 ), se han realizado pocos estudios de campo del uso de dichas analogías en el aula.



Los estudios de aula de Dupin y Johsua (1989) y Treagust y col. (1989) y de Brown y Clement (1989), usando grupos de control y grupos experimentales, mostraron que los estudiantes en cuya enseñanza estaban presentes las analogías obtuvieron mejores resultados en los tests y entrevistas. Estos hallazgos apuntan a que las analogías contribuyen positivamente al aprendizaje de los alumnos.

Vosniadou y Ortony (1989) afirman que el mapa de relaciones entre el análogo y el tópico es importante en la instrucción, especialmente en situaciones donde la persona que tiene que comprender la analogía tiene una estructura relativamente pobre para el dominio o tópico. Ellos advierten de la inconveniencia de restringir " el papel educativo y comunicativo de la analogía ... para la creación de nuevas estructuras cognitivas". La analogía puede servir también como propósito para resaltar lo que ya es conocido.

Clement (1989) documenta el papel significativo que juegan las analogías en "la generación de soluciones a un problema científico, y, más específicamente, que pueden algunas veces llevar a un nuevo modelo de situación problemática". Su descripción del uso espontáneo de analogías para resolver problemas constituye un soporte evidente de la contribución de las analogías en el desarrollo conceptual, motivando transformaciones progresivas de ideas, mas que un cambio abrupto en las categorías ontológicas. El estudio de Wong (1993) del papel de las analogías construidas por los alumnos, para la construcción y refinamiento de las explicaciones, confirma el hallazgo de Clement y, ambos demuestran cómo el uso de analogías ayuda al desarrollo y flexibilidad de ideas.

La contribución de las analogías a la comprensión de conceptos no debería limitar su contribución al entendimiento de la ciencia como investigación (Schwab, 1962) o como un proceso de construcción de modelo (Carey y colb., 1989; Gilbert, 1991; Grosslight y colb., 1991). Limitar la contribución de las analogías exclusivamente a los conceptos puede descuidar un examen de su contribución potencial a la creatividad e imaginación o a la habilidad de hacer nuevas conexiones entre los dominios, porque la enseñanza de la Ciencia va más allá de la enseñanza de conceptos y destrezas, y porque enfocar la investigación al desarrollo conceptual no debe descuidar otros factores motivacionales en el proceso de aprendizaje ( Palincsar y colb., 1993; Pintrich y colb., 1993). Las analogías pueden otorgar a los alumnos el nivel de ánimo y seguridad que les facilite conectar su mundo con el mundo de las teorías y abstracciones, facilitándoles ver la Ciencia como "un progreso del conocimiento" (Robert, 1970) y reforzando su potencial imaginativo y su "flexibilidad conceptual" (Bloom, 1992).

- Secuencia de evolución de los planteamientos

Se sugieren recomendaciones, desde la óptica de este trabajo, para futuras investigaciones en la educación de las ciencias con analogías, así como posibles enfoques metodológicos. Una secuencia de evolución de los planteamientos en la investigación sobre analogías puede ser:

- ¿Qué es un modelo en Ciencias, y en enseñanza de las Ciencias?. Modelo didáctico y analogías. Analogía y cambio conceptual.
- Estructura de las analogías.
- Criterios de estudio y/o clasificación. Tipos de analogías.
- Recopilación de las analogías que aparecen en los libros de texto, que usan los profesores, que practican los alumnos y que se proponen en distintos sistemas educativos. ¿Qué analogías se conocen?. Censo de modelos analógicos.
- Determinación de la cantidad de analogías, así como su frecuencia de uso en diversas condiciones (épocas educativas, países, niveles, temas, partes del currículo, tipo de analogías, etc.).
- Análisis de las características que tienen las analogías detectadas (estructuras, tipos, en los profesores, en los alumnos, ...).
- Clasificación de las analogías detectadas según los "criterios de clasificación".
- Extraer conclusiones de cómo se usan (estrategias de formación analógica, asistencia al alumnado, ...).
- ¿Qué es una analogía para los profesores?, ¿ y para los alumnos?.
- Establecer un conjunto de criterios que posibiliten el análisis, la evaluación y el diseño de analogías en la enseñanza de la Física, Química, Biología, Geología, ...
- ¿Cómo se suelen presentar las analogías y cómo se deben presentar adecuadamente (textos, clase)?.
- Idoneidad de la analogía con los conocimientos a aprender, alumnos a los que va dirigida, ...
- Ideas previas y analogías.
- Aprendizaje de analogías: concepciones alternativas al "tópico" y al "análogo". Contribución al conocimiento de conceptos, procedimientos y actitudes.
- Papel de las analogías en la superación de esquemas alternativos.
- Cambio conceptual a través de las analogías.
- Cómo pueden construir las analogías los alumnos en su proceso de aprendizaje.

- Procesos mentales que los estudiantes emplean cuando usan analogías.
- Propuesta crítica de un catálogo de analogías de interés.
- Metodología para la construcción y uso de las analogías (los autores de libros de texto, los profesores, los alumnos). Estudios de incidencia.

La línea de investigación en analogías ha cobrado un impulso por las interpretaciones actuales del aprendizaje (paralelo al gran desarrollo de la pedagogía, psicología y didáctica de los procesos educativos) como proceso de construcción.

Actualmente se tiene que tener en cuenta la intervención de las analogías en el proceso de aprendizaje, sus connotaciones con las ideas previas, con los esquemas conceptuales, en cómo lograr el cambio conceptual, ...

Todo esto hace que las explicaciones de analogías no sean una definición sencilla. Al ser un recurso metodológico de enseñanza-aprendizaje, va a estar impregnada de la concepción que se tiene de la educación y del proceso educativo, es decir, del modelo didáctico.

- Fundamentos didácticos de las analogías

A modo de síntesis se puede afirmar que la contribución de las analogías al proceso enseñanza-aprendizaje está fundamentada en los siguientes puntos:

- Relacionan los contenidos abstractos con la realidad concreta (Dagher, 1994).
- Son instrumentos "para sugerir nuevas ideas y hacerlas inteligibles" (Posner y col., 1982).
- Son una herramienta que los profesores pueden utilizar, junto con la experimentación y la demostración, para acrecentar la inteligibilidad y plausibilidad de las explicaciones (Osborne y Freyberg, 1985).

- Han jugado un papel central en la construcción de nuevas representaciones científicas y en la comunicación de las mismas a otros miembros de la comunidad científica, por lo que deben ser fundamentales en el aprendizaje científico (Posner y col., 1982).
- La analogía puede a veces servir como propósito para resaltar lo que ya es conocido (Vosniadou y Ortony, 1989).
- Las analogías facilitan al alumno el ver la Ciencia como un “progreso del conocimiento” (Roberts, 1970) y refuerzan su potencial imaginativo, creatividad y habilidad para hacer nuevas conexiones entre los dominios (Bloom, 1992).
- Se han realizado pocos estudios de campo del uso de las analogías en el aula. También, pocos estudios han examinado la influencia de las analogías para provocar el cambio conceptual en el alumno. Sin embargo, estos estudios apuntan a un cambio de “orden normal” más que de “orden radical”.
- Aumentan la habilidad de los estudiantes para resolver problemas (Friedel y col. 1990) y comprender textos (Vosniadou y Shommer, 1988).

El peculiar punto de vista (conocimientos previos, intereses, ...) del individuo que observa una analogía produce interpretaciones muy diversas. El mundo publicitario conoce bien este problema y trata de seleccionar su público confeccionando con gran cuidado sus mensajes gráficos, lo que viene en gran medida determinado por los intereses económicos que están en juego. En los textos escolares los autores también tratan de reducir al máximo las ambigüedades, pero no siempre lo consiguen.

Cada analogía plantea problemas desde el punto de vista de la eficacia en el proceso de comunicación: analogías que contienen errores desde el punto de vista del conocimiento científico, analogías cuya comprensión y uso exigen un aprendizaje que se da por supuesto, desfases entre las intenciones de los autores y la lectura espontánea que realizan los muy diversos lectores, ...

Al acercarse al problema, desde la reciente y muy abundante literatura sobre las concepciones espontáneas de los alumnos en ciencias (es decir, la importancia que se otorga al conocimiento previo y los puntos de vista personales de los alumnos), se comprende que las relaciones entre los textos y las analogías también deben ser objeto de análisis en ámbitos concretos del conocimiento. Los resultados de este análisis pueden permitir a los autores conocer mejor el terreno que pisan cuando deciden cómo diseñar el proceso analógico. Esto debe ser una investigación prioritaria, máxime si se tiene en cuenta la utilización masiva, y a veces exclusiva, del libro de texto como recurso docente (De Dios, Hoces y Perales, 1997).



# **I. MARCO REFERENCIAL Y TEÓRICO: Generalidades**



## **I.1. ANALOGÍAS Y ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS**

En este capítulo se intenta generar, a partir de la revisión bibliográfica llevada a cabo, un marco referencial y teórico que permita contextualizar las analogías en el proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias.

Los libros de texto constituyen uno de los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias. Por este motivo las analogías presentes en ellos han sido objeto de numerosas investigaciones encaminadas a analizarlas y a averiguar su influencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. A continuación se describen los resultados y las conclusiones de dichas investigaciones.

Es habitual que el profesorado en el aula utilice analogías para facilitar la comprensión y el aprendizaje de los conceptos científicos, por lo que es muy interesante conocer los distintos tipos de analogías que emplea, y cómo formula y expresa dichas analogías. Aunque existen pocos trabajos de investigación referentes a las analogías que utiliza el profesorado en el aula, se describen a continuación los resultados y las conclusiones de aquellos que se han considerado más relevantes.

También se narran los tipos de analogías que han sido objeto de estudio, en los últimos años, de una gran parte de los trabajos de investigación que se han llevado a cabo en este campo, así como las ventajas de promover y utilizar en el aula las analogías generadas por los estudiantes.

Por último, se puntualizan las aportaciones que han hecho los investigadores en los aspectos didácticos de las analogías y que están orientadas a :

- recomendar estrategias para la enseñanza
- describir, a través de trabajos de campo, el aprendizaje con analogías
- proponer modelos para la enseñanza con analogías.



### I.1.1. Analogías en los libros de texto

Los libros de texto juegan un papel fundamental en la enseñanza de las Ciencias ya que explican a los estudiantes conceptos teóricos y abstractos. La comprensión de estos conceptos puede resultar difícil, hecho que llevó a Glynn (1991) a sugerir a los autores y editores que, en las explicaciones de sus libros de texto, los relacionen con otros que sean familiares a los alumnos mediante la incorporación de analogías.

Las analogías pueden usarse en los libros de texto como *organizadores*, entendiendo por organizador una idea, imagen o modelo mental que contribuye a la significatividad de un concepto (Gilbert, S.W., 1989). Según Novak (1976), ayudan a los alumnos a incorporar nuevas ideas dentro de sus estructuras cognitivas, aportando conexiones entre la información nueva y la ya existente; los organizadores se pueden presentar delante del material que va a ser aprendido –*organizadores avanzados*- para facilitar, así, su aprendizaje. Intensifican el aprendizaje creando imágenes –*modelos mentales*- que pueden ser asociadas al material que va a ser aprendido (Ortony, 1975).

Una buena analogía, según Glynn (1991), es la que presenta las nuevas ideas en los términos con los que los alumnos ya están familiarizados. En este sentido, las analogías descritas por un autor entre conceptos introducidos con anterioridad en un texto y conceptos introducidos más tarde son muy efectivas porque incitan a los lectores a conectar conceptos relacionados y formar sistemas conceptuales.

Por este motivo Glynn (1991) recomienda a los autores y editores de libros de texto que usen un concepto que explicaron en un capítulo anterior –*análogo*- para introducir, mediante una analogía, el nuevo concepto –*tópico*-. Cita como ejemplo el uso de conceptos relacionados con el flujo de calor -explicados en la mayoría de los libros de texto en un capítulo anterior- para introducir nuevos conceptos relacionados con el movimiento de carga eléctrica, tal como recoge el párrafo que se muestra a continuación:

“Recuerda que cuando estudiábamos el calor y la temperatura comentábamos que el calor fluye a través de un conductor cuando existe entre sus extremos una diferencia de temperatura. El calor fluye desde el extremo de mayor temperatura al extremo de menor temperatura. Cuando ambos extremos alcanzan la misma temperatura, el flujo de calor cesa. En un camino similar, cuando los extremos de un conductor eléctrico están a diferentes potenciales eléctricos, la carga se mueve

desde el de mayor potencial al de menor potencial. La carga se mueve cuando hay una diferencia de potencial (voltaje) a través de los extremos de un conductor. El movimiento de carga continuará hasta que ambos extremos alcancen el mismo potencial. Cuando no hay diferencia de potencial no hay movimiento de carga” (Glynn, 1991, pág. 228).

Sin embargo, no todas las investigaciones llevadas a cabo para probar la efectividad de las analogías presentes en los libros de texto como organizadores han sido fructíferas. Un ejemplo de ello es la investigación realizada por Gilbert, S.W. (1989).

**Gilbert (1989)** llevó a cabo una investigación con 201 alumnos de noveno y décimo grado (edades comprendidas entre 14 y 16 años) de cuatro *high school*<sup>1</sup> de Indiana (EEUU) en la que utilizó textos que incluían analogías en sus explicaciones y textos que presentaban la misma explicación, pero sin analogías. El propósito de su investigación fue determinar si el enriquecimiento del libro de texto con analogías podría influir en el aprendizaje y en las actitudes de los alumnos. En su investigación no tuvo evidencias de que el uso de las analogías como organizadores fuese efectivo en el fomento de la retención o de la comprensión conceptual, o en mejorar las actitudes de los alumnos. Un análisis profundo de la manera en que se llevó a cabo la investigación le llevó a atribuir este hecho al rechazo que supuso para los alumnos la lectura extra, excesiva, que requirió el texto analógico.

Las argumentaciones anteriores se sustentan en investigaciones que se llevaron a cabo con alumnos y con textos de Educación Secundaria. Son pocas, según los investigadores, las investigaciones que se han llevado a cabo con alumnos y con textos de Educación Primaria, destacando en este sentido la que llevaron a cabo Vosniadou y Schommer en 1988.

**Vosniadou y Schommer (1988)** se propusieron averiguar si los niños podían beneficiarse del uso de las analogías para adquirir información de los libros de texto. Atribuyeron la poca disposición a usar las analogías en los libros de texto de Educación Primaria a la creencia, extendida en aquellos momentos, de que los niños no podían comprender el significado de la analogía.

En su investigación partieron de una muestra de 24 niños de cinco años y de 34 de siete años a los que se les presentaron diversos tópicos científicos, poco familiares, mediante cuatro libros de texto. Algunos de estos libros utilizaban analogías en las explicaciones de dichos tópicos

---

<sup>1</sup>Se trata de centros de Enseñanza Secundaria, de manera que 9º y 10º grado se corresponden con 3º y 4º de ESO (Consejería de Educación de la Embajada de España: <http://www.sqci.mec.es/usa> ).

mientras que otros no lo hacían, por lo que los niños se dividieron en dos grupos de manera que a uno de ellos se les presentaron los textos que utilizaban analogías en las explicaciones de los tópicos (grupo experimental) y al otro grupo los textos que no utilizaban analogías (grupo control).

Estos investigadores señalaron que la adquisición del nuevo conocimiento por parte de los estudiantes es una cuestión fundamental de la psicología educativa y, más específicamente, de cómo adquieren el nuevo conocimiento desde los libros de texto. Investigaciones del momento reafirmaban la importancia del conocimiento previo en el pensamiento de los estudiantes, aprendizaje y recuerdo, y advertían sobre el poco conocimiento de que se disponía en relación con los mecanismos que posibilitaban a los estudiantes acumular nuevo conocimiento (Vosniadou y Schommer, 1987). Dado que un mecanismo para la adquisición de nuevo conocimiento es el aprendizaje por analogía, Vosniadou y Schommer plantearon como objetivo de su investigación averiguar cómo se produce la adquisición de conocimiento de los niños desde los libros de texto, y determinar si el uso de las analogías podía facilitar la comprensión de los nuevos conceptos presentes en los mismos.

Argumentaron que los niños eran capaces de percibir similitudes entre objetos, conceptos, o eventos muy tempranamente y esas similitudes eran parte de las representaciones de esas entidades. Por ello, desde este punto de vista, lo importante no es la habilidad para desarrollar el razonamiento analógico sino el sistema conceptual en el que el razonamiento analógico opera. Los niños no pueden razonar por analogía pero el razonamiento analógico puede ser un mecanismo primario de su adquisición de conocimiento. Si este es el caso, no existe razón por la que los niños no puedan beneficiarse del uso de analogías en sus libros de texto.

Advirtieron sobre la posibilidad de que se produjese una transferencia inapropiada de conocimiento entre el análogo y el tópico. Los adultos no siempre son conscientes de cuando se debería parar en la transferencia de información entre el análogo y el tópico. Este es el motivo por el que las analogías resultan, algunas veces, erróneas. El problema de la transferencia errónea es más serio en el caso de los niños, ya que el escaso conocimiento base dificulta la información que debe ser transferida. La transferencia inapropiada podría también ocurrir por la tendencia asumida de los niños de transferir información descriptiva más que relacional (Gentner, 1988).

Este hecho condicionó en esta investigación a Vosniadou y Schommer a presentar, a través de los libros de texto, analogías en las que las semejanzas entre el tópico y el análogo figuraban explicitadas; estas semejanzas no tenían, por lo tanto, que ser identificadas por los niños.

Las analogías que figuraban en los libros de texto son las siguientes: "Una infección es similar a una guerra", "El estómago es parecido a una licuadora", "Las sociedades de termitas son parecidas a los reinos", "Los sueños se parecen a las películas".

Los resultados de esta investigación pusieron de manifiesto que los niños del grupo experimental recordaron y comunicaron mejor a otros niños la información contenida en los tópicos que los niños del grupo control. Se detectó con mayor notoriedad en los niños mayores que en los más pequeños. Aunque los niños del grupo experimental cometieron errores inferenciales acerca del tópico, dichas inferencias no se relacionaron con la presencia de las analogías.

Los niños retuvieron más información de los libros de texto con analogías, que de textos con la misma información pero sin analogías. La transferencia de información que los textos con analogías proporcionaron dio como resultado representaciones más ricas del nuevo concepto que las que derivaron de textos sin analogías.

Aunque los niños fueron capaces, en principio, de ver las similitudes entre dos conceptos análogos para transferir información espontáneamente de uno a otro, esta habilidad aumentó cuando fueron orientados en la transferencia.

Por lo tanto, los resultados de este experimento demostraron que las analogías en los libros de texto pueden ser ayudas efectivas para el aprendizaje de los niños. Apoyan la hipótesis de que el razonamiento analógico es un mecanismo de adquisición de conocimiento presente también en los niños.

Indican que el uso de analogías puede ayudar a los niños a construir representaciones más ricas de nuevos conceptos que las que se obtuvieron de la información contenida en textos expositivos sin analogías. Como esas representaciones están conectadas con la información ya existente en el conocimiento base, argumentan los investigadores, el uso de las analogías puede también incrementar la probabilidad de que el conocimiento se use de manera flexible y creativa, y evitar de esta manera el problema del conocimiento inerte.

Las argumentaciones que se han realizado hasta el momento sirven de preámbulo a la descripción de las investigaciones llevadas a cabo para detectar y analizar las analogías presentes en los libros de texto. A

continuación se detallan aquellas que forman parte de la revisión bibliográfica del presente trabajo de investigación.

Un estudio cualitativo y exhaustivo de 43 libros de texto ciencias de distintos niveles educativos permitió a **Glynn en 1991** testificar que la mayoría de las analogías presentes en dichos textos eran analogías simples, es decir, analogías que se mostraban con una simple frase. Glynn rara vez encontró analogías elaboradas, desarrolladas en un párrafo o en una página. Los textos de física de niveles altos eran los que contenían un número mayor de analogías elaboradas.

También observó que, aunque era común en la introducción aportar al lector consejos de cómo usar efectivamente los libros de texto, no existía mención alguna referente a cómo usar las analogías presentes en los libros de texto. Ni siquiera en aquellos que usaban analogías elaboradas.

**Curtis y Reigeluth analizaron en 1984** las analogías presentes en 26 libros de texto de ciencias de diferentes niveles, desde elementales a post-secundaria. El desglose de los textos es el siguiente:

- 10 de Biología
- 6 de Ciencia General
- 4 de Química
- 3 de Física
- 2 de Ciencias de la Tierra
- 1 de Geología

Diecisiete textos se publicaron entre 1963 y 1973, y nueve entre 1974 y 1983. Identificaron ,en total, 216 analogías, promediando 8.3 analogías por cada libro de texto. El rango de inclusión fue amplio, desde una analogía presente en cada uno de cinco de los libros de texto -un texto de Ciencias de la Tierra, uno de Física y tres de Biología- a veintidós en un único libro de texto de Química y treinta y dos en el texto de Geología. Dos posibles explicaciones para tal disparidad entre los textos son, según los investigadores:

- a) la preferencia de los autores.
- b) la dificultad del contenido a enseñar.

El estudio llevado a cabo por Curtis y Reigeluth es muy importante ya que, además de ser cuantitativo, aporta el primer sistema de clasificación de las analogías. Su descripción y los resultados de la clasificación se muestran a continuación, en la tabla I.1.1.

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	N	%
<i>Relación Analógica</i>		
Estructural	53	25
Funcional	152	70
Estructural-funcional	11	5
<i>Formato de presentación</i>		
Verbal	182	84
Pictórico-verbal	34	16
<i>Condición</i>		
Concreto / concreto	26	12
Abstracto / abstracto	12	6
Concreto / abstracto	178	82
<i>Posición</i>		
Organizador avanzado	50	23
Activador embebido	163	76
Pos sintetizador	3	1
<i>Nivel de enriquecimiento</i>		
Simple	14	6
Enriquecida	175	81
Extendida	27	13
<i>Orientación pre-tópico</i>		
Explicación del análogo	95	44
Estrategia de identificación	32	15
Explicación del análogo y estrategia de identificación	17	8
Ausencia de orientación pre-tópico	106	49

**Tabla I.1.1. Criterios de clasificación de las analogías y resultados de la investigación llevada a cabo por Curtis y Reigeluth.**

La explicación de cada uno de los criterios de clasificación que dieron Curtis y Reigeluth es la que se describe a continuación.

El análogo y el tópico pueden tener la misma apariencia física o estar contruidos de forma similar. En este caso se dice que guardan una *relación estructural*. Un ejemplo de una analogía con relación estructural es el siguiente:

“Cada célula en la piel de cebolla se parece en algunas cosas a una habitación. Tiene un piso y un techo, así como cuatro paredes” (Curtis y Reigeluth, 1984, pág. 103).

Otro tipo de relación analógica es la que compara lo que el tópico hace. Esta relación muestra funciones similares y se denomina *relación funcional*. Un ejemplo de relación puramente funcional es el siguiente:

“El feedback en las glándulas funciona parecido al componente básico de un termostato. Cuando el termostato alcanza una temperatura determinada, una señal cambia la dirección del calor. Cuando la temperatura de la habitación alcanza el valor determinado, una señal vuelve a cambiar la dirección del calor. La señal que cambia la dirección en una glándula varía para los diferentes tipos de glándulas” (Curtis y Reigeluth, 1984, pág. 103).

Un tercer tipo de relación analógica es el que combina la relación estructural con la funcional. Se denomina *relación estructural-funcional*. Un ejemplo es el siguiente:

“La estructura y funciones de nuestras células se pueden comparar a una factoría. Los procesos de manufacturación se pueden comparar con los procesos vitales que se producen en la célula. Los productos finales son los compuestos que forman las numerosas partes de la célula... La oficina central y el departamento de planificación de la célula está en el núcleo. El núcleo es el centro de control de la célula. Controla todo lo que entra en la célula” (Curtis y Reigeluth, 1984, pág. 104).

La mayoría de las relaciones analógicas que se identificaron en los textos fueron funcionales (152, 70%), mientras que pocas fueron estructurales (53, 25%) y sólo once (5%) fueron estructural-funcional.

Según estos investigadores, la relación analógica estructural-funcional es muy poderosa en el proceso enseñanza-aprendizaje, sobre todo cuando se puede extender a la mayor parte de la estructura del análogo y tópico. Esto se debe a que en este caso la analogía va a presentar pocas limitaciones.

También observaron que -en los textos analizados- cuanto más difícil y abstracto era el tópico, mayor era la proporción de analogías funcionales, y que cuanto más fácil y concreto era el tópico, la mayor proporción correspondía a las analogías estructurales.

El 50% de las analogías usadas en los textos elementales presentó una relación analógica estructural mientras que el 88% de los textos de Química y el 90% de los textos de Física presentaron analogías estrictamente funcionales.

El análisis también reveló a Curtis y Reigeluth que las analogías podían presentarse en dos formatos. El primero de ellos es el escrito,

denominado formato *verbal*, donde la analogía es explicada sólo con palabras. El otro formato de presentación fue denominado por Curtis y Reigeluth como formato *pictórico-verbal*, formato en el que la analogía escrita estaba reforzada por una imagen del análogo. La imagen puede ser un dibujo o una fotografía.

Las analogías pictórico-verbales aportan al aprendiz una visualización, mientras que las analogías verbales requieren que sea el aprendiz el que aporte su propia visualización.

De las 216 analogías que estos investigadores identificaron, la gran mayoría (182, 84%) presentaban un formato verbal. Sólo 34 (16%) combinaron imagen y texto escrito, es decir, formato pictórico-verbal.

Tanto el contenido del análogo como el del tópico se pueden clasificar como concreto o abstracto. Curtis y Reigeluth establecieron de esta forma el nivel de abstracción del análogo y del tópico como un criterio para clasificar a las analogías, atendiendo a cada una de las siguientes combinaciones posibles:

- a) *concreto/concreto*: el análogo y el tópico son de naturaleza concreta.
- b) *abstracto/abstracto*: el análogo y el tópico son de naturaleza abstracta.
- c) *concreto/abstracto*: el análogo es de naturaleza concreta y el tópico de naturaleza abstracta.

Como es lógico, analogías abstracto/concreto no se encontraron en los textos pues el propósito de las analogías es ayudar a explicar contenidos difíciles o abstractos.

Ya que las analogías proporcionan un puente desde lo familiar a lo no familiar y desde contenidos simples a contenidos complejos y difíciles, los investigadores vaticinaron que la gran mayoría de las analogías debería ser de la condición concreto/abstracto y que pocas, o ninguna, deberían ser concreto/concreto o abstracto/abstracto. Esta hipótesis fue, en efecto, confirmada. De las 216 analogías identificadas, 178 (82%) pertenecían a la condición concreto/abstracto, 26 (12%) a la condición concreto/concreto y 12 (6%) a la condición abstracto/abstracto.

El lugar del análogo en relación al tópico puede variar, apuntan estos investigadores.

El análogo se puede presentar antes de conocer o dar una explicación del tópico, a modo de *organizador avanzado* (Ausubel,



1960). Como tal, puede aportar la información previa necesaria para aprender el tópico y lleva al autor y al alumno a referirse y a pensar en algo anterior a la analogía.

El análogo puede presentarse durante la explicación del tópico, en un punto donde el contenido empieza a ser más abstracto y/o difícil para el aprendiz. En esta posición actúa como un *activador incrustado*, siendo una estrategia cognitiva que facilita el aprendizaje al alumno.

Finalmente, el análogo puede aparecer después de la explicación del tópico. En este caso actúa como un *pos sintetizador* de la información precedente.

Cincuenta (23%) de las analogías que Curtis y Reigeluth encontraron en los textos pertenecían a la categoría de organizadores avanzados. El mayor número de analogías (163, 76%) se catalogaron como activadores incrustados. Solamente 3 (1%) se catalogaron como pos sintetizadores. A continuación se describen, a modo de ejemplo, algunas de estas analogías:

➤ “Hace 200 años nuestra nación comenzó a expandirse hacia el Oeste, a las Montañas Apaches y a las Llanuras Centrales. Cada unidad familiar se estableció lejos de las otras, así que tuvo que hacer todo por sí misma. Búsqueda de alimentos, de agua, construcción de vivienda, construcción de herramientas, vestidos, fueron tareas de cada familia. Con el tiempo, más y más familias se establecieron en áreas cercanas. Algunas de esas personas eran mejores granjeros que otras. Algunas tenían habilidades de herrería. Algunas podían hacer y repartir herramientas. Otras tenían habilidades en carpintería. Al ir acercándose las familias se estableció un tipo de intercambio. Las que tenían habilidades en herrería debían herrar los caballos de los granjeros. El granjero debía proveer al herrero con comida que éste no tenía tiempo de cultivar. El carpintero debía construir una consulta para el doctor. El doctor debía proveer de cuidado médico a la familia del carpintero. Los organismos unicelulares son similares a las primeras familias que se establecieron. Cada uno debe realizar todas las funciones vitales por sí mismo. El protoplasma en la célula está organizado en estructuras. Cada estructura tiene una función especial. En cada una de las familias pioneras, cada uno de los chicos tenía tareas que hacer” (Curtis y Reigeluth, 1984, pág. 109). **(organizador avanzado)**.

➤ “Se necesita energía para mover objetos a través del aire. En los aviones esa energía viene a través de la gasolina o keroseno que es quemado en los motores. En los primeros aviones, los motores tenían hélices. Una hélice funciona de forma parecida a un tornillo. Cuando tu giras un tornillo en una pieza de madera, el tornillo se mueve dentro de la madera. Un giro rápido de la hélice hace que penetre dentro del aire de la

misma forma que un tornillo penetra dentro de la madera. Como la hélice gira, arrastra al avión en el avance. El aumento de la velocidad del avión aumenta el arrastre de aire en la parte inferior de las alas. Este arrastre levanta al avión” (Curtis y Reigeluth, 1984, pág. 109) (**activador incrustado**).

➤ “¿Porqué debería yo preocuparme en aprender a pensar? ¿Porqué no dejan que alguien lo haga para que me de las respuestas?. Es una cuestión comprensible. A medida que tu vives te encontrarás con situaciones sobre las que nunca has aprendido. A menos que sepas como buscar una salida a ellas, estarás perdido y desconcertado. Al finalizar este curso de química tendrás adiestrado el pensamiento. Un atleta se adiestra para estar en forma para el juego. Muchas de las habilidades que el atleta adquiere las usa en su vida diaria. Lo mismo ocurre con el estudio de la química. Tu encontrarás muchos usos de las habilidades y la comprensión aprendidas en química” (Curtis y Reigeluth, 1984, pág. 110) (**pos sintetizador**).

Curtis y Reigeluth admiten en su investigación que el nivel de enriquecimiento más básico de una analogía es la *analogía simple*. Una analogía simple está compuesta por tres partes: el tópico, el análogo y un conector tal como "es parecido" o "puede ser comparado a".

En los libros de texto las analogías simples deberían usarse poco ya que requieren que sea el alumno el que esclarezca la trama o relación analógica, con las similitudes y diferencias entre el análogo y el tópico. Esto puede ser una tarea difícil para algunos alumnos, particularmente cuando esas similitudes y diferencias no se aprecian fácilmente. Las analogías simples se deben usar, por tanto, en los casos donde la relación analógica entre el tópico y el análogo es obvia y necesita poca o ninguna explicación.

Sólo 14 (6%) analogías pudieron clasificarse como simples. De ellas, 8 pertenecían a textos elementales de ciencias. Un ejemplo de analogía identificada como simple es el siguiente:

“El cordón espinal es parecido a un cable largo que se extiende a través de los huecos de las vértebras” (Curtis y Reigeluth, 1984, pág. 110).

Una analogía es *enriquecida* para los alumnos cuando se describen las semejanzas entre el análogo y tópico. Además, una analogía enriquecida puede contener también las limitaciones –diferencias- de la trama o relación analógica. La mayoría de las analogías que se identificaron en los textos eran enriquecidas (175, 81%), incluyendo algunas de ellas las limitaciones entre el análogo y el tópico. El siguiente ejemplo es una analogía enriquecida sin limitaciones:

“El viento llevando arena y tierra actúa de forma parecida a las máquinas bombeando chorros de arena. Con el bombeo las máquinas limpian las paredes de los edificios soplando la arena en las piedras para llevarse la suciedad y las manchas. De forma similar, el viento que lleva arena y tierra se lleva parte de las rocas. Debido a que algunas partes de las rocas son más blandas que otras, esas rocas a menudo adquieren formas extrañas” (Curtis y Reigeluth, 1984, pág. 111).

El mayor nivel de enriquecimiento que estos investigadores encontraron en una analogía fue aquel en el que un análogo se empleaba para explicar más de un tópico, o cuando varios análogos se usaban para explicar un único tópico. Las denominaron analogías *extendidas*.

Las analogías extendidas se encontraron con mayor dificultad en la muestra analizada por Curtis y Reigeluth. Sólo 27 (13%) de las analogías que se identificaron pudieron clasificarse como analogías extendidas.

Un ejemplo de analogía extendida que los investigadores encontraron en su análisis, y en el que se usaron dos análogos para explicar un tópico, es el siguiente:

“Compara nuestro cuerpo y las células y órganos que lo componen con el flujo de un depósito ... Si la cantidad de agua que entra en el depósito es igual a la que lo deja, el nivel del agua no cambiará. Se dice que este sistema está activamente equilibrado, o en *equilibrio dinámico*. El circo de malabaristas mantiene un balance activo ya que en los malabaristas varios objetos se mantienen en equilibrio dinámico. Los procesos de nuestro cuerpo son regulados para que muchos de dichos equilibrios dinámicos tengan lugar. Uno de esos es el balance de moléculas de glucosa que entran y salen a la corriente sanguínea” (Curtis y Reigeluth, 1984, pág. 112).

Curtis y Reigeluth, a la vista de los resultados de su investigación, hacen una serie de advertencias relacionadas con las características y conocimiento del análogo y con la identificación de la analogía como estrategia cognitiva a los autores de libros de texto. Se explicitan a continuación.

Una analogía puede ser un recurso didáctico importante ya que permite a los alumnos comprender lo que es difícil o poco familiar. Sin embargo, el análogo debe ser muy familiar, simple y concreto para que pueda ser usado en adquirir la nueva información. De lo contrario podría causar confusión o errores conceptuales.

A menudo se asume, especialmente por los autores de libros de texto, que el alumno conoce el análogo que se va a usar y la estrategia cognitiva de pensamiento analógico. Esto puede explicar porqué, de las 216 analogías, 106 (49%) no describen el análogo ni advierten sobre la estrategia cognitiva antes de presentar el tópico. Esta asunción del conocimiento previo de los alumnos, sin embargo, puede ser incorrecta.

En los casos en los que el análogo es poco familiar al alumno, puede ser útil el explicar o describir el análogo. Si el análogo es familiar pero complejo, es beneficioso repasarlo antes de usarlo en la analogía. En los textos analizados por los investigadores se encontraron 95 (44%) analogías en las que el análogo se explicaba. Un ejemplo es el siguiente:

“Cada acción de un presidente es pensada, hablada, debatida y analizada. El resultado es crear una imagen del hombre, documentada con muchísimos datos.

Pero las personas también se interesan por cómo era durante su infancia y sus años de formación. ¿Influyen en sus acciones esas experiencias de juventud?. Un camino para buscar respuestas es hablar con los miembros de la familia que compartieron, influenciaron sus experiencias de juventud.

En algunos aspectos, el planeta Tierra es parecido a un presidente... nosotros sabemos que tenemos pocos datos del nacimiento de la Tierra y de sus épocas de juventud, porque han sido destruidos por la erosión.

Sin embargo, nosotros nos preguntamos si la actividad presente de la Tierra refleja eventos que sucedieron durante esos años, y como con el presidente, un camino para resolver la cuestión es examinar los vecinos de la Tierra en el espacio.

Este camino es prometedor, porque todos los planetas nacieron juntos y han sido vecinos durante un largo tiempo. Sería posible recoger de otros planetas pistas sobre la juventud del planeta Tierra” (Curtis y Reigeluth, 1984, pág. 112).

La identificación expresa de la analogía como una estrategia cognitiva es otra técnica utilizada por los escritores de libros de texto. De esta forma se advierte al alumno, con una indicación, de que va a ocurrir una comparación entre una situación familiar y otra no familiar con la finalidad de ayudarlo a comprender la situación poco familiar. Treinta y dos (15%) de las analogías que encontraron los investigadores en los textos incluían esta identificación. Un ejemplo es el siguiente:

“La zona de baja velocidad, por tanto, parece ser la clave para desarrollar una imagen de los procesos internos de la Tierra. La imagen ha sido clarificada por medidas de las oscilaciones libres de la Tierra. Puede

explicarse cómo se lleva a cabo mediante una analogía con las campanas. Una campana hecha con hierro rígido es muy elástica y suena durante muchos minutos. Una campana hecha con cobre -metal más plástico- vibrará durante pocos segundos. Analizando el sonido de una campana (que significa el análisis de su vibración) es posible determinar sus propiedades elásticas y plásticas. Lo mismo se puede hacer con la Tierra, cuando un terremoto la hace vibrar” (Curtis y Reigeluth, 1984, pág. 113).

Finalmente, de las 127 analogías que explicaban el análogo o que identificaban la estrategia, sólo 17 (8%) incluían la identificación y la explicación del análogo. Puede deberse, según los investigadores, a que se asume que con la explicación del análogo se aporta bastante explicación al alumno para utilizar la estrategia cognitiva, no siendo necesario nombrarla.

Curtis y Reigeluth concluyen haciendo las dos observaciones siguientes en relación con la frecuencia de las analogías:

1. Cuando se compararon ediciones diferentes de los textos de una misma editorial de la muestra de análisis se encontró que habían menos analogías en la edición última. Lo atribuyeron a que los autores no eran los mismos, en unos casos, y a la necesidad de condensar algunas secciones del texto para ampliar otras, en otros.
2. Del análisis de los 26 libros de texto se detectó que ciertas analogías aparecían repetidamente. Puede deberse este hecho a la familiaridad que suponen para el autor, o puede ser un indicio de aquellas analogías que han sido consideradas por los autores como muy poderosas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Además, señalan que este estudio es exploratorio, diseñado para analizar, clarificar y definir el uso de las analogías en los libros de textos ya mencionados y resumen los resultados del mismo en los siguientes puntos:

1. Las analogías se usan a menudo en los libros de texto.
2. Las analogías asumen variedad de estructuras y posiciones en los libros de texto.

3. El tipo y la cantidad de explicación incluida en la analogía varía y depende de la preferencia individual del autor, del nivel del alumno al que va dirigida y/o de la naturaleza de la analogía misma.

Por último, basándose en la clasificación presentada en este trabajo, Curtis y Reigeluth afirman lo siguiente:

1. Las analogías parecen ser más usuales en los contenidos más complejos y difíciles.
2. Las analogías de relaciones estructurales se construyen para tópicos más fáciles y más concretos. Las de relaciones funcionales para tópicos más difíciles y abstractos.
3. El formato verbal puede ser suficiente para visualizar el tópico. Sin embargo, para la instrucción de los alumnos menos habilidosos, son preferibles las analogías pictórico-verbales.
4. En la mayoría de los casos, las analogías deberían consistir en un análogo concreto y en un tópico abstracto, a efectos de hacer a los alumnos el contenido difícil y abstracto más simple y más familiar.
5. La posición más efectiva del análogo en relación al tópico parece ser la de organizador avanzado o activador incrustado. Como activador avanzado puede usarse para suministrar información que el alumno utilizará más tarde. Como activador incrustado puede usarse para explicar información precedente e introducir información posterior.
6. Las analogías deberían incluir descripciones de las semejanzas entre análogo y tópico. Explicar las limitaciones de posibles semejanzas aumenta el poder de las analogías.
7. El análogo debería explicarse o describirse, para asegurar de esta manera que el alumno comprende la analogía. También se debe identificar o explicar la estrategia analógica que se pretende emplear.

Curtis y Reigeluth proponen que se deberían analizar más libros de texto de diferentes editoriales para enriquecer y mejorar, con futuras adiciones y/o modificaciones, el esquema de clasificación que ellos han diseñado y empleado en esta investigación.

Una investigación posterior de las analogías presentes en los libros de texto es la que llevaron a cabo **Thiele y Treagust en 1994**. En ella los investigadores analizaron la naturaleza de las analogías presentes en 10 libros de texto de química de educación secundaria, publicados por diferentes editoriales en Australia.

Identificaron un total de 93 analogías. La cantidad de analogías variaba, considerablemente, de unos textos a otros, de modo que cinco textos tenían menos de 6 analogías y los otros cinco entre 12 y 18 analogías.

El criterio de clasificación de las analogías que Thiele y Treagust utilizaron estaba basado en el de Curtis y Reigeluth (1984), pero con algunas modificaciones y aclaraciones. De este modo las analogías se clasificaron según nueve criterios y no seis, como proponían Curtis y Reigeluth. Los tres criterios que se añadieron son los que se exponen a continuación:

- a) contenido del tópico: aspecto de la materia (química) al que se refiere el tópico.
- b) localización de la analogía a través del texto.
- c) limitaciones: la presencia de limitaciones o advertencias que especifiquen a los alumnos aquellas correspondencias que no se deben establecer entre el análogo y el tópico.

El contenido de los distintos tópicos (o área de la química a la que pertenece cada uno de los tópicos) que se identificó para cada una de las analogías es el que aparece reflejado en la tabla I.1.2. En ella se puede apreciar que una proporción considerable de las analogías (21.23%) se refieren a la *Estructura Atómica*. Otros contenidos en los que las analogías se usan con bastante frecuencia son *El Enlace* (12.13%) y *La Energía* (11.12%), incluyendo en esta última la teoría de las colisiones.

CONTENIDO DEL TÓPICO	N	%
Ácidos y bases	6	6.4
Métodos analíticos	3	3.2
Estructura atómica	21	22.6
Bioquímica	6	6.4
Enlace	12	12.9
Equilibrio químico	5	5.4
Procesos químicos	1	1.1
Energía	11	11.8
Procesos industriales	1	1.1
Naturaleza de la materia	8	8.6
Orgánica	5	5.4
Tabla periódica	2	2.3
Velocidad de reacción	3	3.2
Soluciones	3	3.2
Estequiometría	6	6.4
TOTALES	93	100

**Tabla I.1.2. Análisis de la frecuencia de las analogías según el contenido del tópico en la investigación llevada a cabo por Thiele y Treagust (1994).**

El número de la página en la que se identificó cada analogía se usó para determinar una medida decil de la localización de la analogía dentro del texto. Los datos aportados mostraron que las analogías tendían a usarse más frecuentemente al comienzo de los textos. Los investigadores interpretaron este hallazgo aludiendo a que los autores de los textos veían las analogías como estrategias simpáticas para los estudiantes, por lo que debían acomodarse al principio del estudio de la química.

Thiele y Treagust examinaron cada una de las analogías para ver si incluían una información general sobre la limitación del uso de la analogía o una información relatando aquellas comparaciones que no debían ser establecidas entre el análogo y el tópico (comparaciones incoherentes). Clasificaron las analogías en analogías que no



especificaban ninguna información sobre las limitaciones y analogías que sí aportaban información específica sobre las limitaciones. Solamente se encontraron 8 analogías con limitaciones, de las que cuatro pertenecían a un único texto.

Los investigadores quisieron ser muy claros en lo que respecta al formato de presentación de las analogías. Decidieron que una analogía se denominaría *pictórica-verbal* sólo si la imagen representaba al análogo, y no al tópico.

En la categoría de posición añadieron una subcategoría que denominaron *marginalidad*. Y es que estos investigadores descubrieron que 30 analogías (32%) estaban posicionadas en el margen de los textos. Esta posición marginal fue notoria en tres de los textos que tenían espacio marginal.

Cincuenta y dos analogías (56%) se presentaron como *activadores incrustados*, lo que constituye una gran mayoría. Esto es debido a que en esta situación se explica el análogo a medida que se establecen las comparaciones con el tópico cuando la analogía es enriquecida.

En lo que se refiere al nivel de enriquecimiento, Thiele y Treagust clasificaron las analogías -al igual que Curtis y Reigeluth- en *simples*, *enriquecidas* y *extendidas*. Sin embargo, estos investigadores consideran que una analogía es extendida cuando varios análogos o varios aspectos de un análogo se usan para describir el tópico.

Para concluir, se adjuntan las tablas I.1.3, I.1.4, I.1.5 y I.1.6. Estas tablas muestran la clasificación de las analogías según los criterios establecidos por Curtis y Reigeluth, con las modificaciones de Thiele y Treagust que se comentaron anteriormente.

ANÁLISIS DE LA POSICIÓN DECIL DE LAS ANALOGÍAS EN LOS TEXTOS			
Localización (Decil)	n	%	Cum (%)
0	21	22.6	22.6
1	12	12.9	35.5
2	14	15.0	50.5
3	9	9.7	60.2
4	9	9.7	69.9
5	4	4.3	74.2
6	9	9.7	83.9
7	12	12.9	96.8
8	3	3.2	100.0
9	0	0.0	100.0

**Tabla I.1.3. Análisis de la posición decil de las analogías en los textos.**

TOTAL DE ANALOGÍAS SEGÚN SU RELACIÓN ANALÓGICA, FORMATO DE PRESENTACIÓN, CONDICIÓN Y POSICIÓN													
Texto	n	Relación analógica			Formato de presentación		Condición			Posición			
		Est	Fun	Est/ Fun	Verbal	Pictórico-Verbal	Con/ Con	Abs/ Abs	Con/ Abs	Mar	Org. Av.	Act. Inc.	Pos Sint.
A	17	2	10	5	8	9	1	0	16	7	1	7	2
B	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
C	5	1	1	3	3	2	0	0	5	1	0	4	0
D	3	0	2	1	2	1	0	0	3	1	0	2	0
E	12	0	8	4	1	11	0	0	12	7	0	3	2
F	4	0	2	2	3	1	0	0	4	0	0	4	0
G	14	6	7	1	11	3	0	4	10	0	2	12	0
H	14	3	6	5	13	1	1	0	13	0	2	12	0
I	5	2	1	2	2	3	0	1	4	0	0	5	0
J	18	2	7	9	5	13	5	0	13	14	2	2	0
Total	93	16	45	32	49	44	7	5	81	30	7	52	4

**Tabla I.1.4. Relación analógica, formato de presentación, condición y posición.**

FRECUENCIA DE MARGINALIDAD Y ANALOGÍAS PICTÓRICAS EN LOS LIBROS DE TEXTO			
	Marginalidad	Espacio de copia	Total
Verbal	5	44	49
Pictóricas	25	19	44
Total	30	63	93

**Tabla I.1.5. Frecuencia de las analogías de formato pictórico y verbal localizadas en el margen y en el espacio de copia del texto.**

TOTAL DE ANALOGÍAS SEGÚN SU NIVEL DE ENRIQUECIMIENTO, ORIENTACIÓN PRE-TÓPICO Y LIMITACIONES										
Texto	n	Nivel de enriquecimiento			Orientación pre-tópico				Limitaciones	
		Simp.	Enriq.	Ext.	Exp. Anal	Estra. Ident.	Ambos	Nin- guno	Nin- guna	Se Espe- cifican
A	17	10	6	1	7	0	0	10	17	0
B	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
C	5	0	3	2	1	0	4	0	4	1
D	3	1	2	0	2	0	1	0	3	0
E	12	8	3	1	5	0	3	4	12	0
F	4	1	3	0	2	0	1	1	4	0
G	14	4	9	1	5	4	2	3	13	1
H	14	9	3	2	6	0	0	8	13	1
I	5	3	2	0	4	0	0	1	4	1
J	18	6	3	9	12	0	0	6	14	4
Total	93	42	35	16	45	4	11	33	85	8

**Tabla I.1.6. Nivel de enriquecimiento, orientación y limitaciones**

Otro análisis muy interesante de las analogías presentes en los libros de texto de biología y química de educación secundaria, usados en institutos australianos, es el que llevaron a cabo por **Thiele, Venville y Treagust en 1995**.

Estos investigadores afirman en este trabajo que, si bien los autores de libros de texto emplean las analogías como ayuda a la explicación de conceptos científicos abstractos –conceptos teóricos-, existe peligro en ellos de que las analogías puedan ser utilizadas incorrectamente por los alumnos ya que los contenidos de los libros de texto raramente son discutidos entre los profesores y los alumnos en clase.

Thiele, Venville y Treagust examinaron cuatro libros de biología y diez libros de química, identificando y analizando todas las analogías presentes en ellos. Eran textos recomendados para estudiantes de biología y química de *senior high school*<sup>2</sup>, con edades comprendidas entre 16 y 18 años. Cada analogía fue cuidadosamente estudiada y clasificada, atendiendo a los cuatro criterios siguientes:

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	BIOLOGIA		QUIMICA	
	N=174	%	N=93	%
<i>Relación analógica</i>				
Estructural	33	19	16	17
Funcional	92	53	45	48
Estruc./Func.	49	28	32	35
<i>Formato de presentación</i>				
Verbal	168	97	49	53
Pictórico/Verbal	6	3	44	47
<i>Nivel de Abstracción</i>				
Conc./Conc.	59	34	7	7
Abstr./Abstr.	7	4	5	5
Conc./Abstr.	108	62	81	88
<i>Nivel de Enriquecimiento</i>				
Simple	105	61	42	45
Enriquecida	51	29	35	38
Extendida	18	10	16	18

**Tabla I.1.7. Criterios de clasificación de las analogías y resultados de la investigación llevada a cabo por Thiele, Venville y Treagust (1995).**

<sup>2</sup>Se trata de alumnos de 1º y 2º de Bachillerato de Enseñanza Secundaria (Consejería de Educación de la Embajada de España: <http://www.sqci.mec.es/au>).

- a) relación analógica entre el análogo y el tópico.
- b) formato de presentación.
- c) nivel de abstracción del análogo y del tópico.
- d) extensión de las semejanzas o nivel de enriquecimiento entre el análogo y el tópico.

La tabla I.1.7 refleja que en los catorce libros de texto analizados se identificaron 174 analogías de biología y 93 analogías de química. También refleja que las analogías de biología y de química tuvieron proporciones similares en lo que respecta a la relación analógica, hecho que no se manifiesta en los restantes criterios de clasificación.

Una *analogía estructural* que se identificó en varios libros de química es la que relaciona la estructura de un átomo a una pulga en el centro de un gran campo de deportes. Esta comparación muestra que el volumen del núcleo es una parte muy pequeña del volumen de un átomo. En esta analogía no se han establecido semejanzas entre aspectos funcionales, sólo se han establecido semejanzas estructurales. Esto se usa, particularmente, cuando los autores desean indicar alguna semejanza proporcional de tamaño, forma o distancia.

Las *analogías funcionales* son aquellas en las que la función, pero no la estructura, del análogo es comparada con el tópico. En biología tienden a estar relacionadas con sistemas o procesos biológicos, tales como la respiración. Una analogía funcional que se identificó es la siguiente:

“La cantidad de oxígeno usado por un cerdo de guineano fue la misma que necesitó una cantidad de madera para quemarse y producir la misma cantidad de calor. Por ello se puede concluir que el cuerpo usa el oxígeno para quemar lentamente. Como sucede en un incendio, los compuestos orgánicos se combinan con el oxígeno. Se produce dióxido de carbono y agua, y la energía química se convierte en otras formas de energía, incluyendo el calor” (Thiele, Venville y Treagust, 1995, pág. 225).

Las analogías de química del tipo *estructural/funcional* se usaron para describir la función de una entidad, a menudo un electrón, donde tanto la estructura del análogo como la función se atribuyeron al tópico.

Una analogía de este tipo que se identificó en la investigación es

la que emplea como análogo el uso de pegar por los dos lados fotografías dentro de un album, para describir la manera en la cual los electrones -entre dos núcleos- atraen a ambos núcleos simultáneamente y mantienen la molécula unida (Thiele, Venville y Treagust, 1995, pág. 225).

Se identificaron muchos términos metafóricos en los textos de biología que, si se hubiesen clasificado como analogías, hubiesen sido del tipo estructural/funcional. Por ejemplo, "una pala mecánica en relación a las patas", "un morral en relación a un pico", ... Dichos términos no fueron considerados por los investigadores como analogías. Es más, términos como "familia de hidrocarburos", "barrera de energía", ... aparecen a veces en itálica o con la palabra parecido. Aunque indiquen algo de analógico, han estado presentes desde las etapas tempranas del desarrollo del concepto y ahora forman parte del lenguaje de la ciencia, por lo que los investigadores tampoco los consideraron como analogías.

Un 47% de las analogías de química y un 3% de las analogías de biología fueron clasificadas como *pictórico-verbales*, ya que incluyeron algún tipo de representación no-verbal del análogo. Los diagramas e imágenes del concepto objetivo no se consideraron analogías pictóricas.

La visualización es necesaria cuando cuando la analogía describe estructuras invisibles y procesos que no son observados con facilidad por los estudiantes, por lo que está referida al análogo. El uso de estas analogías en los textos de biología fue infrecuente, sobre todo cuando se comparó dicha frecuencia con la de los textos de química. Una explicación puede estar en el hecho del gran número de imágenes motivacionales y fotografías que acompañan a los textos de biología. En contraste, los textos de química tienen imágenes de estructuras moleculares, menos significativas y motivacionales. Esta tendencia puede cambiar en un futuro cercano -según los investigadores- en el que se puedan tener fotografías de estructuras moleculares. Modelos de computación avanzada pueden también ayudar a la visualización de los estudiantes. Por todo ello es probable que se observe una disminución del uso de analogías pictóricas en los textos de química de la próxima década.

El 88% de las analogías de química mostraron un *análogo concreto para un objetivo abstracto*. Un ejemplo de una analogía de este tipo es la anterior, la del album de fotografías y la molécula diatómica. La mayor proporción de los textos de química (88% frente al 62%) se debe, según los investigadores, al mayor nivel de abstracción de algunos conceptos químicos. Sin embargo, las analogías tipo

*concreto/concreto* fueron mucho más abundantes en biología (34%) que en química (7%). Esto puede deberse, según los investigadores, a la dificultad de observar algunos fenómenos concretos, tales como la peristalsis. A continuación se muestra otro ejemplo de este tipo de analogía que se identificó en la investigación:

“Detrás de la masa de comida los músculos se contraen. Por ello la comida es aprisionada de forma parecida a como es aprisionada la última pasta de dientes que queda en el tubo. El proceso es llamado peristalsis” (Thiele, Venville y Treagust, 1995, pág. 226).

Historicamente -comentan los investigadores- los conceptos básicos de biología, tales como la herencia, se enseñaban en un contexto abstracto. La tendencia ha sido la de fomentar en el presente que los mismos conceptos básicos se enseñen de forma significativa en contextos concretos. Así, las leyes de Mendel y la teoría de los cromosomas pueden presentarse en el más concreto y personal contexto de las anormalidades humanas, uniones sexuales y enfermedades genéticas. Es decir, contextos de la vida diaria. La proporción elevada de analogías del tipo *concreto/concreto* en los textos de biología puede reflejar esta tendencia.

Advierten que el uso frecuente de *analogías simples* en biología (61%) puede ser un factor que lleve a los estudiantes a tener errores conceptuales. Algunas analogías simples tienen su razón de ser debido a la sencillez de lo que se intenta explicar; otras debido al pequeño espacio de texto que tenía para ello el autor. Por ejemplo, en la analogía simple que se muestra a continuación la explicación de las semejanzas entre análogo y tópico puede considerarse innecesaria.:

“Pastadores, esos animales que predominantemente comen hierva, tienen dientes con numerosas sierras pequeñas, de forma parecida a una lima” (Thiele, Venville y Treagust, 1995, pág. 226).

Pero las analogías simples también se usaron para explicar las semejanzas entre conceptos más complejos como el “antígeno” y “anticuerpo”, tal como se muestra a continuación:

“El anticuerpo tiene zonas apropiadas a la hechura del antígeno. Esto es similar al mecanismo de una llave y una cerradura” (Thiele, Venville y Treagust, 1995, pág. 227).

Para los investigadores no queda claro si algunas analogías simples se usan como una herramienta de asimilación y comprensión o como un elemento de sorpresa debido a su carácter metafórico.

Hay poca evidencia de esas analogías simples en los textos de química que se examinaron; el lenguaje usado en biología parece llevar más a su uso. Hay evidencias de que las analogías simples dejan a los estudiantes libertad para llegar a sus propias conclusiones sobre el contenido científico. Las conclusiones están basadas en las interpretaciones de los estudiantes y puede suceder que no estén en concordancia con la ciencia convencional.

Tal como refleja la tabla I.1.7, los textos de química mostraron una mayor proporción de analogías enriquecidas y extendidas que los textos de biología. Esto delata el mayor grado de abstracción de muchos de los conceptos químicos. Los autores de dichos libros debieron haber supuesto que era necesario explicitar las comparaciones entre el análogo concreto y el tópico abstracto para crear el nivel de visualización deseado del concepto abstracto.

Historicamente, los libros de texto han jugado un papel fundamental en la enseñanza y en el aprendizaje de la ciencia. Por este motivo la investigación concluye proponiendo cuatro recomendaciones a los profesores:

1. Los profesores deberían ser conscientes de que la abstracción de una disciplina particular influye en la necesidad de buscar representaciones alternativas, tales como las analogías. Donde la naturaleza del contenido científico es abstracta, los estudiantes requerirán representaciones alternativas para visualizar el concepto. Las analogías pueden desempeñar satisfactoriamente esta función.
2. Los profesores deben aprender a reconocer las analogías de los textos para destacarlas y hacer que los alumnos tomen conciencia de ellas más fácilmente. Si los alumnos son adiestrados en reconocer la parte del texto analógica, la probabilidad de que la transferencia analógica ocurra correctamente es mayor.
3. Los profesores deben usar con los alumnos las analogías de los libros de texto. Además, deben suplementarla con una explicación más extensa

cuando sea necesario. En este estudio se han identificado bastantes analogías simples, por lo que los profesores deben indicar a sus alumnos (o invitarlos a que ellos lo hagan) las semejanzas entre el análogo y el tópico y sus limitaciones. Y es que los estudios que han investigado las intenciones de los autores con respecto a la inclusión de las analogías en los libros de texto han revelado la presión a que los autores están sometidos con la finalidad de que el espacio de copia sea mínimo (Thiele y Treagust, 1994).

4. Los profesores deben identificar el papel que las frases analógicas tienen en el lenguaje, concretamente en el lenguaje científico (familia de hidrocarburos, barrera de energía, ...) y explicarlo a los alumnos. De esta manera se fomentará un aprendizaje más significativo.

Otra investigación muy interesante es la que llevaron a cabo **Thiele y Treagust (1995)** con los libros de texto de Química de *senior high school* en Australia, para alumnos con edades comprendidas entre los 16 y los 18 años.

Analizaron 8 libros de texto y encontraron un total de 62 analogías. Además de analizar críticamente las analogías que identificaron, los investigadores entrevistaron a los autores de dichos libros de texto para conocer su opinión acerca de las analogías presentes en ellos.

El análisis de cada una de las analogías se llevó a cabo de acuerdo a los siguientes criterios:

- el contenido del tópico
- el nivel de enriquecimiento
- evidencia de explicación adicional del análogo
- evidencia de estrategia de indentificación de la analogía
- formato de presentación
- presencia de limitaciones o advertencias.

Las entrevistas con los autores de los libros de texto giraron en torno al uso de las analogías y a las razones de incluirlas o excluirlas de los libros de texto. Revelaron, por ejemplo, que los autores no confundían



analogías con ejemplos y que algunos no sabían diferenciar entre analogía y modelo.

La presencia de las analogías en los textos varió marcadamente entre los diferentes autores. Los contenidos sobre los que versaron, con mayor frecuencia, son los siguientes:

- estructura atómica: 12.19%
- energía (incluyendo teoría de colisión): 9.15%
- enlace: 8.13%

El carácter submicroscópico de los conceptos o tópicos relacionados con estos contenidos indica que las analogías han sido incluídas en el texto con la finalidad de permitir su visualización.

Según estos investigadores, el proceso de visualización en el aprendizaje de conceptos teóricos es muy importante, ya que ayuda a la comprensión. Las analogías provocan un proceso de visualización, sobre todo cuando son pictóricas. Por este motivo es muy importante el formato en el que figuran las analogías en los libros de texto.

Este hecho es el que condujo a averiguar el formato en el que las analogías figuraban en los libros de texto.

Se identificaron 34 *analogías pictóricas* que comprendieron el 55% del total de las analogías. Estaban localizadas con bastante frecuencia en el margen del texto, como una anécdota de carácter secundario.

Por el contrario, las *analogías verbales* raramente se encontraron en el margen. Este hecho indica que los autores, cuando usan analogías pictóricas, tienden a no sacrificar el espacio de copia. De hecho, los autores confirmaron a Thiele y Treagust que tenían limitado el espacio de copia con la finalidad de que el coste del libro fuese mínimo.

En este trabajo de investigación Thiele y Treagust lamentan que, a pesar de la unanimidad que existe entre los investigadores (Duit, 1991; Glynn, 1991) sobre la importancia que tiene la descripción de las semejanzas entre el análogo y el tópico, un alto porcentaje de las analogías analizadas -60.37%- fueran *analogías simples*. Sólo el 26.42% de las analogías fueron clasificadas como *enriquecidas* y el 13.21% como *extendidas*.

Una restricción muy importante en el uso de las analogías en la enseñanza está relacionada con la no familiaridad para los alumnos del análogo seleccionado por el autor del libro de texto. Una proporción significativa de alumnos no comprende la analogía debido a este hecho. Por este motivo Thiele y Treagust advierten a los autores de libros de

texto para que reduzcan este problema, añadiendo una explicación adicional del análogo con aquellos aspectos que van a intervenir en el proceso de extrapolación (proceso en el que se establecen las comparaciones entre los aspectos semejantes del análogo y del tópico). Esto aseguraría que los alumnos se centrasen en las semejanzas apropiadas entre el análogo y el tópico en el momento de la transferencia analógica.

Un 43.69% de las analogías incluían alguna *explicación del análogo*. Conviene decir en este punto que, durante las entrevistas llevadas a cabo por los investigadores, la mayoría de los autores comentaron que debería ser el profesor en clase el que diese esta explicación adicional.

Los alumnos pueden encontrar dificultades al usar las analogías de los textos si no reconocen un pasaje del mismo como analógico. Mientras en una clase normal la explicación alternativa puede distinguirse fácilmente del contenido corriente de la explicación por el cambio en la voz del profesor, la manera de explicar, ... esto no resulta tan obvio cuando la analogía se encuentra en un texto. Es más que deseable, en este caso, que el autor utilice una *estrategia de identificación* para advertir al alumno de la presencia de la analogía, tal como la introducción del término *analogía* o *análogo*. Sólo 15 (24%) de las analogías identificaban claramente la estrategia con las palabras *analogía* o *análogo*.

Es evidente para los investigadores que, si esta estrategia de identificación se emplease más frecuentemente, el efecto sería similar al de un aviso por el que se dirige a los alumnos a través del procedimiento cognitivo correcto y, de esta forma, sería más difícil el establecimiento de comparaciones no deseables. Es decir, se evitaría la transferencia de conocimiento no deseable al tópico. Parece, por tanto, que mientras que se consideran en los textos las estrategias cognitivas, las metacognitivas no entran en consideración.

Cuando las analogías se usan en el aula, la discusión que se origina conlleva un *feedback* que lleva al profesor a detectar si se han establecido comparaciones no deseables entre el análogo y el tópico. Tanto los autores como los profesores no deben asumir que los alumnos son capaces de efectuar la correcta transferencia analógica sin ayuda. Es más, deberían aportar a los alumnos una explicación sobre como usar las analogías y deberían promover situaciones de discusión en la clase. Por lo tanto, Thiele y Treagust sugieren que la descripción de las comparaciones no deseables debe hacerse también desde los libros de texto. Los autores pueden pensar que esto no es necesario porque son los profesores los que van a guiar a los alumnos por el camino correcto. Sin embargo, apuntan estos investigadores, existen estudios que indican que los profesores no se extienden en la explicación de las

analogías que figuran en los textos de sus alumnos durante su rutina diaria de clase.

De las 62 analogías analizadas, sólo se encontraron 7 *analogías con limitaciones*.

Durante las entrevistas, los investigadores quisieron asegurarse de si alguno de los autores conocían el modelo TWA de Glynn (1991) o si tenían noticia de algún modelo relacionado con la presentación de las analogías en los textos. Ninguno de los autores recordó haber visto o usado un modelo para presentar las analogías en los textos.

Cuando Thiele y Treagust les comentaron si estaban interesados en incorporar algún banco de analogías experimentadas en una supuesta nueva edición de sus libros de texto, varios de los autores mostraron reticencias. Otros mostraron interés en tener disponible este banco en la guía del profesor.

Sin embargo, los autores de libros de texto han asumido que es el profesor en el aula el que usará las analogías de manera que amplíe su uso pedagógico.

La frecuencia de las analogías en los textos no parece ser un indicador de la buena voluntad de los autores para usar la analogía en la enseñanza; es más, presentan mala disposición a incorporar analogías ya que creen que la enseñanza con analogías debe envolver discusión o negociación con los alumnos.

Thiele y Treagust concluyen el presente trabajo de investigación haciendo la siguiente propuesta: se deben elaborar materiales, en forma de "guía del profesor", que faciliten el uso de las analogías a los profesores de química y a sus alumnos de una manera ejemplar.

Hacen hincapié en que esta investigación pone de manifiesto las limitaciones importantes en el uso de las analogías en los libros de texto. Revela que si bien se utilizan las analogías en los libros de texto, ni el profesorado ni los alumnos tienen una guía que facilite y garantice su uso de una manera fructífera; los autores de libros de texto no conocen los modelos para presentar las analogías en los libros de texto. El repertorio de buenas analogías que algunos autores de libros de texto y profesores poseen es muy limitado.

En este sentido, **Glynn (1991)** advierte que es común que las editoriales, en el "Libro del Profesor" ilustren todos los recursos incorporados para facilitar al alumno la comprensión de los conceptos científicos: mapas conceptuales, notas al margen, ilustraciones, artículos de prensa, sumarios, lista de términos importantes, actividades conceptuales, historia de la ciencia, fotografías, ... material suplementario tal como libro de trabajo, libro de recursos, videos

software, ... Sin embargo, las analogías raramente se mencionan en las introducciones de los libros de texto.

Lo mismo ocurre en aquellos textos en los que los autores hacen un excelente uso de las analogías. Una razón está en que la destreza para escribir buenas analogías está en lo que los psicólogos llaman "procedimental", más que "explicativo", entendiendo por conocimiento procedimental el conocimiento de "cómo hacer cosas" más que "cómo explicarlo con palabras".

Glynn (1991) también advierte de que ni los autores ni los profesores tienen guías o modelos para saber lo que es una buena analogía y cómo desarrollarla y evaluarla. Por este motivo el conocimiento de las analogías, su desarrollo y su evaluación es algo subjetivo, es más un arte que una ciencia. Este desconocimiento hace que algunos autores y profesores no tengan seguridad a la hora de proponerla y utilizarla como ayuda efectiva para la comprensión y el aprendizaje.

### **I.1.2. Analogías utilizadas por el profesor en el aula**

Existen pocos trabajos de investigación relativos a cómo utiliza el profesor las analogías en el aula. Por lo tanto, poco se sabe acerca de cómo se usan las analogías en las clases de ciencias (Duit, 1991).

Uno de los primeros estudios que se han llevado a cabo –y no precisamente en las clases de Ciencias de la Naturaleza - es el realizado por **Tierney (1988)** a partir de la observación de cuatro profesores de Ciencias Sociales durante un total de 20 sesiones de clases. Tierney se centró en la observación de los siguientes tipos de comparaciones usadas en las clases de Historia: semejanzas literales, comparaciones de mera apariencia, símiles, metáforas y analogías. Pudo observar cómo tales comparaciones se emplearon a menudo, pero mayoritariamente de una manera limitada: "rara vez los profesores se detuvieron para averiguar lo que los estudiantes habían comprendido de la comparación utilizada"(Tierney, 1988, p.13). Tal como sucedía con las analogías presentes en los libros de texto, los profesores que observó Tierney dieron por sentado que los estudiantes estaban familiarizados con el análogo y que podrían usar las comparaciones sin una guía.

Un trabajo posterior es el que ejecutaron **Treagust, Duit, Joslin y Lindauer (1992)** a partir de las observaciones de aula llevadas a cabo con diversos profesores de ciencias.

Observaron un total de cuarenta clases de ciencias de 9<sup>o</sup>, 10<sup>o</sup>, 11<sup>o</sup> y 12<sup>o</sup> grado de *high school* y *senior high school science faculty*<sup>3</sup>, con alumnos de edades comprendidas entre los 14 y 17 años, en un área metropolitana de Australia. Las clases fueron impartidas por un total de siete profesores y versaron sobre fuerzas, movimiento y energía, cambio químico, química general, física general, biología general y biología humana. Los siete profesores tenían una experiencia que oscilaba entre los 8 y los 20 años de enseñanza y fueron informados de que las observaciones de sus clases tenían la finalidad de averiguar la forma en que cada uno de ellos facilitaba la comprensión de los conceptos científicos a sus alumnos. Es decir, se les comunicó que los investigadores estaban interesados en observar cómo los profesores utilizaban ejemplos, libros de texto, preguntas y analogías o metáforas para hacer que los conceptos difíciles fuesen más fáciles de comprender.

Las observaciones se llevaron a cabo sin un esquema interpretativo de la investigación. La interpretación de las mismas se realizó a partir de notas de campo de las clases y de una entrevista con cada uno de los profesores observados al final de cada una de las observaciones periódicas.

Los investigadores centraron el objetivo de su estudio en averiguar cómo usaban los profesores, en sus explicaciones habituales, las analogías.

Pudieron observar que los profesores de este estudio rara vez utilizaron las analogías en sus clases: sólo se detectaron 6 analogías en las 40 sesiones de clase. De las 6 analogías detectadas, usando la clasificación de Curtis y Reigeluth (1984), tres se clasificaron como *simples* y las otras tres como *enriquecidas*. Las analogías clasificadas como *enriquecidas* eran analogías en las que el profesor mostró la trama o relación analógica entre el análogo y el tópico y/o explicó las limitaciones de la analogía para prevenir posibles errores o equívocos.

Las tres *analogías simples* se detectaron en biología general (función del ADN), biología humana (genes en los cromosomas) y química general (comportamiento de las moléculas de los gases), mientras que las tres *analogías enriquecidas* se detectaron en las clases de física general (vida media en la descomposición radiactiva, corriente eléctrica y campo eléctrico).

Este hallazgo contradice, aparentemente, los resultados de la entrevista: mientras la mayoría de los profesores (concretamente cinco)

---

<sup>3</sup>Se trata de alumnos de 3<sup>o</sup> y 4<sup>o</sup> de E.S.O. (9<sup>o</sup> y 10<sup>o</sup> grado de *high school*) y de 1<sup>o</sup> y 2<sup>o</sup> de Bachillerato (11<sup>o</sup> y 12<sup>o</sup> grado de *senior high school*), que han sido observados en las clases de ciencias (*science faculty*) (Consejería de Educación de la Embajada de España: <http://www.sgci.mec.es/au>).

afirmaron estar muy enterados de los beneficios y las limitaciones del uso de las analogías, eran incapaces de diferenciar entre analogías y ejemplos y, además, opinaron que ellos las utilizaban frecuentemente en las explicaciones de sus clases.

Analogías y ejemplos tienen propósitos similares en el proceso de aprendizaje ya que hacen familiar lo desconocido, por lo que no sorprende a los investigadores que los profesores no los distingan, máxime cuando el profesorado no ha tenido una formación sobre el uso de las analogías en la enseñanza.

Advirtieron que la analogía del campo eléctrico recibía mucha atención por parte del profesor y que éste cambiaba los roles de análogo y tópico varias veces durante su explicación; es decir, el profesor usaba el campo eléctrico para explicar características del campo gravitatorio y el campo gravitatorio para explicar características del campo eléctrico.

Esta "manera dual" de usar las analogías es, para los investigadores, de gran importancia ya que siempre que una analogía se usa no sólo se desarrolla el tópico sino que también se desarrolla el análogo. Esto es debido a que el análogo puede verse desde una nueva perspectiva, desde la perspectiva del tópico. Esta manera dual de usar las analogías no es novedosa ya que, por ejemplo, Sigmund Freud acostumbraba a hacer uso de ella cuando explicaba eventos psicológicos y antropológicos. Durante la explicación de esta analogía los alumnos intervinieron aportando sugerencias y el profesor describió algunas de sus limitaciones.

Concluyen afirmando que los profesores investigados no tenían un repertorio de buenas analogías y no estaban seguros de cómo usarlas efectivamente en el aula. Observaron que el uso de la analogía en los profesores de la investigación quedaba fuera de una perspectiva de aprendizaje constructivista, predominando la visión de enseñanza tradicional.

Por lo tanto, el uso de la analogía –cuando se usó – no estuvo fundamentado en un enfoque constructivista del aprendizaje.

Una investigación posterior de las analogías que usan los profesores de ciencias en el aula es la que formalizó **Dagher (1995)**. En ella se examinan las analogías utilizadas por los profesores y se vislumbran algunas de sus características especiales.

Muchas veces el lenguaje de la ciencia no refleja la naturaleza de la ciencia. Según Lemke (1990), el lenguaje científico dificulta el comunicarse con una audiencia; por ello, los buenos profesores de

ciencia encuentran lo necesario para romper las reglas y violar esas normas estilísticas, humanizando la ciencia cuando la comunican.

El uso de analogías por parte de los profesores reduce lo que Lemke llama la "mística de la ciencia", esta mística que aísla la ciencia de "los procesos sociales y de la actividad real humana".

Y es que "la ciencia es una actividad muy humana. Encierra actores humanos y juicios, rivales y antagonismos, misterios y sorpresas, el uso creativo de metáforas y analogías. Es engañosa, a menudo incierta, y algunas veces creativamente ambigua" (Lemke, 1990, p.134).

Los estudios de cómo los profesores usan las analogías para clarificar y quitarle mística a la ciencia en los centros de secundaria no existen, según Dagher (1995). Sin embargo, son necesarios para comprender su función en las clases y para revelar la riqueza en recursos de la práctica docente. Es más, conociendo la variedad de caminos en los que los profesores de forma espontánea o consciente usan las analogías en su enseñanza, se puede empezar a investigar sobre la efectividad de esas analogías para aumentar así el aprendizaje significativo de los estudiantes.

En este estudio, Dagher examina los caminos por los que los profesores humanizan la ciencia a través del uso de analogías. Explora el discurso de sus clases y examina cómo los profesores creativos usan las analogías para clarificar una idea, desarrollar un concepto o comunicar un mensaje.

El acto de explicar requiere frecuentemente la "invención y uso de modelos que posibiliten la comunicación al tratar fenómenos no observables" (Dagher, 1995, pág. 260). Valga como ejemplo el caso de la evolución, en el que las observaciones adicionales no deberían haber tenido muchas diferencias de los resultados explicativos. Sin embargo, el mecanismo de la evolución tuvo que ser imaginado dentro de algunos sistemas conceptuales, o ... dentro de un sistema de imágenes que debería dotarlo de plausibilidad. Estos sistemas de imágenes tienen frecuentemente la forma de analogías, metáforas o modelos y son tan importantes en la epistemología científica como en la ciencia escolar. Por este motivo Solomon (1986) comenta que las analogías "sostienen la modelación mental y que son herramientas esenciales para el aprendizaje y comprensión de la ciencia" (Solomon, 1986, pág.42).

Las analogías, apunta Dagher, envuelven comparaciones entre dos situaciones: una familiar y conocida y otra semejante pero desconocida. Para los profesores las analogías son herramientas que aumentan la comprensión de los estudiantes.

La analogía se puede definir como "aquellos aspectos del discurso explicativo del profesor que se usa una situación familiar similar para explicar un fenómeno poco familiar" (Dagher y Cossman, 1992, pág. 364).

Los objetivos que se propuso Dagher en este estudio, a través de la exploración de las analogías que el profesor usa en clase, fueron los siguientes:

- a) apreciar los distintos tipos de analogías.
- b) estudiar cómo formulan y expresan las analogías.
- c) averiguar cómo esas analogías son comprendidas y entendidas por los alumnos.

Las analogías que usa el profesor en el aula se pueden interpretar mediante la clasificación hecha por Curtis Reigeluth (1984) y Treagust, Duit, Joslin y Lindauer (1992). Sin embargo, Dagher cuestionó esta clasificación ya que es -según él- más difícil de llevar a cabo con las analogías que usan los profesores que con las que están presentes en los libros de texto. La clasificación puede dar una idea general de cómo los profesores usan las analogías en relación a cada uno de los criterios, pero a menos que se quieran más detalles, el análisis sería limitado.

También se pueden interpretar -comenta Dagher- a partir de la consideración de que la analogía es un proceso de comparación y que en él se pueden establecer distintos grados de semejanzas entre atributos y/o nexos, tal como establece el denominado *modelo estructural de razonamiento analógico*<sup>4</sup> (Gentner, 1983).

Este proceso de comparación, dependiendo de las semejanzas -y de sus grados- que se establezcan, permite clasificar las similitudes en cinco categorías<sup>5</sup>: a) analogía; b) abstracción; c) similitud literal; d) comparación de mera apariencia; e) anomalía.

Sin embargo, Dagher encuentra dos obstáculos serios a la hora de aplicar este sistema de clasificación de las analogías que utilizan los profesores en el aula. Con frecuencia los profesores no describen la trama o relación analógica entre el análogo y el tópico, lo que limita al investigador averiguar el tipo de semejanza que se ha querido emplear. Además, la construcción por parte de los alumnos de la trama o relación

---

<sup>4</sup>Cfr. I.2.3. Teoría sintáctica o teoría de extrapolación estructural.

<sup>5</sup>Cfr. I.2.3.2. Extrapolación estructural: bases de interpretación de la analogía.



analógica podría ser bastante diferente de la que intentó el profesor o de la que el investigador infirió. Al no tener datos de la trama o relación analógica de los alumnos, la naturaleza del mismo no se puede examinar.

Esta es la razón que le llevó, más que a seguir criterios de clasificación externos, a decantarse por un análisis más naturalista.

Fundamenta su estudio en las analogías que observó a partir de 40 transcripciones grabadas en las clases de 20 profesores de ciencias, con alumnos de séptimo y octavo grado<sup>6</sup> de edades comprendidas entre 12 y 14 años, en Newark, EEUU.

Sin especificar los detalles, los profesores participantes en el estudio conocían que el propósito de las observaciones era estudiar las interacciones profesor-estudiante. Sus estilos de enseñanza fueron diversos así como la experiencia docente que variaba desde 1 a 20 años. Solamente 11 de los 20 profesores utilizaron analogías en su discurso verbal.

La base de este análisis naturalista era el caer en la cuenta de que muchas de las analogías observadas eran únicas, desarrollando diferentes funciones y estructuras dependiendo de su contexto. Más que usar un esquema de clasificación preestablecido o buscar modelos de analogías para crear uno, Dagher examinó las analogías de los profesores como eventos únicos y fijos a contextos específicos. Ante la imposibilidad de poder presentar una descripción detallada de todas las analogías observadas, centró la discusión de sus observaciones en los cinco casos siguientes:

- Analogías compuestas
- Analogías narrativas
- Analogías procedimentales
- Analogías periféricas
- Analogías simples

La clasificación de los casos y de sus correspondientes títulos que se llevó a cabo fue posterior al estudio de los extractos analógicos de la investigación, y fue una consecuencia de la detección de características significativas en dichos extractos. A continuación se describen una serie de episodios que definen –o ejemplifican- cada uno de los casos anteriores.

---

<sup>6</sup>Se trata de alumnos de 1º y 2º curso de E.S.O. (Consejería de Educación de la Embajada de España: <http://www.sqci.mec.es/usa> ).

### Episodio 1: Analogías Compuestas

Los extractos de una clase de biología de séptimo grado demostraron que el profesor puede usar más de un análogo para explicar varias ideas relacionadas con el tópico.

Prueba de ello es el siguiente episodio en el que una profesora de ciencias se centra en las enfermedades de transmisión sexual. Lo hace durante una lección, que es continuación de otra previa y que trata sobre el sistema reproductivo. El modo de instrucción es directo, con estudiantes que la interrumpen durante todo el tiempo, con cuestiones y comentarios dirigidos más a desafiar su autoridad que a comprender lo que ella dice. Después de describir algunas enfermedades y sus síntomas, empieza hablando del SIDA, contando a los estudiantes que se transmite por vía sexual. Ella está aturdida por las intervenciones de los estudiantes. Ellos quieren conocer el origen del virus, pero por un rato ella se reserva la contestación sobre el modo de transmisión del virus. En el transcurso de la discusión la profesora emplea la analogía del resfriado.

#### *Diálogos.....*

Con sus cuestiones incesantes la profesora ignora la referencia de los estudiantes a las bacterias. Al comparar el SIDA con un resfriado la profesora quiere comunicar la idea de que ambos son transmitidos de persona a persona. En la discusión del SIDA la profesora fuerza la transmisión sexual antes de dar la analogía, y más tarde, la exclusión de mencionar cualquier otro camino de contraer el virus del SIDA.

Continuando con la discusión del SIDA, la profesora explica cómo el virus afecta al sistema inmunológico, usando una metáfora: *"el tipo de célula que es afectada con el virus del SIDA se llama T-célula. Es un tipo de glóbulo blanco. Y esta T-célula en una persona no infectada va a los sitios de nuestro cuerpo donde está la infección, y más bien se come la infección. Aclaro, este término lo estoy usando de manera figurativa. No es que tenga dientes y que lo mastique, pero engulle la infección"*.

Por lo tanto, la profesora hace un esfuerzo para asegurarse de que los estudiantes no toman literalmente la metáfora. Continúa para explicar el mecanismo de las infecciones víricas con SIDA usando la ciencia ficción, popular entre los adolescentes. (*".....alienígena....."*).

La analogía es ahora extendida y se establecen nuevas conexiones con el análogo, con antropomorfismo añadido para dramatizar el evento. La profesora combina la analogía del resfriado común con otra que hace referencia a un alienígena.

Por lo tanto, la profesora usa varios dominios familiares –análogos– para explicar varios conceptos de un dominio objetivo –tópico– : cómo se transmite el SIDA, como afecta al sistema inmunitario y como es tratado.

## Episodio 2: Analogías Narrativas

Este episodio de analogías contrasta con el anterior. El profesor usa un dominio fuente –análogo- para explicar varios conceptos del dominio objetivo –tópico-. Dado que el dominio fuente seleccionado es dinámico y parece una historia, Dagher designa a este episodio con el nombre de analogía narrativa.

El profesor empieza estudiando con sus alumnos de octavo grado la composición de la Tierra y el efecto de la densidad de las diferentes capas de la Tierra en la superficie de la misma, e inmediatamente lleva sus explicaciones a una analogía:

“... Asumamos que Jenny está ahí afuera, sentada en un bote. ¡Calma, por favor!. Correcto, calma, presten atención, Brad, ¡calma!. Bien, así que Jenny está ahí afuera en su propio bote y que el bote está flotando bellamente en el agua.

Nosotros podríamos usar esto como una analogía para explicar la corteza de la Tierra flotando en el manto. La corteza podría ser –calma, por favor- la corteza podría ser el equivalente al bote; el agua podría ser el equivalente al manto.

Y nosotros suponemos que como Jenny estaba afuera, remando, que ella introducía dentro del bote a algunas personas que conocía; introducía a Katy, a Mike y a Dany. ¿Qué nota Jenny cuando esas tres personas se introducen en el bote?.

El bote se va hundiendo. Supongamos que el bote de Jenny es lo suficientemente grande como para que aguante a cuatro personas; notaremos diferencia, sin embargo, cuando comparamos el bote con cuatro personas dentro y con una. ¿Porqué?. ¿Qué hace que el bote se hunda más cuando una persona extra se introduce en su interior?. ...

De acuerdo, la presión o la fuerza ejercida por el bote en dirección hacia el agua se ha incrementado” (Dagher, 1992, pág. 265).

El profesor utiliza el bote flotando en el agua como análogo para explicar el tópico de la corteza de la Tierra flotando en el manto. Explora los detalles asociados con el movimiento del bote en el agua causados por la adición o extracción en él de alumnos. Entonces describe la semejanza con el tópico de los desplazamientos en la corteza y el manto. A lo largo de su explicación verbal el profesor se refiere constantemente, y va modificando, la imagen del bote en el agua –análogo- para mostrar el paralelismo entre éste y los dos tópicos.

Los párrafos anteriores, según Dagher, invitan a reflexionar sobre la extensión con la que las analogías de este tipo pueden ser herramientas poderosas para la explicación de conceptos abstractos. Bruner (1990, p.80) sugiere que “los chicos comprenden con mayor facilidad las proposiciones lógicas cuando se sumergen en una historia

dinámica". Esto confirma la necesidad de aumentar la atención del poder de una historia en el estudio de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia. Las analogías narrativas, según Dagher, ofrecen pensamiento creativo y analítico junto a factores motivacionales que fundamentan el aprendizaje significativo.

### Episodio 3: Analogías procedimentales

Consta este episodio de dos extractos impartidos por dos profesores diferentes. Dagher las designó con el nombre de analogías procedimentales porque son analogías que están relacionadas con los procedimientos asociados al desarrollo de la ciencia, en la clase o en los laboratorios.

#### *Extracto 1.*

Antes de que los estudiantes se separen en pequeños grupos para encontrar el pH de varios líquidos y frutas, el profesor empieza la lección con una analogía. La analogía consiste en obtener el carnet de conducir y conducir; a la hora de realizar la experiencia de laboratorio, al igual que al conducir, hay cosas prohibitivas y cosas permitidas. Las prohibitivas hacen que obtengamos resultados no deseados, mientras que las permitidas hacen lo contrario.

#### *Extracto 2.*

El profesor de los estudiantes de séptimo grado explica varias ideas relacionadas con la evolución y los fósiles. En la analogía que utiliza intenta explicar a los estudiantes cómo los científicos interpretan eventos históricos que ellos no pueden reproducir mediante lo que hace la policía con las personas convictas que han cometido un delito. La policía no siempre tiene evidencias reales y completas del delito y recurre a las evidencias circunstanciales. Con una pequeña evidencia de esto y otra de aquello construyen una historia. Esta historia está fundamentada en pequeñas piezas o evidencias.

### Episodio 4: analogías periféricas

Según Dagher, una analogía periférica es una analogía secundaria o accidental cuya existencia depende de otra central. No se posiciona por sí sola, pero está embebida en el significado de la analogía y es creada espontáneamente como una ocurrencia tardía.

Este investigador observó cómo el profesor comenzaba la lección del sistema nervioso con los alumnos de séptimo grado. El profesor daba una explicación sobre las células nerviosas y los reflejos y el cordón espinal. Para demostrar más adelante como trabaja el cordón espinal el profesor cogía un cable de teléfono con muchos alambres individuales:

“...todos los colores están codificados, así que si alguien corta uno de esos cables y empalma, a continuación, los colores de nuevo, tendría una de las tareas más divertidas que hay; sería parecido a chequear documentos para ver si son o no falsos” (Dagher, 1992, pág. 267).

La analogía central es interesante, pero es la secundaria la que está embebida en ella y la que aparece subrayada aquí. No se explicaron ni se describieron las semejanzas entre el análogo y el tópico; no se consideró necesario.

### Episodio 5: Analogías simples

“...los granos azules son pequeños paquetes de energía almacenada procedente del sol, muy parecido a una batería. Y esos granos brotan y entonces empiezan a crecer y crecer hasta que han madurado, y como se cultivan producen más y más energía” (Dagher, 1992, pág. 268).

En la lección sobre la cadena alimenticia y la energía (granos azules o semillas de un arbusto) no se vuelve a mencionar a las baterías. Parecería una analogía periférica. Sin embargo, según Dagher, no se considera periférica ya que se conecta inmediatamente al tópico. Por ello, lo que distingue a esta analogía de la precedente es que una analogía simple necesita desarrollarse más adelante mientras que una periférica no.

El término “simple” no se refiere a la conexión obvia entre el análogo y el tópico sino a la brevedad del profesor en la referencia analógica.

Dagher concluye su estudio comentando que las analogías de los profesores representan ventanas relacionadas con sus estimaciones, preocupaciones, contenidos de conocimiento pedagógico, y herramientas atractivas para sus alumnos.

Las peculiaridades de esas analogías deberían ser una fuente de riqueza más que de preocupación, y las variaciones en la forma de expresión únicamente sugieren un espectro de posibilidades que uno debería esperar encontrar cuando observa una clase. Aunque la diversidad de estas formas es interesante, las funciones a las que sirven se relacionan con la clarificación de los conceptos científicos.

Los profesores muestran sensibilidad en sus analogías con los esquemas de conocimiento de los alumnos. Los análogos seleccionados incluyen experiencias de la vida diaria (resfriado), experiencias observables diariamente (policías, licencia de conductores), ciencia ficción (alienígenas), historias personalizadas (estudiantes en un bote) y objetos comunes (baterías).

Los profesores desarrollan estas analogías con una mayor (licencia de conducir) o menor extensión (batería), dependiendo, quizás, de la percepción que tiene el profesor sobre la importancia de lo que se está intentando hacer.

Dagher no planteó el grado con que las analogías podían conducir a errores conceptuales, aunque admite que la disparidad en el poder explicativo entre similitudes de varios tipos es algo muy interesante que debe considerarse en futuros estudios.

Afirma que la categoría de Gentner (1983) de similitudes literales, en las que las conexiones entre los dos dominios son grandes en predicados relacionales y atributo objeto, tiene poco poder explicativo. Sin embargo, esto no quiere decir que este tipo de similitudes sea pedagógicamente indeseable. Gentner (1989) sugiere que las similitudes literales, escasas en poder explicativo, pueden servir como precursoras para establecer pensamiento analógico más riguroso a través de categorías ontológicas. Los diferentes rangos de similitudes en relación a su poder explicativo necesitan conectarse con los niveles de comprensión de los estudiantes a la hora de introducir un concepto.

Sugiere que en futuros estudios se deben analizar las similitudes improvisadas de los estudiantes y se debe examinar cómo comunican su percepción y reconstruyen su comprensión a partir de las similitudes dadas por los profesores. De esta manera se aumentaría la comprensión y el conocimiento de semejanza en las analogías.

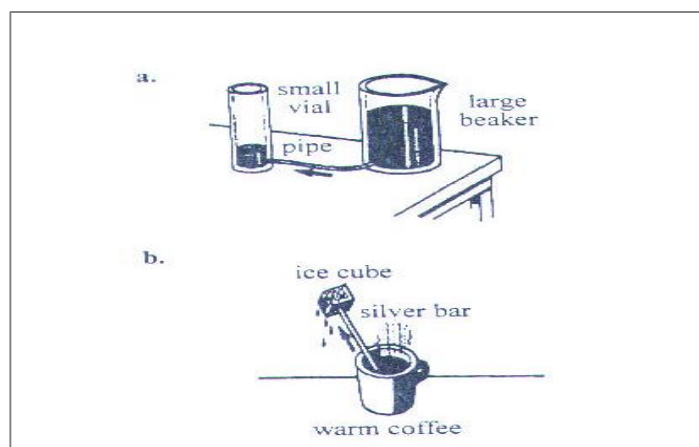
### I.1.3. Analogías generadas por los alumnos

Es conveniente distinguir las *analogías generadas por los alumnos* de las *analogías espontáneas*. El término espontáneo, aplicado a las analogías, significa "iniciado por sí mismo" (Clement, J., 1988, pág. 564). Por tanto, las analogías espontáneas son aquellas que elaboran los alumnos (Clement, J., 1988), de manera que son éstos los que proponen el análogo y la trama o relación analógica. Contrastan con aquellas en las que a los alumnos se les presenta el análogo -con lo que ya se les presenta parte de la analogía- y se les da la oportunidad de que la completen mediante la construcción de la trama o relación analógica. A estas últimas analogías se les conoce con el nombre de analogías generadas por los alumnos.

Trabajos de investigación recientes, como el de **Mason (1996)**, han puesto de manifiesto que una analogía generada por los alumnos, en lugar de ser presentada y justificada por el profesor, puede ser una herramienta poderosa en la comprensión de un tópico que requiere cambiar su concepción inicial. Se puede afirmar, por lo tanto, que los analogías generadas por los alumnos pueden emplearse para promover el cambio conceptual.

Mason experimentó con 84 alumnos de Enseñanza Primaria, entre 10 y 11 años de edad, de clase social media del norte de Italia. La mitad, aproximadamente, eran chicos y la otra mitad chicas. Utilizó como material dos experimentos científicos, uno de ellos relacionado con una corriente de agua y el otro con una corriente de calor, tal como puede apreciarse en la figura I.1.1.

Estos experimentos, según Mason, constituyen un buen ejemplo de analogía entre dos fenómenos físicos.



**Figura I.1.1. Ejemplos de situaciones físicas que envuelven una corriente de agua y una corriente de calor.**

Los dos experimentos se llevaron a cabo en la clase usando materiales cotidianos y familiares a los alumnos. En el primer experimento se usaron dos vasos de plástico de igual altura, pero el diámetro de uno de ellos era el doble del otro. Ambos estaban conectados por una manguera de goma, tal como puede apreciarse en la figura anterior, de tal manera que el agua vertida en el vaso de mayor diámetro fluía al de menor diámetro debido a la diferencia de presión.

En el segundo experimento se usó una taza de té. Estaba llena de agua hirviendo y una pequeña barra de cobre se había introducido en ella. Apoyado en la barra de cobre había un cubo de hielo; el agua que goteaba del cubo de hielo no caía dentro de la taza. La causa de que el hielo se funda al conectar ambos cuerpos a diferente temperatura es una corriente de calor. La temperatura de todos los elementos de este experimento tiende a alcanzar un estado de equilibrio con la temperatura de la clase.

Los alumnos se dividieron en tres grupos. A los alumnos de uno de ellos se les mostraron y explicaron los dos experimentos anteriores y se les construyó la analogía; es decir, el profesor presentó y justificó la trama o relación analógica que se muestra a continuación (Mason, 1996, pág. 8):

Diferencia de presión	↔	Diferencia de temperatura
Corriente de agua	↔	Corriente de calor
Vaso grande	↔	Agua caliente
Vaso pequeño	↔	Cubo de hielo
Manguera de goma	↔	Barra de cobre

A los alumnos del otro grupo se les mostró y explicó cada uno de los dos experimentos, pero el profesor no presentó la trama o relación analógica para que fuesen ellos –con la ayuda del profesor– los que la generasen. Finalmente, a un tercer grupo se les mostró y explicó el segundo experimento únicamente; la explicación fue, por lo tanto, una explicación no analógica.

Mason y Sorzio detectaron, previamente, las concepciones iniciales de los alumnos acerca del calor y de su transmisión. De esta manera pudieron observar que en los alumnos estaban presentes las siguientes concepciones:



- Los objetos ganan calor o frío por contacto con fuentes de calor o con fuentes de frío.
- Existe una lucha entre calor y frío como dos entidades opuestas. Son emitidos por distintos tipos de fuentes: el fuego produce calor y el hielo produce frío.
- Existen diferentes rutas para el flujo de calor y el flujo de frío.
- El calor opone resistencia al frío.
- No existe diferencia entre el calor y la temperatura.

Llegaron, mediante un análisis cuantitativo (ANOVA), a las siguientes conclusiones:

- a) la analogía, ya reconocida como una herramienta poderosa en el descubrimiento y aprendizaje científico, puede ser un camino para provocar un proceso de reestructuración del conocimiento (cambio conceptual). Sin embargo, el uso efectivo de la analogía está influenciado por las condiciones experimentales.
- b) La analogía actúa como una herramienta efectiva en la comprensión del fenómeno de la transmisión de calor cuando es generada por los propios alumnos.

Los alumnos que tuvieron la oportunidad de descubrir y construir la analogía (generar la analogía) por ellos mismos se centraron en un aspecto particular: el conductor entre los dos cuerpos o vasijas. Partieron de este aspecto y razonaron la situación para construir la trama o relación analógica entre los dos fenómenos.

Por otro lado, los alumnos que se encontraron con la trama o relación analógica ya construida y justificada no se beneficiaron de la analogía.

Los alumnos que tuvieron unos resultados de aprendizaje más bajos fueron aquellos que no tuvieron una explicación analógica.

El hecho de que el grupo que mejor comprendió y organizó los nuevos conocimientos fuese el que generó, con la ayuda del profesor, la analogía, muestra que ésta actúa sobre todo como una "herramienta operativa" que posibilita la construcción gradual de un nuevo mecanismo explicativo. El grupo al que el profesor explicó la analogía totalmente elaborada intentó acomodarla o integrarla en su conocimiento, pero no parece haber usado efectivamente esta herramienta para reestructurar el conocimiento.

En conclusión, se puede decir que la analogía actuó como un puente para facilitar la reestructuración del conocimiento, entendiendo por reestructuración un proceso muy lento y gradual en el que los alumnos cambian sus concepciones y creencias por nuevos esquemas interpretativos (cambio conceptual) (Mason y Sorzio, 1996, pág. 18).

Estos investigadores defienden que cuando la analogía se usa para promover procesos de reestructuración del conocimiento (cambio conceptual), se debe poner especial atención en el conocimiento y esquemas conceptuales previos que los alumnos tienen acerca del tópico.

El hecho de utilizar una analogía no implica que automáticamente se reorganice el conocimiento del tópico ya que los alumnos tienen concepciones alternativas de él. La simple presentación de las analogías es insuficiente para conseguir la construcción teórica del tópico.

Si la finalidad de la educación es suministrar herramientas conceptuales y operacionales para posibilitar a los alumnos hacer frente a diversas situaciones mediante la construcción de rutas significativas, el aprendizaje por analogía es una de esas herramientas ya que permite que el conocimiento sea accesible y recuperable desde diversos contextos y puntos de vista, y, consecuentemente, más fácilmente transferible desde unas situaciones a otras.

Como todas las analogías presentan limitaciones, el profesor siempre debe apuntar a los alumnos dónde la analogía no funciona para evitar así errores conceptuales.

Algunos investigadores como Duit (1991) afirman que los alumnos intentan frecuentemente dar sentido a los fenómenos empleando analogías espontáneas en las que el análogo les es muy familiar.

Clement ha estudiado el uso espontáneo de analogías de una manera sistemática. Investigó, por ejemplo, como alumnos novatos y alumnos

expertos emplean analogías cuando solucionan problemas físicos (Clement, J., 1988). Llegó a la conclusión de que tanto los novatos como los expertos usan frecuentemente analogías espontáneas o, por lo menos, comparaciones. El estudio confirmó que las analogías son herramientas comunes en la explicación y que intentan dar sentido a lo desconocido.

Sin embargo, para otros investigadores como Glynn (Glynn y colaboradores, 1989), el empleo de analogías espontáneas para la solución de problemas no es un hecho común.

Existen estudios empíricos que demuestran que el 75% de los alumnos pueden resolver un problema aplicando información analógica aprendida previamente sólo después de que se les recuerda dicha información y se les sugiere cómo deben aplicarla; el 30% de los alumnos puede hacerlo sin ayuda y el 10% sin ninguna analogía. Luego, parece ser muy importante el hecho de desarrollar la analogía para que puedan ser empleadas con efectividad por los alumnos.

Por tanto aunque el uso espontáneo de analogías es común en la vida diaria y en la solución de problemas, el uso de analogías fructíferas en el proceso de enseñanza-aprendizaje requiere una orientación muy importante.

Un trabajo muy interesante es el que llevó a cabo **Acevedo (1989, 1990)**. Se desarrolló con 36 alumnos de 2º de BUP durante el transcurso de unas clases complementarias de FYQ, diseñadas como un taller de trabajo en pequeños grupos de 4 alumnos/as. Acevedo pudo comprobar que, en las citadas condiciones de aula, todos los grupos llegaban a elaborar analogías intuitivas, cuando se les presentaba como análogo la circulación de agua, después de haber tenido la oportunidad de experimentar con circuitos eléctricos sencillos de corriente continua durante dos o tres sesiones.

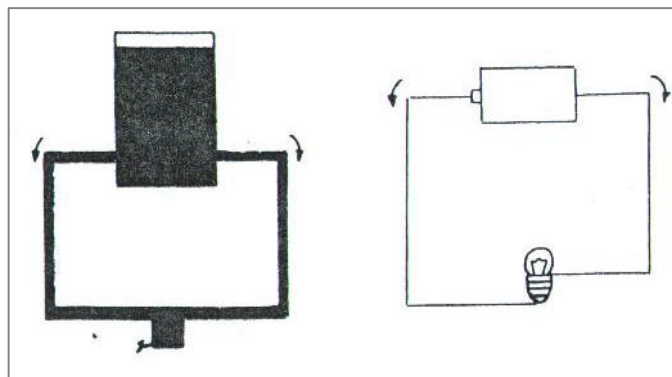
La analogía intuitiva –o analogía generada por el alumno– tenía algunas similitudes con la analogía hidráulica propuesta en los libros de texto o utilizada por el profesor en el aula, pero también presentaba profundas diferencias con ella. En efecto, mientras en la analogía hidráulica el flujo de agua se compara con la corriente eléctrica, la tubería hace el papel de resistencia y la diferencia de altura –o presión del agua– equivale a la diferencia de potencial, la analogía intuitiva que construyeron los alumnos suponía básicamente lo siguiente:

- a) Considerar la pila como un depósito de corriente similar a uno de agua.
- b) Entender que la corriente eléctrica que se desplaza por los hilos conductores se asemeja al flujo de agua por una tubería. Sin embargo, esta tubería no se considera una resistencia.
- c) Considerar que las bombillas son semejantes a pequeños recipientes a llenar de agua y que las mismas tienen una pérdida constante de corriente eléctrica en forma de luz y de calor.
- d) No tener en cuenta en la analogía la diferencia de potencial o voltaje.

Los alumnos presentaron en este estudio, por lo tanto, una idea intuitiva y muy generalizada: la corriente eléctrica se almacena en la pila y/o los cables para ser consumida por las bombillas.

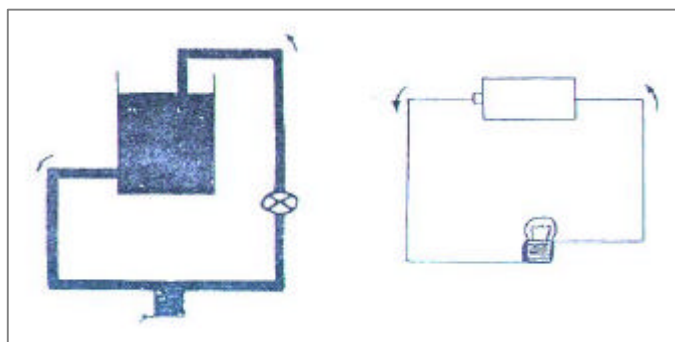
Además, Acevedo (1990) encontró dos variantes de la analogía hidráulica relacionadas con los denominados modelos conceptuales de los alumnos acerca de la corriente eléctrica (Hierrezuelo y Montero, 1991; Osborne, 1991):

*La variante A* de la analogía hidráulica (figura I.1.2), elaborada por la tercera parte de los grupos, guardaba relación directa con la interpretación conocida como "corrientes antagonistas", saliendo cada una de un borne de la pila y concurrendo en la bombilla.



**Figura I.1.2 "Variante A" de la analogía hidráulica (Acevedo, 1990, pág. 204)**

La variante B de la analogía hidráulica (figura I.1.3), que fue mayoritaria, se correspondía con representaciones de la corriente circulando de un polo a otro de la pila aunque sin conservarse en conjunto, de acuerdo con las interpretaciones conocidas como "de atenuación y de reparto".



**Figura I.1.3 "Variante B" de la analogía hidráulica (Acevedo, 1990, pág. 205)**

El trabajo experimental y el uso de amperímetros conduce, generalmente, al abandono de la *variante A*, pero no al abandono de la *variante B* que, incluso, puede verse reforzada al permitir algunas predicciones con éxito. Por ejemplo, ante un conjunto de circuitos con una pila cada uno, con una bombilla el primero, con dos en serie el segundo, con tres en serie el tercero, ... siendo siempre iguales todas las pilas y bombillas utilizadas, es posible anticipar desde la analogía intuitiva que éstas lucirán por igual dentro de cada circuito, por reparto o compartición de la corriente, y que al comparar entre sí los diferentes circuitos el brillo de las bombillas será menor conforme aumenta el número de éstas en serie.

Estas previsiones se confirmaron experimentalmente. Los alumnos tampoco advirtieron ninguna dificultad para justificar que un amperímetro marcara lo mismo a ambos lados de cada bombilla, porque consideraron que el flujo era "instantáneamente" repuesto por la "pila depósito" que iría "gastando" corriente paulatinamente.

En cambio, frente a otra situación experimental en la que cada circuito tiene una bombilla más en paralelo que el anterior, algunas de las predicciones anteriores ya no resultarán acertadas. En efecto, si bien es posible deducir correctamente que las bombillas de los diferentes circuitos lucirán por igual dentro de cada uno de ellos, siguiendo un razonamiento parecido al del caso anterior, la respuesta dada al comparar los circuitos entre sí es -de nuevo- que el brillo de las

bombillas se irá reduciendo conforme aumenta el número de éstas en aquellos. Esta previsión no está de acuerdo con la observación experimental.

También es posible que, usando la misma analogía intuitiva, los alumnos lleguen a inferir predicciones experimentales diferentes. Por ejemplo, al considerar dos circuitos con una bombilla y dos pilas iguales en cada uno, colocadas en serie en uno de ellos y en paralelo en el otro. Cuando se preguntaba en cual de los dos circuitos brillaría con mayor intensidad la bombilla, el 78% de los alumnos pensaba que igual en ambos mientras que el 22% creía que luciría más la bombilla del circuito con las dos pilas en paralelo.

Los primeros alumnos fundamentaron su predicción en el hecho de que la bombilla es la misma en los dos circuitos, por lo que, independientemente de la corriente que aporten las pilas, el "consumo" de la bombilla será el mismo. Es decir, centraron sus explicaciones en considerar que en la analogía intuitiva *la bombilla era un recipiente-sumidero*. Los segundos se fijaron en otro de los aspectos de la analogía intuitiva: *la pila como depósito-fuente*. Desde esta última perspectiva, consideraron que el flujo de corriente era mayor en el circuito con las dos pilas en paralelo, con el aporte de "dos depósitos de corriente", que en el de las dos pilas en serie, donde una de ellas se limitaría a ir completando la corriente "gastada" por la otra.

Estas predicciones erróneas generaron conflictos cognitivos, de manera que la analogía intuitiva comenzó a mostrar sus puntos flacos. Este momento fue idóneo para revisar la analogía intuitiva, permitió al profesor introducir nuevas aportaciones o considerar la oportunidad de sustituirla por otra analogía, que también presentaría limitaciones, pero que inferiría predicciones experimentales correctas. De esta manera se posibilitó un cambio de perspectiva en los alumnos, cambio que permitió nuevas explicaciones.

**Pittman (1999)** realizó una revisión bibliográfica acerca de las analogías y su influencia en el proceso enseñanza-aprendizaje. A continuación se describen los aspectos más importantes de la misma en relación con las analogías generadas por los alumnos.

Las analogías juegan un papel esencial en la teoría del aprendizaje propuesta por Rumelhart y Norman (1981), teoría que es similar a la teoría de los esquemas de Piaget basada en las ideas de asimilación y acomodación. Los nuevos esquemas (esquemas conceptuales) se

producen a través de cualquier desarrollo continuo de los esquemas ya existentes (Rumelhart & Norman, 1981; Duit, 1991).

Pueden jugar un rol central en la reestructuración de los esquemas conceptuales de los estudiantes. Duit(1991) explicó que las analogías pueden ser herramientas valiosas en el aprendizaje por cambio conceptual, pueden facilitar la comprensión y visualización de conceptos abstractos, pueden provocar el interés de los estudiantes y pueden hacer que los profesores tengan más en cuenta el conocimiento previo de los estudiantes.

Contribuyeron al desarrollo histórico del conocimiento científico (Hesse, 1966). Las analogías parecen ser poderosas herramientas para el aprendizaje científico en las escuelas.

Existen varios enfoques para usar las analogías en la enseñanza: el modelo TWA o *Teaching With Analogies*<sup>7</sup> (Glynn, 1995, 1998; Harrison y Treagust, 1993; Thiele y Treagust, 1995), las analogías puente (Brown y Clement, 1989), el modelo GMAT o *General Model of Analogy Teaching*<sup>8</sup> (Zeitoun, 1984) y la *Structure - Mapping Theory*<sup>9</sup> (Gentner, 1983,1989).

En lo que respecta a las explicaciones analógicas en el aula, Thiele and Treagust (1994) encontraron que los profesores raramente preparan sus analogías y que las describen basándose en sus propias experiencias o lecturas profesionales.

Glynn(1989) investigó el valor de las analogías usadas por autores de libros de texto y aseguró que su modelo para usar las analogías puede estimular a los estudiantes a generalizar lo que ellos han aprendido y aplicar su aprendizaje a otros conceptos.

Existen, según Clement, numerosos datos empíricos que evidencian que las analogías fallan porque:

- a) los estudiantes no comprenden el análogo.
- b) los estudiantes no pueden percibir las analogías propuestas.

---

<sup>7</sup>Modelo de enseñanza con analogías.

<sup>8</sup>Modelo general de enseñanza con analogía.

<sup>9</sup>Teoría de extrapolación estructural.

Para evitar la segunda limitación Clement(1989) introdujo la idea de dividir el análogo en partes más pequeñas que sí podían ser percibidas por los alumnos.

Tras comentar los aspectos anteriores extraídos de la revisión bibliográfica, Pittman argumenta que en todos ellos se puede apreciar un problema común: las analogías son generadas por el profesor, no por los alumnos. Por este motivo Pittman establece que si los alumnos fuesen conducidos a construir las analogías –analogías generadas por los alumnos- para la explicación y comprensión de un determinado concepto, se verían obligados a encontrar las relaciones de similitud<sup>10</sup> entre el análogo y el tópico y ello influiría en una comprensión más profunda del tópico. Esto es posible siempre que, tal como establece Cosgrove (1995), el profesor juegue un papel activo en la evolución de la analogía.

Establece que cuando un profesor usa las analogías generadas por los alumnos como un enfoque para el aprendizaje, la evaluación debe ser paralela a dicho aprendizaje.

En los Estados Unidos, el uso exclusivo los tests de múltiples opciones con lápiz y papel ha sido cuestionado por numerosos estamentos como medida de evaluación del aprendizaje. Se ha visto la necesidad de disponer de nuevos y más variados métodos de evaluación. En la línea de esta iniciativa está el uso de preguntas realizadas y construidas cuidadosamente que dan a los alumnos la oportunidad de demostrar y aplicar su comprensión como lo harían "en el mundo fuera de la escuela".

Es engañoso, poco fiable, la demostración de la comprensión en tests estandarizados y contruidos por los profesores o por textos comerciales. De este modo los profesores tienen una visión falsa de la verdadera comprensión de sus alumnos. Estos tests indagan en conocimiento basado en datos y no fuerzan a los estudiantes a aplicar los conceptos.

Por este motivo, Pittman está de acuerdo con la necesidad puesta de manifiesto por numerosos investigadores de encontrar formas alternativas de evaluación que permitan la evaluación de pensamiento, más que de la posesión de información.

Los resultados del *Segundo Estudio IEA<sup>11</sup> de la Ciencia en los Estados Unidos* (1988), comenta Pittman, mostraron que existen

---

<sup>10</sup>En este trabajo de investigación se denomina a las relaciones de similitud entre el análogo y el tópico con el nombre de *trama o relación analógica* (Cfr. V. Planteamiento básico ).

<sup>11</sup>IEA es el acrónimo de la *Asociación Internacional para la Evaluación del Éxito Educativo*.



diferencias en la habilidad y en el éxito científico que presentan los chicos y las chicas.

La habilidad científica es superior en los chicos, en edades comprendidas entre los 5 y los 12 años y en las materias de Biología, Química y Física, aunque esta brecha de género se estrecha considerablemente a la edad de los 17 años. Los factores que contribuyen a estas diferencias y, por tanto, a la participación de los chicos y chicas en la ciencia, encierran un examen del rol de los individuos en la escuela, en la casa y, además, variables socioculturales.

Los chicos son más propensos que las chicas a relatar en la casa la actividad de ciencia en la que han participado. Cuanto mayor sea la frecuencia de estas experiencias mayor suele ser la habilidad científica.

Existen datos empíricos que ponen de manifiesto que a la edad de los 9 años los chicos tienen más oportunidades para usar equipos científicos, realizar experimentos de ciencias y relatar excursiones de campo relacionadas con las ciencias. El rol de sexo en las actividades de la casa puede contribuir a generar diferencias en el éxito científico.

El estatus socioeconómico se ha relacionado también con el éxito científico. Los estudiantes que tienen acceso a más materiales de lectura dan mejores resultados que los que disponen de poco material; los estudiantes que ven la televisión durante 6 ó más horas diarias tienen menos habilidad que los que la ven menos; los estudiantes que viven con ambos padres tienen más habilidad que aquellos que lo hacen sólo con uno o con ninguno.

Otros investigadores han observado la forma diferente en que los padres educan a los chicos y a las chicas. Los padres esperan un comportamiento diferente de los chicos y de las chicas, y esas expectativas se reflejan en las actividades, juegos, ... Una consecuencia de esto es que los chicos responden de forma diferente ante las situaciones y ello influye en cómo aprenden.

De forma similar la experiencia escolar de chicos y chicas es diferente. Se ha descubierto que las interacciones entre chicos y profesor y chicas y profesor varían en frecuencia, duración y contenido. Por lo tanto los chicos y las chicas desarrollan diferentes percepciones de sus habilidades y relaciones con las disciplinas académicas. También se ha encontrado que las expectativas de éxito de los profesores frente a los chicos o las chicas son diferentes.

Los chicos tienen mayores oportunidades que las chicas para acumular un conocimiento práctico de mecánica, desarrollar habilidades espaciales y tener una familiaridad más temprana con la electricidad.

Las diferentes formas con que afrontan el mundo chicos y chicas influye también en sus expectativas. Las menores expectativas de éxito de las chicas junto con su poca familiaridad con ciertas experiencias

relacionadas con la ciencia hacen que actúen en algunas situaciones de aprendizaje con timidez y miedo.

Los chicos y las chicas también perciben las preguntas de evaluación de forma diferente. Las chicas tienden a valorar las circunstancias en las que las preguntas de evaluación son colocadas. No hacen abstracciones de su contexto. Por el contrario, los chicos tienden a considerar resultados aislados y juzgan el contenido y el contexto como irrelevantes. Las chicas se distraen con hechos irrelevantes.

Las chicas disfrutan con una extensa variedad de libros mientras los chicos tienden a leer literatura no novelesca, particularmente técnica y manuales de entretenimiento. Estas preferencias afectan a los tipos de escritura que adoptan los estudiantes. Las chicas prefieren comunicar sus sentimientos sobre fenómenos de forma extendida y reflexiva, mientras que los chicos lo hacen de forma episódica y con detalles de datos.

Por lo tanto, según Pittman, los problemas de los chicos y chicas muestran y reflejan diferentes aspectos de su comprensión científica. Pueden conducir y pueden facilitar la identificación de las concepciones que los alumnos y alumnas tienen, y que no son compatibles con las concepciones científicas, mediante las analogías generadas por ellos mismos.

Un profesor necesita un punto de partida para dirigir las concepciones y los errores conceptuales de los estudiantes. Las analogías generadas por los estudiantes pueden servir como diagnóstico o como evaluación formativa, más que sumativa. La comprensión de las experiencias reales, de las experiencias cognitivas de los estudiantes para comprender una nueva situación, es muy útil para los profesores que quieran facilitar el cambio conceptual.

Las analogías generadas por los alumnos puede también facilitar el "porqué" o el "como" de un concepto: meta de la educación científica. Puede también aportar la comprensión de varias vías para aplicar al conocimiento del mundo real.

**Wong (1993a y 1993b)** investigó si alumnos universitarios, mediante analogías espontáneas – analogías que elaboran los propios alumnos de manera que son éstos los que proponen el análogo y la trama o relación analógica -, podían cambiar sus concepciones acerca de un fenómeno científico dado y, de esta manera, adquirir conocimiento de dicho fenómeno coherente con el punto de vista científico. Los participantes en esta investigación crearon, aplicaron y modificaron sus propias analogías con la finalidad de construir, evaluar y modificar sus explicaciones acerca de un fenómeno científico.

En situaciones normales, la analogía es construida por un experto (profesor o libro de texto) y usada como un instrumento para representar un concepto a aquellos que son menos expertos: los alumnos.

En la mayoría de las investigaciones llevadas a cabo con analogías, éstas son proporcionadas por una autoridad externa y el papel del alumno es el de ser sensible a la analogía que recibe. Los alumnos tienen una responsabilidad mínima a la hora de representar en sus propios términos el fenómeno científico.

Aunque estos estudios aportan evidencias importantes de que las analogías facilitan el aprendizaje y la comprensión, no sugieren que las analogías espontáneas puedan ser valiosas.

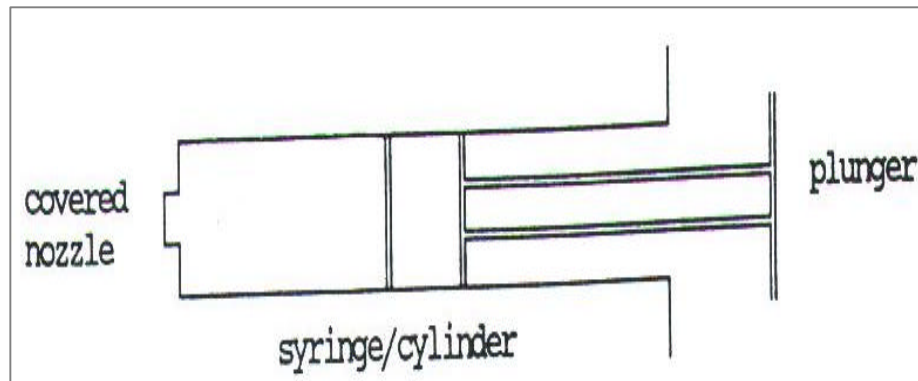
El que el profesor enseñe al alumno, argumenta Wong, fomenta que sea el profesor el que suministre la analogía. Las analogías espontáneas deberían tomarse más en consideración en un contexto de enseñanza-aprendizaje donde todos sus miembros son aprendices. Este contexto existe en la comunidad científica y las analogías espontáneas son una práctica común en la ciencia.

Las analogías espontáneas son, por tanto, herramientas que facilitan la comprensión y aumentan el conocimiento conceptual, más que la representación de la explicación correcta.

Basándose en las argumentaciones anteriores, Wong (1993a y 1993b) realizó una investigación con estudiantes universitarios de ciencias. Concretamente, con 11 estudiantes (4 hombres y 7 mujeres) del *Teacher education program at a major California university*. A los estudiantes se les presentó un pistón cilíndrico (una jeringuilla de 50 cc), similar al que se muestra en la figura I.1.4, que evidenciaba las tres especificidades siguientes relacionadas con el fenómeno de la presión del aire:

- *Compresión:* Si la boquilla de la jeringuilla se tapona con un dedo, la fuerza que se requiere para ir desplazando el émbolo hacia delante dentro de la jeringuilla va siendo cada vez mayor.
- *Descompresión:* Si el émbolo se desplaza dentro de la jeringuilla hacia atrás con la boquilla todavía taponada con el dedo, la fuerza que se requiere va siendo cada vez mayor.

- *Equilibrio*: Cuando el émbolo se libera después de haberlo empujado o halado, se desplaza hacia la posición inicial.



**Figura I.1.4** Jeringuilla usada para demostrar el fenómeno de la presión del aire (Wong, 1993b, pág. 371)

A los estudiantes se les pidió, en primer lugar, que explicaran los tres fenómenos anteriores relacionados con la presión del aire, que evaluaran dichas explicaciones y que identificaran aquellos aspectos de las mismas que considerasen inadecuados. A continuación se les pidió que construyesen sus propias analogías a modo de herramienta para lograr una mejor comprensión del fenómeno. Por último se les pidió que aplicaran la analogía creada a cada una de las tres especificidades del fenómeno de la presión del aire.

Construyeron diferentes analogías para examinar y facilitar la comprensión del fenómeno de la presión del aire en base a dos conceptos centrales: la presión es causada por colisiones entre moléculas de aire y la presión dentro y fuera de la jeringuilla se combina para crear una fuerza resistente neta. Ejemplos de las analogías generadas son los siguientes (Wong, 1993a, pág.1270):

**Concepto:**

Las partículas de aire se mueven, colisionan y crean presión.

**Analogías usadas:**

Las partículas de aire son parecidas a los bebés en un capazo.

Las partículas de aire son parecidas a las personas moviéndose en una habitación.

Las partículas de aire son parecidas a pelotas de goma dentro de la jeringuilla.

**Concepto:**

La presión de aire exterior es un factor importante.

**Analogías usadas:**

Las partículas de aire son parecidas a pelotas de goma dentro de la jeringuilla.

El aire es parecido a las personas moviéndose en una habitación.

La presión se considera parecida a tirar entre las dos puntas de un cable.

La analogía ideal no existe en el razonamiento analógico espontáneo ya que a la postre cada analogía es deficiente. Cada uno de los estudiantes generó un promedio de 3 ó 4 analogías. Con la generación y uso de cada analogía se propició la comprensión, no sólo del fenómeno de la presión del aire (tópico), sino también del análogo. En muchos casos la generación de varias analogías improductivas y la evaluación de sus deficiencias llevó a los estudiantes a clarificar o identificar características de futuras analogías productivas.

Wong argumenta en este estudio que las analogías espontáneas contribuyen a la comprensión y al aprendizaje significativo de los fenómenos científicos. Estas analogías aportan el medio por el que los fragmentos de comprensión del fenómeno científico se pueden introducir e integrarse en su explicación.

Además, el razonamiento analógico productivo puede ocurrir cuando los alumnos asumen la responsabilidad de construir, aplicar y aprender de las analogías. Su uso es específico para la comprensión del fenómeno por parte de cada alumno, ya que el conocimiento base, las analogías generadas y la comprensión construida es algo particular de cada alumno.

Por último, el razonamiento analógico en las analogías espontáneas no está en total correspondencia con la comprensión de un fenómeno ya que la analogía funciona más como un medio que como un fin en el proceso de comprensión. Las analogías espontáneas son herramientas para ser usadas, modificadas y, frecuentemente, descartadas al evolucionar la comprensión.

Según Wong, el uso de analogías espontáneas supone:

- a) A los alumnos se les da la oportunidad de encontrar una situación conflictiva, más que de resolverla. Los estudiantes aprenden a conocer cómo encontrar y representar situaciones basadas en sus percepciones y comprensiones específicas.

- b) Como las dudas surgen del conocimiento previo específico de los alumnos, esas preguntas son probablemente más interesantes, trascendentes y relevantes a los alumnos.
- c) Los alumnos pueden identificar, confrontar y trabajar con sus concepciones, encontrando dudas y desarrollando nuevas explicaciones, siendo mínima la guía del profesor.

Los alumnos están constantemente topando con las explicaciones científicas de autoridades externas (doctores, técnicos, profesores, ...). Una de las metas de la educación es lograr que los alumnos adquieran autonomía de aprendizaje y que sean capaces de desenvolverse como individuos y como miembros de una sociedad democrática. La enseñanza de la ciencia, por consiguiente, debe proveer a los alumnos de conocimiento y heurística para que puedan comprender, evaluar, decidir por sí mismos y actuar de manera colaborativa y cooperativa.

#### **I.1.4. Diferentes tipos de analogías**

A continuación se describen los tres tipos de analogías que han sido objeto de estudio, en los últimos años, de una gran parte de los trabajos de investigación que se han llevado a cabo en este campo. Se trata de las analogías múltiples, las analogías pictóricas y las analogías puente.

##### **I.1.4.1. Analogías múltiples**

Gentner y Gentner (1983) vieron la utilidad de las analogías en la solución de problemas de circuitos eléctricos. Además, demostraron que las analogías empleadas influenciaban considerablemente los procesos de solución del problema.

Encontraron que la solución del problema para los alumnos, en el área de los circuitos eléctricos, era bastante diferente cuando se empleaba como análogo un *fluido en movimiento* que cuando se empleaba un *grupo de gente en movimiento*. Estos hallazgos apuntan al hecho de que el esquema general del que la analogía proviene tiene

una influencia significativa en los procesos de aprendizaje. De hecho, los alumnos que trabajaron con el fluido en movimiento como análogo tuvieron mejores resultados con baterías, mientras que los que trabajaron con objetos en movimiento tuvieron mejores resultados con resistores.

Dupin y Johsua (1989) encontraron hallazgos similares en el aprendizaje de la electricidad. Argumentaron que las analogías se utilizan para facilitar o ayudar al aprendizaje sólo en áreas específicas de un tópico amplio y complejo, por lo que las analogías múltiples son necesarias para ayudar al aprendizaje de dichos tópicos.

Spiro y colaboradores (1989) observaron el uso de las analogías múltiples desde otra perspectiva: argumentaron que pueden funcionar como antídotos para evitar las equivocaciones o errores conceptuales causados por una simple analogía.

#### **I.1.4.2. Analogías pictóricas**

De acuerdo con Mayer (1989), la comprensión de los textos expositivos aumenta con las ilustraciones que ayudan a los alumnos a focalizar la atención y construir conexiones.

Las analogías pictóricas facilitan la visualización del tópico cuando éste es abstracto (Duit, 1991).

Los estudios realizados por Rigney y Lutz (1976) demuestran que las analogías pictóricas ayudan al aprendizaje. Argumentan que combinando la descripción verbal de las analogías con la imagen del análogo se favorece el aprendizaje de conceptos complejos y abstractos y se fomentan las actitudes positivas de los alumnos.

Las analogías pictóricas estimulan las imágenes mentales del tópico que se presenta a los alumnos.

Según **Issing (1990)**, el uso de imágenes en el material didáctico se está incrementando rápidamente. En los textos de cualquier nivel se pueden encontrar diferentes tipos de imágenes, aunque existe algún acuerdo en que las imágenes comúnmente usadas como ilustraciones en los textos educativos pueden clasificarse en las tres categorías siguientes:

- imágenes representacionales (o reales)

- imágenes lógicas (o arbitrarias)
- analogías pictóricas

Las *imágenes representacionales* tienen un parecido físico a las cosas o conceptos que representan. El grado de semejanza que una imagen tiene con respecto al objeto de referencia es definido por la cantidad de detalles reales.

Juegan un papel importante en los textos de nivel primario y secundario, y en el material introductorio de todos los niveles cuando el objetivo es proporcionar una plataforma experimental común para los lectores. Retratan el contenido. Los conceptos abstractos como movimiento, calor o presión no pueden ser retratados directamente, pero son retratados al mostrar objetos relacionados, como por ejemplo un reloj para expresar el concepto de tiempo.

Hay investigaciones que demuestran que las imágenes representacionales relacionadas con los contenidos que se explican facilitan su aprendizaje. Esto es especialmente cierto en el caso de educación primaria, mientras que los aprendices adultos tienden a ignorar imágenes suplementarias cuando el texto que la acompaña se comprende fácilmente.

Las *imágenes lógicas o arbitrarias* no muestran semejanza con las cosas que representan, pero están relacionadas de manera arbitraria y lógica con sus referentes.

Comprenden diagramas, gráficos, mapas, y otros gráficos esquematizados que, por lo tanto, pueden incluir elementos de imágenes representacionales (como por ejemplo las partes de un organigrama). Se pueden encontrar en la mayoría de los textos de secundaria y en la mayoría de los textos científicos, ya que permiten la explicación de estructuras complejas y relacionan más fácilmente y más económicamente que lo que podría conseguirse únicamente con palabras.

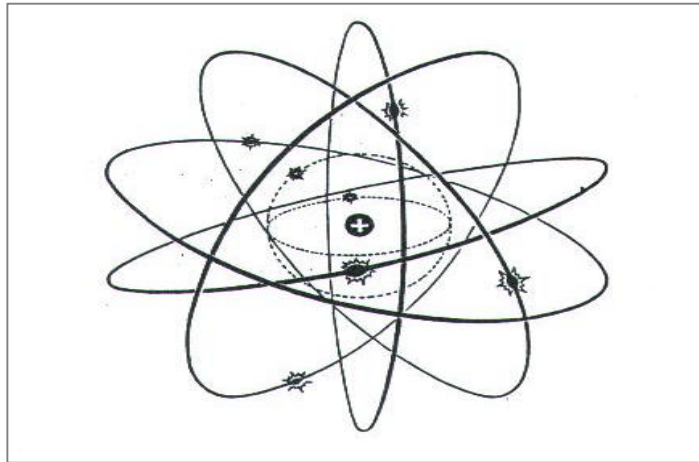
Bastante a menudo los textos tienen solamente una función suplementaria a las imágenes lógicas que los acompañan, y pueden llevar la mayor parte de la información que necesita transmitirse.

Las *analogías pictóricas* se parecen a las imágenes representacionales – pueden mostrar objetos reales- pero se refieren a otras cosas que el contenido para el que aparecen en el texto.

En la introducción de muchos libros de texto –comenta Issing-, especialmente en biología y en física, se pueden encontrar analogías pictóricas. Parece que su uso se ha incrementado rápidamente durante la última década, no sólo en los libros de texto para los alumnos sino



también en películas didácticas y programas científicos populares de televisión.



**Figura I.1.5. Analogía pictórica del Sistema Solar para explicar el modelo atómico de Rutherford y de Bohr (Issing, 1990, pág. 490)**

La analogía pictórica probablemente más conocida es la del sistema solar (figura I.1.5) para explicar el modelo atómico de Rutherford y de Bohr.

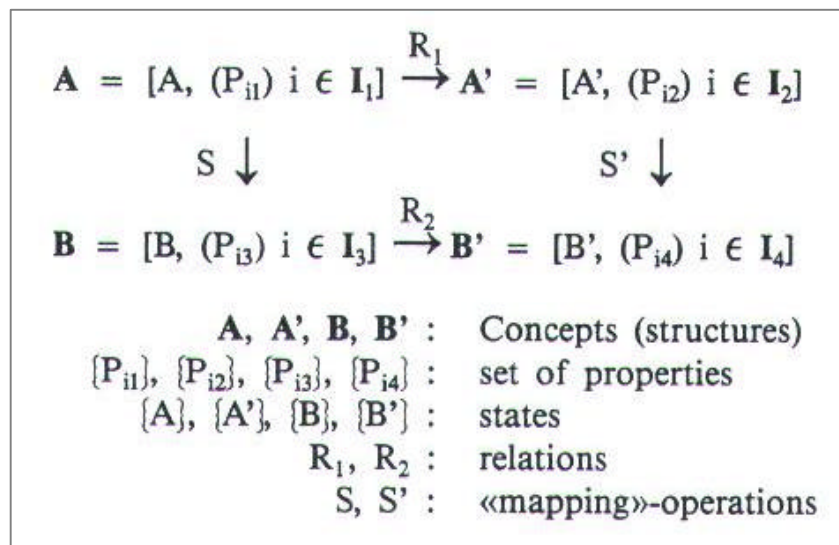
Las analogías pictóricas tienen la finalidad de ayudar a los estudiantes a visualizar los conceptos o estructuras que se enseñan para que puedan comprenderse. Se fundamentan en la extracción e inferencia de información relevante desde una situación bien conocida, situación a la que alude la analogía pictórica.

Con frecuencia las analogías pictóricas pueden contener algún elemento humorístico o de simulación que la hacen parecer muy atractiva. El mayor uso de las analogías pictóricas está enfrentado con la poca cantidad de conocimiento disponible en psicología en lo que se refiere a su función cognitiva y facilitadora del aprendizaje.

Tanto en las situaciones comunes como en contextos científicos, comenta Issing, las experiencias previas son la base del nuevo aprendizaje y del pensamiento. Siempre que una persona experimenta algo nuevo intenta retroceder para hacer uso de similitudes en percepciones que puedan compararse, a través de relaciones funcionales o estructurales, entre dominios conocidos y desconocidos. Lo fundamental para la función cognitiva de una analogía es la asunción de que estructuras relevantes de un dominio bien conocido (dominio

base) son extraídas y aplicadas para la comprensión de un dominio objetivo<sup>12</sup>.

Issing intenta clarificar el comentario anterior al admitir que la estructura básica de la inferencia analógica puede ser coherente con la concepción de Klix y Van der Meer<sup>13</sup>. Según estos investigadores, dicha estructura tiene la forma que se muestra en la figura I.1.6:



**Figura I.1.6. Estructura de una analogía (Klix y Van der Meer, 1980, pág.148)**

Esta representación muestra dos conceptos, A y A' del dominio base que está caracterizado por un número de propiedades (P<sub>i</sub>). Lo mismo se muestra con los dos conceptos B y B' del dominio objetivo. La relación entre A y A' se expresa mediante R<sub>1</sub> y la relación entre B y B' mediante R<sub>2</sub>. Si R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> son idénticas, o por lo menos similares, existe una analogía entre el dominio base y el dominio objetivo. S y S' constituyen las operaciones de "mapping" y representan el grado de similitud entre los dos dominios.

La similitud puede definirse por el número de elementos congruentes y/o divergentes de los atributos y relaciones representadas. El grado de similitud es crucial para la comprensión del dominio objetivo y para definir su originalidad (Ortony, 1975).

<sup>12</sup>En este trabajo de investigación se denomina *análogo* al dominio base y *tópico* al dominio objetivo (Cfr. V. Planteamiento básico).

<sup>13</sup>Klix, F., y Van der Meer, E. (1980). The Method of Analogy Recognition for the Determination of Semantic Relations in Long-Term-Memory. *Cognition and Memory*, F. Klix and J. Hoffmann Eds., Amsterdam, pp. 145-152

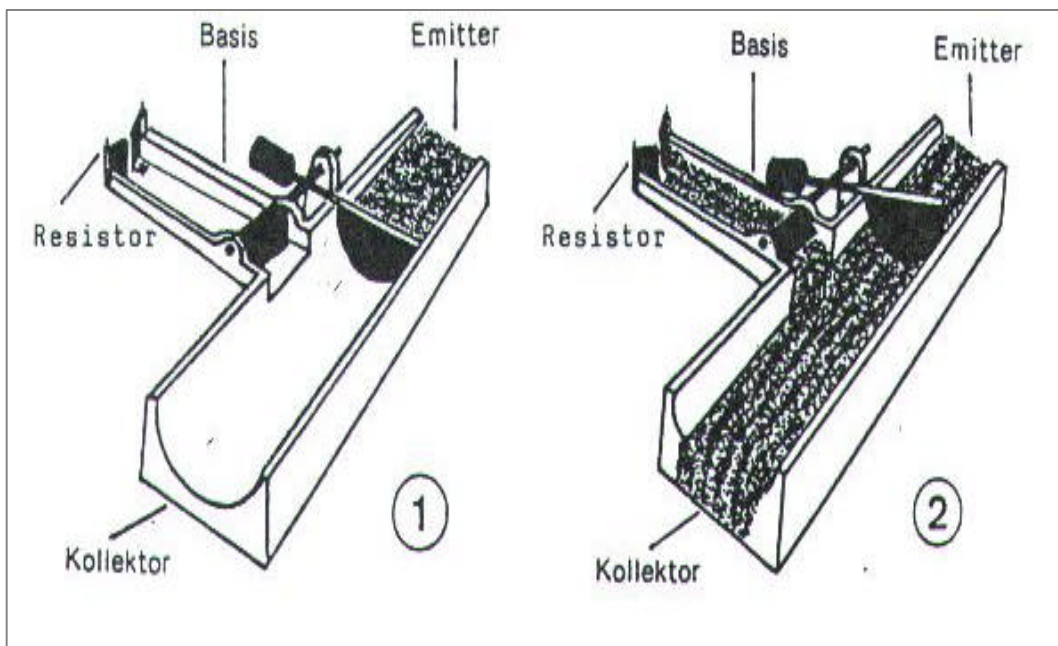
Las analogías pictóricas se usan comúnmente en combinación con la información verbal que se presenta, de forma oral o escrita. Se utilizan como apoyo a la comprensión de conceptos discutidos en la información verbal.

Existe poco conocimiento acerca del efecto relativo de diferentes analogías pictóricas de un mismo concepto y también acerca de la interacción de las analogías pictóricas con la información textual, hecho que incentivó a Issing a realizar los dos trabajos de investigación que se relatan a continuación, en los denominados *Estudio 1* y *Estudio 2*.

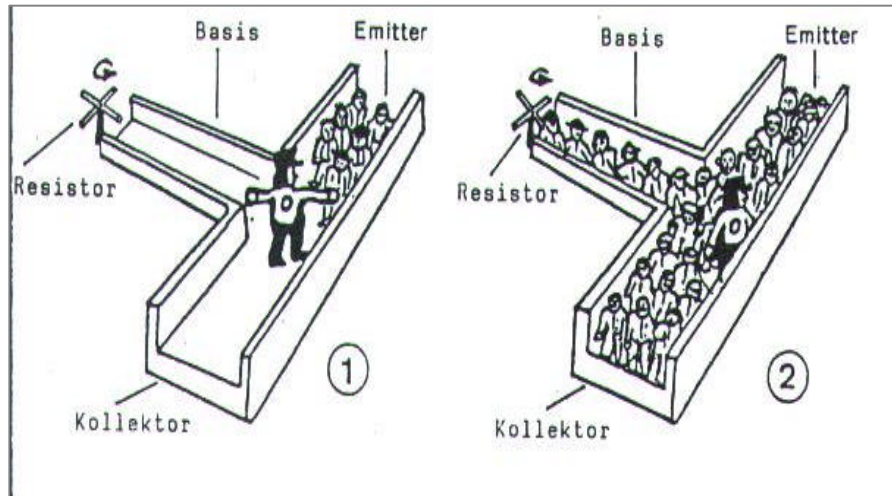
Estudio 1.

Issing escogió en este estudio, como materia, las funciones de las partes de un transistor. La información verbal (texto expositivo) que usó provenía de una descripción muy corta del significado de las partes de un transistor y de cómo funcionaban.

Como analogía pictórica adecuada utilizó la "analogía de la esclusa", hallada en el manual de un kit de experimentación de ciencia para estudiantes (figura I.1.7). En realidad se trata de la analogía común de la corriente de agua para referirse a la corriente eléctrica. Como una analogía pictórica alternativa, Issing construyó la imagen de la analogía humana que se muestra en la figura I.1.8.

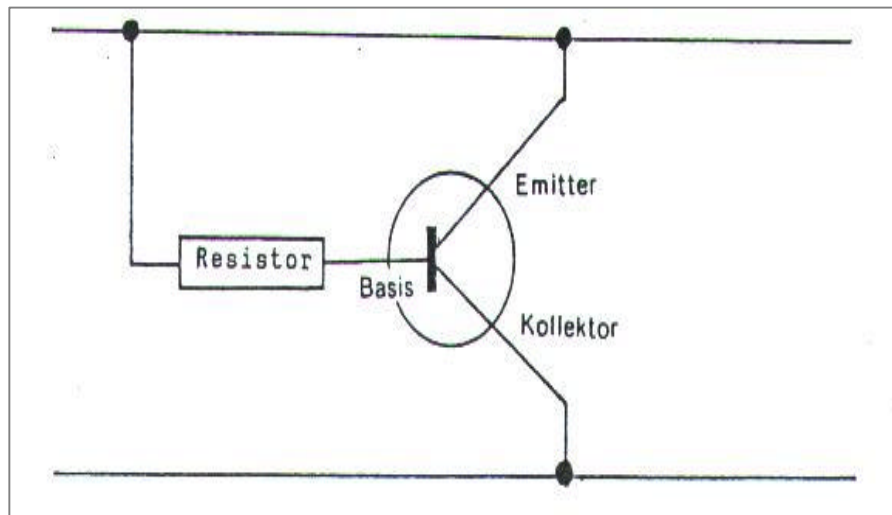


**Figura I.1.7. Analogía pictórica de la esclusa usada en el tratamiento A (Issing, 1990, pág.494).**



**Figura I.1.8. Imagen de la analogía humana usada en el tratamiento B (Issing, 1990, pág. 494).**

Adicionalmente, Issing utilizó en este estudio el diagrama (dibujo lógico) que se muestra en la figura I.1.9, tomado de un libro de física.



**Figura I.1.9. Diagrama (imagen lógica) usada en el tratamiento C (Issing, 1990, pág. 494).**

A continuación la información se presentó a los alumnos en una de las cuatro propuestas siguientes:

- Tratamiento A*: texto expositivo y analogía pictórica de la esclusa.
- Tratamiento B*: texto expositivo y analogía pictórica humana.
- Tratamiento C*: texto expositivo y diagrama.
- Tratamiento K*: texto expositivo solamente (grupo control)

La muestra estuvo constituida por 93 alumnos de 7º a 9º grado de *high school* (alumnos de secundaria de 12 a 15 años). Cada uno de los tres niveles de grado estaba constituido por 30 alumnos, salvo uno que tenía 33.

El profesor de física fue advertido para que formara cuatro grupos iguales, en cada uno de los tres niveles. Los alumnos no habían recibido ninguna instrucción previa relativa a circuitos eléctricos.

El estado de los cuatro grupos se verificó con un pre-test que consistía en dos cuestiones abiertas relacionadas con transistores.

A los alumnos se les repartió el texto expositivo y, sobre la misma hoja de papel, la imagen, de acuerdo con el tratamiento al que fueron asignados. Se les insistió en que estudiaran el texto cuidadosamente en referencia a la imagen (salvo los del tratamiento K) . Se les dio un tiempo de 10 minutos.

El efecto de los cuatro tratamientos en la comprensión y aprendizaje fue medido, in situ, con un post-test. Dicho test consistió en 7 cuestiones, una parte de ellas de *opciones múltiples* y la otra de *cuestiones abiertas*, para contrastar la comprensión de la interacción funcional de las partes de un transistor.

Los resultados mostraron que el tratamiento A alcanzó la puntuación más alta en el post-test.

Cuando se les preguntó más tarde a los alumnos cuánto le habían ayudado las imágenes en la comprensión del texto expositivo, los alumnos del tratamiento A valoraron mucho la imagen, mientras que un número considerable de estudiantes del tratamiento B encontraron dificultades en la comprensión del significado de la imagen en relación con el texto.

Obviamente, la analogía de la puerta de la esclusa con el canal de agua parece estar más cercana a la experiencia de los estudiantes que la analogía con las personas en un tubo.

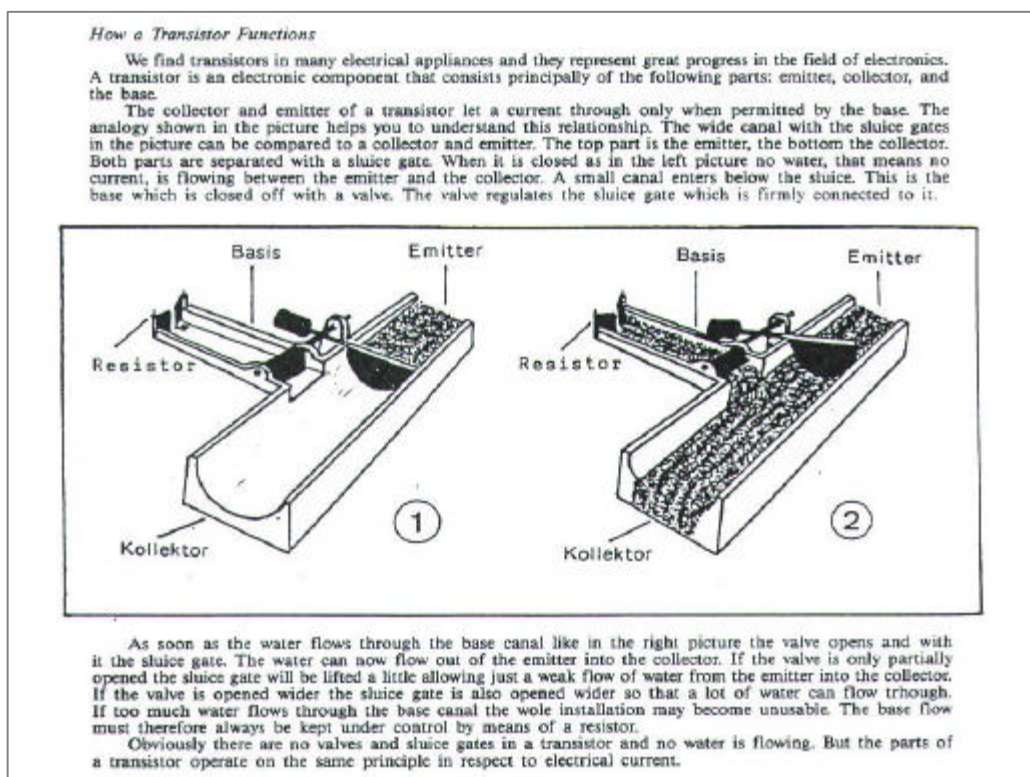
Además, la relación funcional de las figuras representadas en la imagen B fue más difícil de extraer que el mecanismo de la puerta de la esclusa en la imagen A. Esta es la razón, según Issing, por la que los alumnos del tratamiento C -que recibieron el diagrama- consiguieron un resultado inferior en el post-test que los alumnos de la condición de

texto únicamente. Obviamente, no recuperaron conocimiento previo alguno y, por lo tanto, no obtuvieron información adicional al texto.

Dado que los alumnos del tratamiento A y B comentaron a Issing que una descripción y explicación adicional de la imagen les habría ayudado en la comprensión del texto, éste diseñó una segunda investigación para averiguar la interacción de la analogía pictórica y del texto expositivo más fielmente.

## Estudio 2

En este estudio Issing usó la analogía pictórica de la esclusa del estudio 1 y una versión revisada del texto expositivo. Esta versión R contenía toda la información descrita en el texto expositivo del estudio 1, con la diferencia de que la información estaba ahora interconectada con una descripción de la analogía de la esclusa, con referencia explícita a las partes y a los dos estados mostrados en el dibujo. La analogía pictórica fue situada en medio de las dos mitades del texto, tal como se puede apreciar en la figura I.1.10.



**Figura I.1.10. Texto expositivo revisado para el tratamiento R (Issing, 1990, pág. 496).**

La muestra de este estudio estuvo constituida por 51 alumnos de 7º a 9º grado de secundaria. Siguiendo el procedimiento descrito en el estudio 1, los alumnos se asignaron a uno de los tratamientos siguientes:

- Tratamiento R: texto interconectado y analogía pictórica de la esclusa.
- Tratamiento K<sub>2</sub>: texto expositivo como en el estudio 1.

Los resultados mostraron que el tratamiento R rindió una significativamente mayor puntuación en el post-test que el tratamiento K<sub>2</sub>. Además, los resultados en el tratamiento R fueron superiores en el post-test a los resultados obtenidos en el tratamiento A del estudio 1.

La interconexión del texto expositivo con la explicación de la analogía ayudó a los alumnos a ver y comprender las funciones de cada una de las partes de un transistor, así como la interacción entre cada una de ellas.

Issing concluye argumentado que las analogías pictóricas pueden ser ayudas valiosas en el aprendizaje.

Suponen, principalmente, el soporte de la comprensión de las relaciones estructurales y funcionales contenidas en la información verbal.

Desde un punto de vista psicológico, comenta, las analogías deberían tener la finalidad de activar la transferencia de experiencias previas y conocimiento de un dominio base bien establecido a un nuevo y desconocido dominio objetivo para los alumnos. Para que la ayuda de los procesos analógicos realmente tenga lugar, las analogías pictóricas deben seleccionarse y desarrollarse cuidadosamente con la finalidad de conseguir tanta similitud como sea posible entre el dominio base y el dominio objetivo.

Sugiere que para encontrar y construir nuevas analogías pictóricas es necesario confiar en la experiencia que da la enseñanza y en la imaginación, hasta que se desarrolle, en un futuro próximo, una propuesta de reglas de producción. Debido al rápido incremento del uso de la visualización y de las técnicas de animación multimedia, se requieren investigaciones más intensivas para desarrollar guías fundadas científicamente que diseñen y adecúen el uso de imágenes en los materiales, para la información y la instrucción. Esto evitaría que las visualizaciones pudiesen pasar desapercibidas o, peor aún, que tuviesen efectos negativos en el aprendizaje.

Otro estudio muy interesante sobre las analogías pictóricas es el de **Bean, T. y colaboradores (1990)**. Estos investigadores se propusieron comprobar la hipótesis de que combinando una analogía pictórica con la forma escrita se podría producir una mayor comprensión de los conceptos de biología que con el uso de las instrucciones o explicaciones analógicas únicamente, sin la imagen que fundamenta la analogía pictórica.

Para ello distribuyeron en dos grupos (experimental y control) y al azar a ciento once estudiantes de *high school*.

Las condiciones experimentales consistieron en:

- a) una lectura de las partes de la célula y funciones, acompañadas de la "factoría" como analogía pictórica y una explicación analógica de cómo las distintas partes de una célula se parecen a las partes de una factoría.
- b) la misma lectura y la explicación analógica de la condición anterior, pero sin la analogía pictórica.

El grupo control simplemente leyó un texto que incluía la analogía pictórica suministrada por el autor: "la factoría". Dicha analogía pictórica no iba acompañada de la explicación analógica.

La evaluación se hizo a partir de 14 items relacionados con las funciones/estructura de la célula, combinados con cuestiones cortas relacionadas con la célula.

Los resultados indicaron que los estudiantes que recibieron una enseñanza combinando la analogía pictórica en la que se comparaba la célula a una factoría y una explicación analógica de la misma obtuvieron mucho mejores resultados que el resto de los compañeros a los que no se les incluyó la representación pictórica o la explicación analógica.

Esta investigación tiene implicaciones importantes para los editores y autores de libros de texto y para los profesores de ciencias ya que sugiere la integración de analogías pictóricas con su correspondiente explicación analógica.

Bean y colaboradores concluyen su investigación argumentando que la explicación del impacto que las analogías tienen en la comprensión es que pueden ayudar a los alumnos a formarse una imagen mental de un concepto objetivo. Afirman que, aunque el uso de la explicación analógica fue más efectivo que la lectura del texto donde el autor incluía la analogía pictórica de la factoría, la adición de una



representación pictórica ayudó a los alumnos a comprender y retener las relaciones estructura/función de la célula.

Incluir analogías pictóricas en un texto no es suficiente, según estos investigadores. Hay que añadir la explicación analógica para ayudar a los alumnos a comprender los conceptos difíciles.

Una investigación más reciente es la realizada por **Chen, en 1995**. Mediante una serie de experimentos Chen exploró si los alumnos podían solucionar problemas transfiriendo información conceptual desde imágenes esquemáticas, y examinar el mecanismo envuelto en el proceso de transferencia.

Los alumnos observaron una imagen esquemática y entonces intentaron solucionar un problema al que podía aplicarse la información conceptual de la imagen.

Los resultados de la investigación indican que el grado de similitud superficial entre el análogo (la imagen esquemática) y el tópico (el problema) determinó el resultado de la transferencia.

Chen afirma que la solución de problemas por analogía se refiere a la transferencia de conocimiento adquirido previamente o soluciones de una situación (análogo) a otra (tópico).

Los análogos visuales han sido considerados durante mucho tiempo como una importante fuente para los descubrimientos científicos y para la solución de problemas cotidianos. Las representaciones visuales juegan un papel fundamental en la solución de problemas ya que visualizan las relaciones estructurales de forma clara y económica.

Un análogo pictórico esquemático, según Chen, es una secuencia de dibujos esquemáticos en los que conceptos útiles o soluciones se representan a través de la organización espacial de dibujos de formas geométricas y objetos.

La combinación de la descripción del análogo junto con su imagen puede deparar una mejora significativa en la realización del problema. Sin embargo, la presentación única de la imagen del análogo falla muchas veces a la hora de facilitar la transferencia analógica.

Una variedad de factores podrían influir en el uso de un análogo, y las razones para la efectividad o ineffectividad de los análogos visuales están lejos de poder ser comprendidas, en su totalidad.

Chen se plantea examinar los mecanismos involucrados en el proceso de transferencia analógica. Es decir, ¿Porqué algunas imágenes o diagramas facilitan más la transferencia que otras? ¿Qué propiedades de una imagen la hacen más útil, suficiente y poderosa como análogo

en la solución de problemas? ¿Cómo podemos asociar esa imagen a los procesos cognitivos envueltos en la transferencia analógica?.

En muchos estudios de solución de problemas hechos con análogos verbales, , como el llevado a cabo por Vosniadou (1989), se ha demostrado que el mayor obstáculo en la transferencia analógica está en el *acceso* espontáneo a un análogo potencialmente útil. Un factor que facilita el acceso al análogo es el grado de *similitud superficial* entre el análogo y el tópico.

Chen afirma en esta investigación que una de las razones de la ineffectividad en la transferencia analógica a partir de una imagen esquemática (análogo) se debe al bajo grado de similitud superficial entre análogo y tópico. Este hecho impide el acceso al análogo. La transferencia analógica espontánea es más probable que se alcance cuando se comparten características superficiales.

Los hallazgos de esta investigación pueden, por lo tanto, servir para explicar porqué algunas imágenes actúan como análogos poderosos y producen buena transferencia, mientras que otras no.

#### **I.1.4.3. Analogías puente**

Brown y Clement han llevado a cabo una serie de investigaciones (Brown y Clement,1989; Clement, 1993; Brown, 1992, 1993, 1994) en las que parten de los hallazgos empíricos que se han producido dentro del área de las concepciones de los alumnos, y según los cuales el uso de las analogías falla a menudo porque:

1. Los alumnos no comprenden debidamente la analogía.
2. Los alumnos no pueden describir las analogías propuestas.

Para subsanar las dos deficiencias mencionadas anteriormente, Brown y Clement proponen la utilización de las denominadas *analogías puente* como estrategias de enseñanza capaces de promover la construcción del conocimiento en los estudiantes a partir de intuiciones físicas válidas.

Podría parecer confuso que se intente construir con las concepciones de los estudiantes para cambiar sus propias concepciones. Sin embargo, estos investigadores afirman que los estudiantes tienen concepciones intuitivas provechosas y concepciones intuitivas perjudiciales, desde la perspectiva del concepto científico que se quiere enseñar. Por ello defienden una instrucción analógica en la que se intente incrementar el rango de aplicación de las intuiciones provechosas y disminuir el rango de aplicación de las intuiciones perjudiciales.

El significado de la idea de las *analogías puente* está basado en la utilización de análogos intuitivos y coherentes con el punto de vista científico. Estos análogos se denominan *enganches*.

Pero incluso si la enseñanza de la analogía parte de análogos familiares a los alumnos, a menudo falla porque el "salto" del análogo al tópico es demasiado grande. El gran salto es, por lo tanto, dividido en saltos más pequeños que sí pueden ser asequibles y que se denominan *puentes*.

Al conjunto formado por el análogo (*enganche*), el tópico y la situación puente (o situaciones puentes) se le denomina analogía puente.

El enfoque de las analogías puente, comentan estos investigadores, se puede aplicar a la explicación de las fuerzas que actúan en un libro cuando está sobre una mesa.

Es bien conocido que la mayoría de los alumnos tienen serias dificultades en comprender que la mesa "empuja hacia arriba" al libro, es decir, que la mesa está actuando sobre el libro a través de una fuerza. Creen que los objetos estáticos y rígidos no pueden ejercer fuerzas.

Estos alumnos atribuyen las fuerzas, fundamentalmente, a la activación de cosas. La mesa no está activa, por lo tanto no existe fuerza sobre el libro causada por la mesa. Para ayudar a los alumnos a comprender el tópico se les dice, habitualmente, que existe una fuerza ascendente actuando sobre el libro debido a la acción de la mesa. Parten, por lo tanto, con la situación mostrada en el lado izquierdo de la figura I.1.11.

Cuando un resorte se comprime por la acción de un dedo hay, según estos investigadores, una fuerza obvia que actúa sobre el dedo y que es causada por el resorte. Esta situación, por lo tanto, puede utilizarse como situación de enganche para que los alumnos se dirijan hacia el tópico a través de dos situaciones puente. Las dos situaciones puente son la de un libro tendido sobre un foam y un libro tendido sobre una tabla delgada.

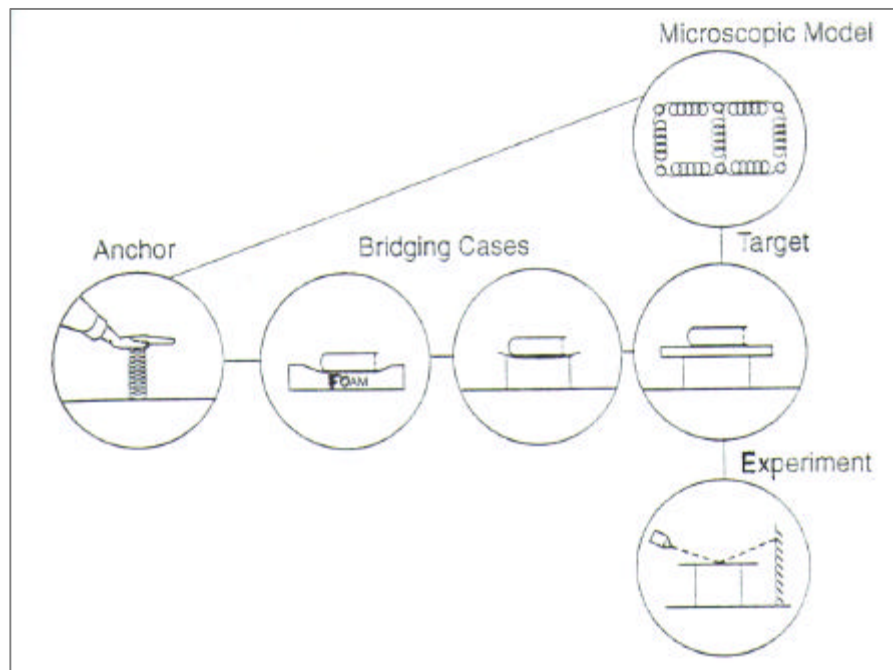


Figura I.1.11 Ejemplo de analogía puente (Clement, J., 1993, pág. 1245)

El enfoque de las analogías puente está basado en un esquema constructivista, por lo que existen muchos aspectos de negociación y de diálogo socrático en la estrategia de la enseñanza a emplear.

### I.1.5. Aspectos didácticos de las analogías

Pittman (1999) relata que la teoría constructivista describe el aprendizaje como un proceso activo y continuo en el que los aprendices toman la información del medio y construyen informaciones personales y significativas basadas en el conocimiento previo y en la experiencia. Para que el nuevo conocimiento sea comprendido y recordado, debe ser significativo para el aprendiz. Esta significatividad depende del hallazgo o creación de conexiones entre la nueva información y el conocimiento existente.

Un camino por el que estas conexiones se puede llevar a cabo es el de las analogías. Además, comenta que el razonamiento analógico es una clave característica de los procesos de aprendizaje dentro de una perspectiva constructivista en la que cada proceso de aprendizaje incluye una búsqueda de similitudes entre lo ya conocido y lo nuevo, entre lo familiar y lo desconocido.

Las analogías juegan un papel esencial en la teoría del aprendizaje de Rumelhart y Norman (1981). Según ésta, los nuevos esquemas (esquemas conceptuales) se producen a través de cualquier desarrollo continuo de los esquemas ya existentes (Rumelhart y Norman, 1981; Duit, 1991).

Las analogías juegan, además, un rol fundamental en la reestructuración de los esquemas conceptuales de los alumnos.

Duit (1991) explicó que las analogías pueden ser herramientas valiosas en el aprendizaje por cambio conceptual, pueden facilitar la comprensión y visualización de conceptos abstractos, pueden despertar el interés y la motivación de los alumnos y pueden hacer que los profesores tengan más en cuenta el conocimiento previo de éstos.

Las analogías pueden, por tanto, utilizarse en la enseñanza para estimular o reforzar los procesos de reestructuración conceptual. Según Mason (1996), en este caso se debe prestar gran atención a dos aspectos:

- a) nivel de representación del análogo
- b) tipo de conocimiento que los alumnos ya tienen sobre el tópico

El pensamiento analógico -apunta Mason (1996)- contribuye a hacer más elástico el conocimiento de los alumnos y posibilita la construcción de nuevos esquemas conceptuales y la organización de éstos en términos más generales y comprensivos. Es decir, contribuye a liberar el conocimiento *inerte* -accesible y transferible a pocos conceptos- para aplicarlo a un extenso rango de situaciones.

Los métodos tradicionales de enseñanza no ayudan a los estudiantes a elaborar un contexto de referencia, es decir, un esquema a través del cual diferentes situaciones puedan organizarse y centrarse. Este tipo de esquemas puede ayudar a los alumnos a encontrar similitudes -partiendo de algunas observadas directamente- entre áreas conceptualmente diferentes, posibilitándoles la representación de los problemas en un nivel de generalidad apropiado, y permitiéndoles transferir relaciones estructurales para construir sus propios sistemas de conocimiento.

El aprendizaje por analogía (Mason, 1996) permite a los estudiantes hacer frente a diversas situaciones, construir rutas significativas, llevar de un sitio a otro lo que se aprende.

Para Lawson (1993), las analogías están relacionadas con la adquisición de conceptos. Es muy interesante la distinción que hace de los conceptos científicos: conceptos científicos descriptivos y conceptos científicos teóricos.

Los conceptos descriptivos son aquellos para los que existen ejemplos descriptibles en el entorno, ejemplos que utiliza el profesor para facilitar la comprensión de los estudiantes (diferentes estados de la materia, densidad, reflexión de la luz, ...). Sin embargo, conceptos tales como átomo, quark, gen, ... tienen un significado que no puede derivarse de nuestras percepciones de objetos, eventos o situaciones del entorno. Sus significados provienen de la imaginación de los científicos. Son invenciones creativas que existen como parte de las explicaciones de sistemas conceptuales como las teorías. Tales conceptos se llaman conceptos teóricos.

¿Cómo puede ayudar un profesor a los estudiantes a adquirir la comprensión de conceptos teóricos?. Lawson afirma que a través del uso de las analogías.

No es de extrañar, por tanto, que existan muchas investigaciones en la enseñanza de la ciencia orientadas a inventar y evaluar la efectividad de varias clases de analogías relacionadas con diferentes conceptos teóricos.

Se puede afirmar, por lo tanto, que el razonamiento analógico es para los alumnos la fuente de la comprensión de los conceptos teóricos.

Los niños pueden beneficiarse del uso de las analogías en la enseñanza (Vosniadou y Schommer, 1988). Sin embargo, tanto los profesores como el material didáctico deberían estar preparados - cuando usan analogías con niños- para guiar adecuadamente el proceso de extrapolación. Esta guía, afirman Vosniadou y Schommer, ayudará a disminuir el potencial de representaciones erróneas y aumentará la probabilidad de que el modelo mental construido por los alumnos represente lo más exactamente posible la realidad.

Pero las analogías no sólo pueden usarse para adquirir nuevo conocimiento o resolver situaciones problemáticas, como se ha sugerido en los comentarios anteriores. También pueden usarse cuando los estudiantes creen que ya comprenden el tópico y esta "comprensión" es errónea, desde la perspectiva científica. Es decir, las analogías pueden usarse para promover el cambio conceptual, tal como se describe en el capítulo I.4.

La *Structure Mapping Theory* (Gentner, 1983; 1989), o Teoría de Extrapolación Estructural, se describe, desde un punto de vista psicológico, en el capítulo I.2 (apartado I.2.3).

Se trata de una teoría que puede aplicarse a la enseñanza de la ciencia y servir como paradigma a los profesores cuando tienen que diseñar analogías, ya que permite distinguir entre los diferentes tipos de similitudes. Posibilita, por tanto, el diseño de *verdaderas* analogías con gran poder inferencial.

En el proceso de comparación entre el análogo y el tópico, según esta teoría, intervienen tanto los atributos como las relaciones. Sin embargo, la analogía "es, principalmente, un proceso de comparación en el que se establecen correspondencias de relaciones entre el análogo y el tópico. Pocas correspondencias de atributos, o ninguna, se establecen entre el análogo y el tópico"(Gentner, 1983, pág. 159).

Esta teoría diferencia la analogía de otros tipos de comparaciones como pueden ser la semejanza literal, abstracción, comparación de mera apariencia y anomalía.

Cuando en la comparación se establecen correspondencias entre un gran número de atributos y relaciones del análogo y del tópico, en comparación con el número para los que no se establecen correspondencias, dicha comparación no es una analogía sino una semejanza literal.

Podemos afirmar, por lo tanto, que un ejemplo de semejanza literal es la comparación siguiente: "Un átomo de helio es semejante a un átomo de neón".

Una abstracción es una comparación en la que el análogo es una estructura relacional abstracta. En ella se establecen correspondencias en todos los atributos y relaciones del análogo; no existen atributos y relaciones en los que no se establezcan estas correspondencias. Además, tanto el análogo como el tópico tienen pocos atributos.

Un ejemplo de abstracción lo tenemos en "El átomo de hidrógeno es un sistema de fuerza central" (Gentner, 1983, pág. 160). Las inferencias son "El núcleo atrae al electrón"; "El electrón gira alrededor del núcleo." Son correspondencias que se han establecido desde proposiciones base tales como "El objeto central atrae al objeto periférico" o "El objeto menos masivo gira alrededor del objeto más masivo".

Las inferencias son parecidas a las de la analogía, con la diferencia de que en la analogía hay otros predicados base a los que no se les ha establecido correspondencia, tales como "El sol es amarillo."

Los tres tipos de comparación anteriores implican solapamiento sustancial en las relaciones y no de los atributos, salvo para el caso de la semejanza literal.

También podría suceder que en el proceso de comparación se estableciesen correspondencias de atributos y no de relaciones. La comparación se denominaría, en este caso, comparación de mera apariencia.

Ejemplos de este tipo de comparación los tenemos en "*Un girasol es parecido al Sol*" o "*El símbolo de infinito es un ocho tumbado*" (Gentner, 1983, pág. 161). Aunque pueden ser atractivas y, a veces, usuales, su poder explicativo está claramente limitado.

Cuando en la comparación no se pueden establecer correspondencias de atributos ni de relaciones dicha comparación recibe el nombre de anomalía. Un ejemplo de ello lo tendríamos en "*El café es parecido al sistema solar*" (Gentner, 1983, pág. 161).

#### **I.1.5.1. Estrategias para la enseñanza**

Es un hecho conocido que, cuando una persona se enfrenta ante una situación novedosa, suele recurrir a ciertas ideas que le resultaron útiles en casos aparentemente similares. Parece legítimo argumentar, por tanto, que el uso de las analogías es común en la vida diaria.

Si bien es verdad que las analogías proveen un puente entre lo conocido y lo menos conocido, algunos investigadores temen que este puente tenga una cualidad evasiva que pueda conducir a los que lo atraviesan hacia caminos laterales que interfieran en la llegada al destino esperado. Es decir, advierten que las analogías instruccionales pueden sugerir o reforzar falsas asociaciones y llevar a los alumnos a desarrollar errores conceptuales en el tópico (Curtis y Reigeluth, 1984; Duit, 1991; Glynn, 1991).

Por tanto, el uso de analogías fructíferas en el proceso enseñanza-aprendizaje requiere una orientación muy importante. Esta orientación, como es evidente, debe venir dada, fundamentalmente, por el profesor o por el libro de texto.

Cuando se usan analogías es conveniente examinar el conocimiento previo del alumno, para seleccionar aquellos análogos que puedan dar



lugar a analogías fácilmente asimilables en su estructura de conocimiento.

Es evidente que los alumnos deben estar familiarizados con el análogo si queremos que ocurra el razonamiento analógico. Pero la familiaridad es un término ambivalente; los alumnos presentan, bastante a menudo, mayores errores conceptuales en áreas donde los profesores y libros de texto asumen la familiaridad. Y es que los estudiantes también necesitan ver la conexión entre el análogo y el tópico para poder acceder a la analogía (Duit, 1991).

También se deben tener en cuenta los intereses y las actitudes de los alumnos, sus habilidades verbales y sus dificultades de percepción, ya que estos factores interfieren en su desarrollo. Basta con pensar que podemos encontrar alumnos que muestren una actitud negativa hacia un análogo por el simple hecho de haber de haber tenido una experiencia negativa con él, a pesar de estar familiarizado y conocerlo bien. Un ejemplo es el de las actitudes negativas hacia la electricidad (Gilbert, 1989). Y es que las actitudes revividas por la analogía pueden interferir en el proceso cognitivo asociado a su uso.

El análogo no sólo necesita ser familiar a los alumnos, necesita ser también más accesible que el tópico. Por ejemplo, afirmar que la placenta transporta comida y nutrientes al embrión parece menos complicado que comparar la placenta con un cordón eléctrico (Gilbert, 1989). El tópico es bastante claro y sencillo, mientras que el análogo impone, a pesar de su familiaridad, más demandas cognitivas.

Los autores de texto y los profesores tienen que poner una atención especial en el nivel de detalle y de discusión al utilizar las analogías. Glynn (1991) advirtió que cuando la analogía se emplea en un texto sin explicarla, la comprensión del tópico por parte de los alumnos puede ser incompleta e incorrecta.

Este hecho puede explicar, en parte, el fracaso de la analogía en facilitar la comprensión de los alumnos. Es decir, el fallo está en usar analogías sin explicarlas, más que en el uso de las propias analogías.

Las analogías generadas por los alumnos (Mason, 1996), analogías espontáneas (Wong, 1993b), analogías múltiples (Spiro y colaboradores, 1989) y las analogías puente (Clement, 1988) pueden aportar la solución a las limitaciones impuestas por las relaciones analógicas únicas e impuestas por el texto o por el profesor. Además, proporcionan amplias oportunidades de mejorar la comprensión de los alumnos a través de discusiones y debates.

Las analogías puente deben usarse, según Clement (1993), siguiendo las siguientes estrategias:

1. El profesor relata el error conceptual de los alumnos relativo a un concepto y lo explicita mediante un tópico (por ejemplo, un error conceptual asociado con las fuerzas es la inexistencia de una fuerza ascendente en un libro apoyado sobre una mesa).
2. El profesor sugiere una situación intuitiva (enganche) que es coherente con el conocimiento científico y la utiliza como análogo. Muestra así que no todas las concepciones de los alumnos son erróneas. Sería conveniente, por tanto, tener una agenda donde figurase el enganche adecuado al tópico en cuestión.
3. Establecer la analogía (comparaciones explícitas) entre el enganche y el tópico.
4. Ayudar enérgicamente a los alumnos a creer en la validez de dicha analogía con las dos técnicas siguientes:
  - 2.a. utilizando una o varias situaciones puente.
  - 2.b. estimulando la discusión y la comparación explícita entre el análogo, la(s) situación(es) puente(s) y el tópico.

Estas estrategias van más allá de un simple modelo de uso de las analogías. Extraen el conocimiento previo de los estudiantes e interactúan con él, teniendo en cuenta no sólo aquellas intuiciones coherentes con las ideas científicas sino también las intuiciones alternativas. Están basadas, por tanto, en un esquema constructivista.

Los errores conceptuales están causados por el establecimiento de correspondencias inadecuadas entre el análogo y el tópico. Dichas correspondencias tienen su origen en los siguientes factores (Zook, 1991):

1. Diferencias entre las características estructurales existentes entre el análogo y el tópico. Es decir, utilizar - desde el punto de vista de las características compartidas- un análogo inapropiado.

2. Conocimiento muy pobre, por parte de los alumnos, del análogo.
3. Sobreextensión del análogo. Es decir, sobredimensionar el proceso de extrapolación, estableciendo correspondencias incoherentes o inapropiadas.
4. Percepción errónea por parte de los alumnos del propósito de la instrucción analógica.
5. Inexperiencia en el procedimiento de extrapolación.

Cuando los profesores, autores de libros de texto o alumnos comparan características que no se corresponden unas con otras, surge la equivocación y los errores conceptuales.

Se deben, por tanto, examinar cuidadosamente todos los aspectos de una analogía para usarla con efectividad ya que puede llevar fácilmente a los estudiantes a un camino equivocado. Prueba de ello la constituye el siguiente comentario de Glynn: *"existen alumnos que después de utilizar la analogía circuito de agua - circuito eléctrico creen que la electricidad en un alambre es como el agua en una manguera y, por lo tanto, si el alambre se corta la electricidad tendrá una fuga"* (Glynn, 1991, pág 227).

Los profesores y autores de libros de texto deben hacer ver a los estudiantes que las analogías son armas de doble filo: pueden explicar e incluso predecir algunos aspectos del tópico pero, por el contrario, pueden venirse abajo. Por este motivo, Glynn (1991) hace la siguiente recomendación:

"Los modelos y las analogías pueden ser de gran valor en la enseñanza de las ciencias si se usan con cuidado y discriminación. Es importante, por ejemplo, estar alerta de los peligros de la creencia de que un modelo o una analogía es una representación exacta de algún sistema físico. Uno debe siempre observar las analogías críticamente y recordar que significan no más que: bajo ciertas condiciones especiales, el sistema físico que se estudia se comporta como si ..." (Glynn, 1991, pág. 227).

Tanto los profesores como el material educativo deben estar preparados para guiar el proceso de extrapolación. Esta guía disminuirá el potencial de representaciones erróneas y aumentará la probabilidad de que el modelo mental que construye el alumno represente exactamente la realidad (Zook y Di Vesta, 1991).

Se debe decir, sin embargo, que existen numerosas investigaciones que ponen de manifiesto que las correspondencias erróneas que establece el alumno en el proceso de extrapolación están influenciadas no sólo por las condiciones de enseñanza, sino por circunstancias particulares de los alumnos como son la edad y la capacidad verbal (Dagher, 1995b).

Pero, independientemente de las variables anteriores, ¿existe algún criterio que permita, a priori, al profesor saber cuando una analogía es buena o mala?

En este sentido, Halpern y colaboradores (1990) investigaron analogías que presentaban análogos cercanos y analogías que presentaban análogos lejanos.

Llegaron a la conclusión de que las analogías que compartían características superficiales y estructurales entre el análogo y el tópico (análogos cercanos) eran más idóneas para usarlas espontáneamente, mientras que las analogías que comparten sólo características estructurales (análogos lejanos) eran más idóneas para el recuerdo y la comprensión de textos científicos.

Thagard (1992) argumenta, como resultado de sus numerosas investigaciones, que las buenas analogías son aquellas que presentan gran similitud semántica entre el análogo y el tópico y gran correspondencia estructural (correspondencia en la trama de relaciones) entre el análogo y el tópico.

Cuando en una analogía el análogo es de la vida cotidiana presenta la ventaja de ser conocido por los alumnos. Sin embargo, se corre el riesgo de no ser semánticamente y estructuralmente similar al tópico. Puede entonces haber una tensión con el pragmatismo de la analogía. El profesor, por tanto, debe ser consciente de las correspondencias semánticas y estructurales de la analogía.

Un ejemplo de tales correspondencias se muestra en la analogía siguiente:

“Los enlaces químicos que unen a los átomos pueden compararse a la lucha de la cuerda entre dos personas” (Thagard, 1992, pág. 540).

Existen similitudes semánticas entre el enlace y el agarre de la cuerda; no la hay entre los átomos y las personas, por lo que el profesor debe establecer las entidades y los conceptos que se pueden relacionar.

Las correspondencias estructurales son también importantes por las relaciones causales que surgen: la competición de los átomos por los

electrones y de las personas por la cuerda es la que los mantiene juntos.

Glynn (1991) describe una serie de estrategias que permiten distinguir una buena analogía de una mala analogía. Son las siguientes:

1. el número de características comparadas
2. la similitud de las características comparadas
3. el significado conceptual de las características comparadas.

El poder explicativo de una analogía generalmente aumenta con el número de características similares mostradas entre el análogo y el objetivo. Sin embargo, es posible describir una "buena" analogía con pocas ( o una solamente ) características similares, si esas características son relevantes para el objetivo específico del profesor o autor.

Por ejemplo, la siguiente analogía está descrita con una única característica similar, pero es una muy importante desde el punto de vista del profesor: "La Luna actúa como un espejo reflejando la luz del Sol" (Glynn, 1991, pág. 226).

Una analogía se considera mala cuando es difícil identificar y esquematizar las características más importantes compartidas entre el análogo y el objetivo.

Por ejemplo, Glynn describe que en un libro de texto de sexto grado de Enseñanza Primaria aparecen tres modelos del átomo con la descripción etiquetada "modelo de bolas de billar", "modelo del pudding de ciruelas" y "modelo de Rutherford: un núcleo circundado por electrones moviéndose rápidamente" (Glynn, 1991, pág. 226). Los títulos de los dos primeros modelos son históricamente precisos. Es más, describen analogías positivas para los lectores que están familiarizados con bolas de billar y pudding de ciruelas.

Desgraciadamente, pocos alumnos de sexto grado están familiarizados con los billares y el pudding de ciruelas. Los títulos deben mantenerse ya que son históricos; de cualquier forma, el texto debería describir los billares y el pudding de ciruelas para que los conceptos y las analogías asociadas se comprendan. Quizás, debería usarse una analogía para explicar el pudding de ciruelas comparándolo con un helado con pedacitos de chocolate, un concepto este último con el que los alumnos de sexto grado están más familiarizados.

Una buena analogía plantea ideas nuevas en términos con los que los estudiantes están ya familiarizados. Las analogías descritas por un profesor o autor entre conceptos abordados inicialmente (por ejemplo, las fracciones) y conceptos abordados más tarde (por ejemplo, las proporciones) son muy efectivas porque garantizan que los conceptos primitivos (que funcionan aquí como análogos) son parte de toda la base del conocimiento de los estudiantes.

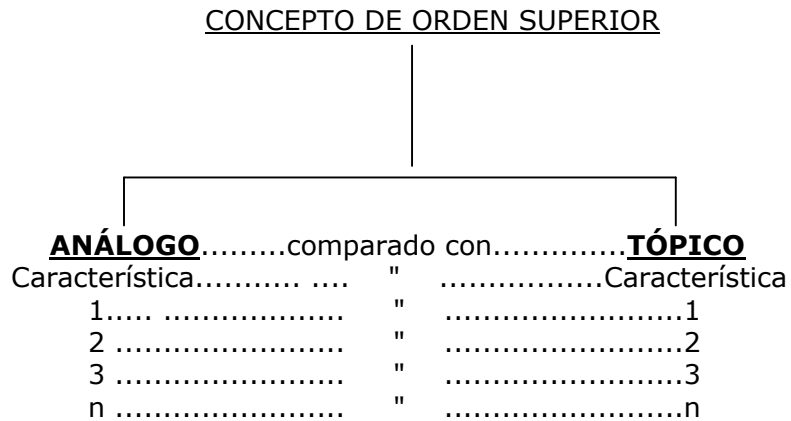
También, esas analogías son particularmente poderosas porque incitan a conectar conceptos y a formar sistemas conceptuales. Glynn (1991) afirma que una analogía descrita por el profesor o por el autor de un libro de texto, en la que el análogo es un concepto abarcado con anterioridad, es particularmente efectiva ya que existe alguna seguridad de que el análogo es familiar a cada uno de los alumnos.

Con analogías de este tipo se puede introducir, por ejemplo, a los alumnos el concepto de energía potencial eléctrica a partir del de energía potencial gravitatoria.

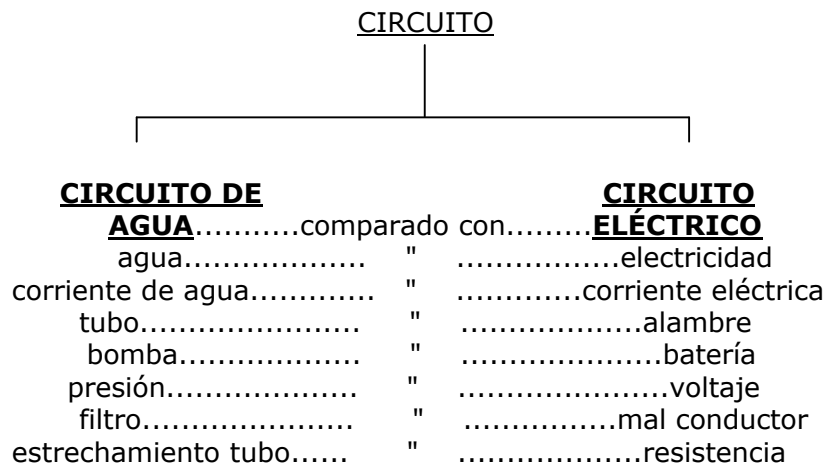
Gentner (1982; 1983) ha elaborado las siguientes estrategias para caracterizar a las buenas analogías:

1. *Conocimiento del análogo*: la estructura del análogo debe ser comprendida, enteramente, por los alumnos, ya que representaciones incompletas o incorrectas pueden originar errores conceptuales. Cuanto más a fondo es conocido el análogo mayor es el número de relaciones que se pueden extraer y transferir al tópico.
2. *Claridad de las correspondencias*: cuanto más se aclaren las correspondencias más nos aseguramos de la ausencia de ambigüedad en las mismas. Es posible, para ello, ayudarse de una representación esquemática de la analogía.
3. *Riqueza*: las buenas analogías presentan muchas correspondencias entre el análogo y el tópico, es decir, presentan alta riqueza.
4. *Sistematicidad*: las relaciones que se establecen entre análogo y tópico deben formar parte de relaciones de orden superior.

La representación esquemática que propone Gentner para ayudar a los alumnos a clarificar las correspondencias puede ser la que formula Glynn (1991) y que se muestra a continuación, en los cuadros I.1.1 y I.1.2:



**Cuadro I.1.1. Representación de una analogía con sus partes constituyentes (Glynn, 1991, pág. 223).**

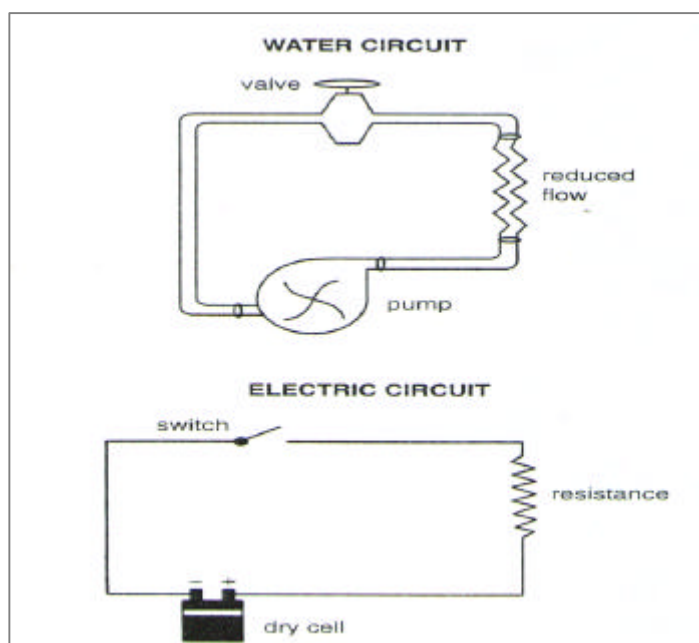


**Cuadro I.1.2. Analogía del circuito eléctrico (Glynn, 1991, pág. 224)**

El cuadro I.1.2 ejemplifica las partes constituyentes de una analogía concreta en la que el circuito eléctrico es el tópico y el circuito de agua el análogo. En esta representación tanto el análogo como el tópico están subordinados a un concepto de orden superior, que en el caso de la analogía del circuito eléctrico es *circuito*.

El concepto de orden superior es muy importante ya que puede sugerir otras analogías, puede estimular a los alumnos a generalizar lo que han aprendido y aplicarlo a otros conceptos. Es decir, contribuye al aprendizaje significativo.

Una representación menos abstracta de la analogía es la que se presenta en la figura I.1.12:



**Figura I.1.12. Analogía del circuito hidráulico**  
(Glynn, 1995, pág. 26)

Idealmente, tal como se comentó anteriormente, una analogía efectiva descrita entre dos conceptos debería ayudar a los alumnos a transferir su conocimiento base a la comprensión, organización y visualización del nuevo conocimiento.

De esta manera se puede introducir el concepto de energía potencial eléctrica a partir del de energía potencial gravitatoria. Los alumnos ven cómo las características de los dos conceptos se conectan y se relacionan entre sí, siendo entonces más propensos a generalizar su comprensión a un concepto de orden superior, tal como "energía potencial".

También serán más propensos a transferir su comprensión a otros aspectos del concepto de orden superior, tal como "energía potencial elástica" y "energía potencial química", viendo las similitudes entre ejemplos diferentes de energía potencial tales como "piedra elevada", "batería cargada", "flecha lanzada" y "cargas separadas".



Duit(1991) describe una serie de ventajas y desventajas a la hora de hacer uso de las analogías en la enseñanza. Son las siguientes:

1. Son herramientas valiosas para el cambio conceptual. Abren nuevas perspectivas.
2. Pueden facilitar la comprensión de lo abstracto por relación con similitudes en el mundo real.
3. Pueden permitir visualizar lo abstracto.
4. Pueden provocar el interés y la motivación de los estudiantes.
5. Fuerzan al profesor a tener en consideración el conocimiento previo de los alumnos. El uso de las analogías puede aflorar los errores conceptuales en áreas ya enseñadas.
6. Son armas de doble filo. Pueden llevar a conclusiones erróneas (Glynn, 1991).
7. Una analogía nunca está basada en una correspondencia exacta entre el análogo y el tópico. Hay siempre características de la estructura del análogo que son diferentes de las del tópico. Estas características pueden llevar a conclusiones erróneas.
8. El razonamiento analógico sólo es posible si las analogías propuestas son percibidas por los alumnos (no desconocen el análogo y no tienen errores conceptuales sobre él).
9. El razonamiento analógico en el aprendizaje requiere ser guiado por el profesor. El acceso a las analogías se facilita con similitudes superficiales. Las similitudes estructurales tienen poder inferencial.

Otra estrategia para la enseñanza es la que describen Treagust, Duit, Joslin y Lindauer (1992) con el nombre de *manera dual* de usar la analogía.

Según estos investigadores, siempre que una analogía se usa se desarrolla no sólo el tópico sino también el análogo. Esto es debido a

que el análogo puede verse desde una nueva perspectiva, desde la perspectiva del tópico.

La analogía se puede, por tanto, usar en la enseñanza como una estrategia para desarrollar el análogo.

Estos investigadores también proponen como estrategia para la enseñanza con analogías el que los profesores dispongan de un repertorio de analogías bien preparado, con contenidos específicos en contextos específicos, de manera que vean a los alumnos como responsables de la construcción de su propio conocimiento más que como recipientes pasivos donde se almacena el conocimiento presentado por el profesor.

#### **I.1.5.2. Analogías y aprendizaje**

Rumelhart y Norman (1981) han publicado una perspectiva teórica del aprendizaje fundamentada en el *esquema*, según la cual distinguen tres tipos de aprendizaje: *acrecentamiento*, *sintonización* (o esquema evolutivo) y *reestructuración* (o esquema creativo).

En el aprendizaje de acrecentamiento la nueva información es codificada en el esquema existente, por lo que no se desarrollan nuevos esquemas. Es la forma más común de aprendizaje. Parece ser bastante similar al proceso de asimilación de Piaget (García Madruga, 1998, pág. 16).

La generación de nuevos esquemas ocurre solamente en los otros dos tipos de aprendizaje. Los nuevos esquemas son generados por analogía, modelando los esquemas existentes al transferir estructuras desde el análogo al tópico. Estos dos tipos de aprendizaje comparten características importantes con los procesos de acomodación de Piaget (García Madruga, 1998, pág. 9).

La perspectiva teórica del *esquema* de Rumelhart y Norman (1981), citada anteriormente, coincide con aspectos importantes de la visión constructivista.

Las dos ideas básicas de la visión constructivista, ideas de enorme importancia, son:

1. el aprendizaje es un proceso activo de construcción

2. el aprendizaje es posible, solamente, en base a conocimiento adquirido previamente.

El aprendizaje significativo es un proceso activo que emplea lo familiar para comprender lo no familiar. El aprendizaje, por tanto, tiene que ver con la construcción de similitudes entre lo nuevo y lo ya conocido. Es precisamente este aspecto el que enfatiza el significado de las analogías en un aprendizaje constructivista.

Visiones más tradicionales del aprendizaje, como la de Gagné (en Novak, 1990, pág. 117-120) también enfatizan la necesidad de relacionar lo no familiar con lo familiar. Sin embargo, el aprendizaje parece concebirse como un crecimiento conceptual, más que como una cadena en continuo crecimiento.

La visión constructivista del aprendizaje admite que éste puede ser visto en términos de crecimiento conceptual, pero en este caso estaríamos ante una nueva construcción de lo ya conocido. Kuhn (en Chalmers, 1987, pág. 127-141) ha llamado a procesos parecidos en la historia de la ciencia *paradigmas de cambio*. En el campo del constructivismo se conocen bajo el nombre de *cambio conceptual* (Duit, 1991).

Las analogías son de importancia fundamental en el aprendizaje por cambio conceptual; pueden ayudar a reestructurar la memoria existente y a prepararla para nueva información (Gentner, 1983).

Además, el empleo de una analogía no sólo ayuda o facilita el aprendizaje del tópico, también contribuye a reestructurar el análogo. El uso de una analogía es, por lo tanto, un proceso doble en el que se desarrollan el análogo y el tópico (Treagust, Duit, Joslin y Lindauer, 1992).

Otra aportación muy importante a la función de las analogías en el proceso de aprendizaje es la síntesis de revisiones teóricas que hace Simons (1984). Según Simons, Las analogías tienen tres funciones en el proceso de aprendizaje que justifican el porqué son ayudas efectivas en la instrucción: *función concretizante*, *función estructurante* y *función de asimilación activa*.

Las analogías son ayudas efectivas en el aprendizaje porque hacen la información abstracta más imaginable y concreta (función concretizante).

Cuando se crea un nuevo esquema, la estructura formal de una analogía puede servir de base, de manera que la estructura formal del nuevo esquema no necesita ser aprendida. Todo lo que uno necesita hacer es suplir la estructura formal con la nueva información. En este camino las analogías funcionan principalmente para estructurar la nueva información.

La tercera función teórica de las analogías es la asimilación activa. Según la teoría de asimilación de Mayer (1989), la presentación de analogías puede, al menos bajo algunas condiciones, hacer disponibles las ideas relevantes intuitivas y estimular a los alumnos a integrar activamente la nueva información y la información previamente aprendida en la estructura cognitiva.

Existen numerosos trabajos de investigación que dan validez a las argumentaciones teóricas anteriores. A continuación se describen algunos de ellos.

**Donnelly y McDaniel (1993)** investigaron la repercusión del uso de las analogías en el aprendizaje de conceptos científicos.

Partieron de una muestra de 48 estudiantes universitarios y de 11 conceptos científicos rebuscados de varios libros de texto americanos de *high school* y *college*<sup>14</sup>. Para cada concepto se construyeron dos textos didácticos cortos. Uno aportaba una descripción literal del concepto, mientras que el otro texto lo relacionaba con una situación familiar a los alumnos (condición analógica).

Los alumnos se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos. A los de un grupo se les entregó el texto de la descripción literal de cada uno de los 11 conceptos científicos. A los alumnos del otro grupo se les entregó el texto de la condición analógica. Después de un tiempo prudencial todos rellenaron un cuestionario de opciones múltiples. Este procedimiento se llevó a cabo en cuatro experimentos.

Comprobaron que los alumnos de la condición analógica presentaban un pensamiento inferencial más acertado que los de la condición literal. Los alumnos de la condición literal estaban mejor preparados en contestar cuestiones de nivel básico, como por ejemplo los detalles superficiales cercanos a un concepto.

Por lo tanto, Donnelly y McDaniel sugieren que las analogías pueden actuar como organizadores avanzados, favoreciendo el aprendizaje de

---

<sup>14</sup> El término *college* es equivalente a *senior high school*. Se trata, por tanto, de libros de texto de secundaria (*high school*) y de Bachillerato (*college*). (Consejería de Educación de la Embajada de España: <http://www.sqci.mec.es/usa> ).

nuevos conceptos y el pensamiento inferencial. Cualquier cosa que concrete el tópico aumenta el pensamiento inferencial. Las analogías tendieron a atenuar la memoria para los detalles específicos relacionados con el tópico, algo quizás valioso.

**Brown y Clement (1989)** llevaron a cabo una investigación en la que experimentaron con dos estudiantes de enseñanzas medias y uno universitario de primer curso de carrera. Los autores emplearon entrevistas de tutoría en las que usaban ejemplos puente que se basaban en las intuiciones de los estudiantes y en el establecimiento de conexiones analógicas.

En lugar del planteamiento de enseñanza habitual de presentación y explicación de la analogía, los entrevistadores presentaron para cada tópico una serie de analogías de enganche con la finalidad de estimular el razonamiento posterior acerca del problema. Su planteamiento consistía en relacionar a los estudiantes con el razonamiento analógico en lugar de presentarles una analogía determinada.

El planteamiento difería del estándar en que el entrevistador presentaba una analogía puente de forma que sugería, más que establecía, que la situación era análoga. Dos de los entrevistadores tuvieron éxito en el cambio de ideas de los estudiantes y dos de los entrevistadores fracasaron a la hora de promover este cambio.

En un caso en el que la intervención de los autores no tuvo éxito, el estudiante no fue capaz de ver el objeto y el enganche como análogos.

Los autores concluyeron la investigación explicitando una serie de recomendaciones que deben tenerse en cuenta para que las analogías tengan éxito:

1. Los estudiantes deben tener una concepción de enganche que pueda desarrollarse mediante puente.
2. Las analogías puente necesitan discutirse explícitamente cuando los estudiantes fallan en ver el enganche y el objeto como análogos.
3. Es necesario elaborar métodos interactivos que puedan usarse en conjunción con la analogía.
4. Los estudiantes necesitan ayuda para "ver el tópico a través de un nuevo camino" (Brown y Clement, 1989, pág.259).

**Dupin y Johsua (1989)** condujeron un estudio con estudiantes de sexto, octavo y décimo grado de primaria y secundaria en un contexto de enseñanza de la electricidad, durante un período de 20, 24 y 34 horas, respectivamente.

Los profesores discutieron primero las percepciones de los estudiantes, y después presentaron una analogía mecánica acerca de un tren continuo que se movía sin un mecanismo y con coches idénticos empujados por personas hacia una estación.

Después de enunciar todos los elementos relatados para el tren, el profesor pidió a los estudiantes que encontraran los elementos correspondientes en el circuito cerrado. De esta manera se enfatizó el aspecto conceptual de la proyección analógica.

Los estudiantes de octavo grado generaron la mayoría de las conexiones correctamente, mientras que los estudiantes de sexto grado sólo fueron capaces de encontrar por ellos mismos una conexión. En décimo grado, esta analogía parecía limitar la capacidad de los estudiantes de desarrollar un entendimiento profundo de la ley de Ohm.

El profesor recurrió, a continuación, a una analogía térmica. Los grupos de control y experimentales respondieron a cuestionarios antes de la instrucción y un mes después.

Los resultados indicaron una clara diferencia entre los grupos experimentales y de control después de la instrucción, y revelaron la ventaja de la secuenciación de analogías para reducir las limitaciones que conlleva el uso de la clásica analogía del agua.

Los investigadores concluyeron afirmando que las analogías contribuyeron a la mejora del rendimiento en el grupo experimental, a pesar de las decenas de horas de clases adicionales que requirió su uso.

**Fridel y colaboradores (1990)** examinaron, mediante un estudio, el comportamiento de los estudiantes preuniversitarios en la resolución de problemas durante un curso preparatorio de Química.

Se llevó a cabo durante un período de dos años, con un grupo experimental en el que alternaron las sesiones de mañana y tarde para poder controlar las diferencias entre los estudiantes de los dos turnos. En las primeras dos semanas se pasaron tres tests a los estudiantes. Al finalizar el primer trimestre se pasó a los estudiantes un test de correspondencias desarrollado por el profesor (siete problemas analógicos para corresponder con siete problemas de química) y un examen final (100 ítems de química).

El tratamiento del grupo experimental consistía en dos semanas de clase usando analogías (el análogo eran manzanas) durante las cuales fueron introducidos en la estequiometría, mientras que en el grupo

control se llevaba a cabo una enseñanza regular en la que los estudiantes aprendían la resolución de problemas.

Un análisis de regresión jerárquico reveló que las analogías no fueron efectivas. Los autores proponen tres razones que podrían ser las responsables de estos resultados:

1. El profesor supuso que durante el período de enseñanza los estudiantes comprendían las analogías, que veían la relación entre la analogía y el correspondiente problema de química y que eran capaces de transferir la técnica de resolución de problemas de uno a otro.
2. El período de enseñanza fue relativamente corto y limitado a una unidad de estudio.
3. Los estudiantes pueden haber usado un método algorítmico de resolución de problemas, sin prestar mucha atención a la relación entre el análogo y el problema químico.

**Stavy (1991)** estudió las transferencias analógicas en niños de segundo, tercero y cuarto grado de primaria, de clases sociales heterogéneas, en relación a la comprensión de funciones inversas, en tres contextos diferentes.

El tratamiento consistía en enseñar a los estudiantes el papel de la cantidad de agua en la determinación de la concentración variando sólo la cantidad de sal o variando sólo la cantidad de agua.

A los niños se les pasó un test individual, antes de la instrucción, en tres cuestiones relacionadas con las funciones inversas.

El rendimiento de los grupos experimentales fue significativamente más alto que el de los grupo de control en los tests posteriores, administrados inmediatamente después de la experiencia y tres semanas después.

Stavy encontró que los estudiantes eran capaces de transferir el conocimiento sobre razón y funciones inversas de las tres cuestiones, y también a las preguntas adicionales dadas en post-tests. Apreció que *"la extensión de la transferencia está aparentemente influenciada por la similitud percibida de las preguntas"* (Stavy, 1991, pág. 309).

El segundo experimento se llevó a cabo con niños de quinto y sexto grado de primaria (clase media de área urbana) y se centró en la dificultad que tienen los niños en relacionar la conservación de la masa en la acetona debido a la carencia de indicadores visuales.

A cada estudiante se les dio en un ejercicio dos tubos de ensayo que contenían igual cantidad de yodo y en otro ejercicio dos tubos de ensayo que contenían igual cantidad de acetona. Uno de los tubos se calentó hasta que se evaporó el líquido. Se preguntó a los estudiantes si los pesos de los tubos eran iguales y si eran diferentes, cuál era más pesado y porqué. A la mitad de los estudiantes (20) se les dio el test de la acetona primero y el del yodo segundo. A la otra mitad en el orden contrario.

El grupo que tuvo primero el test del yodo logró un rendimiento más alto que el grupo que hizo primero el de la acetona.

Stavy sugiere que *"la comprensión intuitiva que apoya la percepción de la actividad del yodo sirvió, aparentemente, como ejemplo analógico para el preconocimiento del ejercicio de la acetona"* (Stavy, 1991, pág. 310).

**Clement (1993)** realizó un estudio con estudiantes de enseñanzas medias inscritos en el primer año de Física en cuatro clases diferentes, con grupos control y experimental (con varias clases en dos escuelas).

El grupo experimental recibió lecciones diseñadas en torno a estrategias para usar las analogías puente. Esta estrategia consiste en la utilización de un enganche (basado comúnmente en una noción intuitiva) y complementada por una o más analogías intermedias.

Las analogías intermedias proveen una transición más fácil entre las concepciones alternativas de los estudiantes, definidas como *"concepciones que pueden entrar en conflicto con las teorías físicas aceptadas comúnmente"* (Clement, 1993, pág. 1241) y concepciones objeto (científicas).

Un equipo de investigadores diseñó tres unidades sobre los temas siguientes: fuerzas normales, fricción y tercera ley de Newton.

Los profesores de los grupos de control y experimental tenían experiencia y una excelente reputación. Los profesores del grupo experimental participaron en un curso piloto de verano, de una semana de duración. Se dieron a los grupos control y experimentales pre y post tests idénticos, justo antes de la sesión experimental y dos meses después de la última sesión experimental. Las 15 cuestiones del test consistían en cuestiones de transferencia y se diseñaron para detectar las ideas alternativas comunes.

Los resultados cuantitativos (tests) del estudio y las observaciones cualitativas hechas en base a videos revelaron que:

- 1) Los estudiantes en el grupo experimental parecían entender la mayoría de los casos de enganche.



- 2) Los estudiantes no vieron inicialmente que el enganche y el objeto eran análogos.
- 3) Cada nivel superior de la lección (enganche, puente, modelo, demostración) fue de gran ayuda para la mayoría de los estudiantes.
- 4) En el curso de la discusión, los estudiantes construyeron analogías, explicaciones, modelos, ejemplos, y plantearon nuevas cuestiones científicas relativas al tema.

### **I.1.5.3. Modelos de enseñanza con analogías**

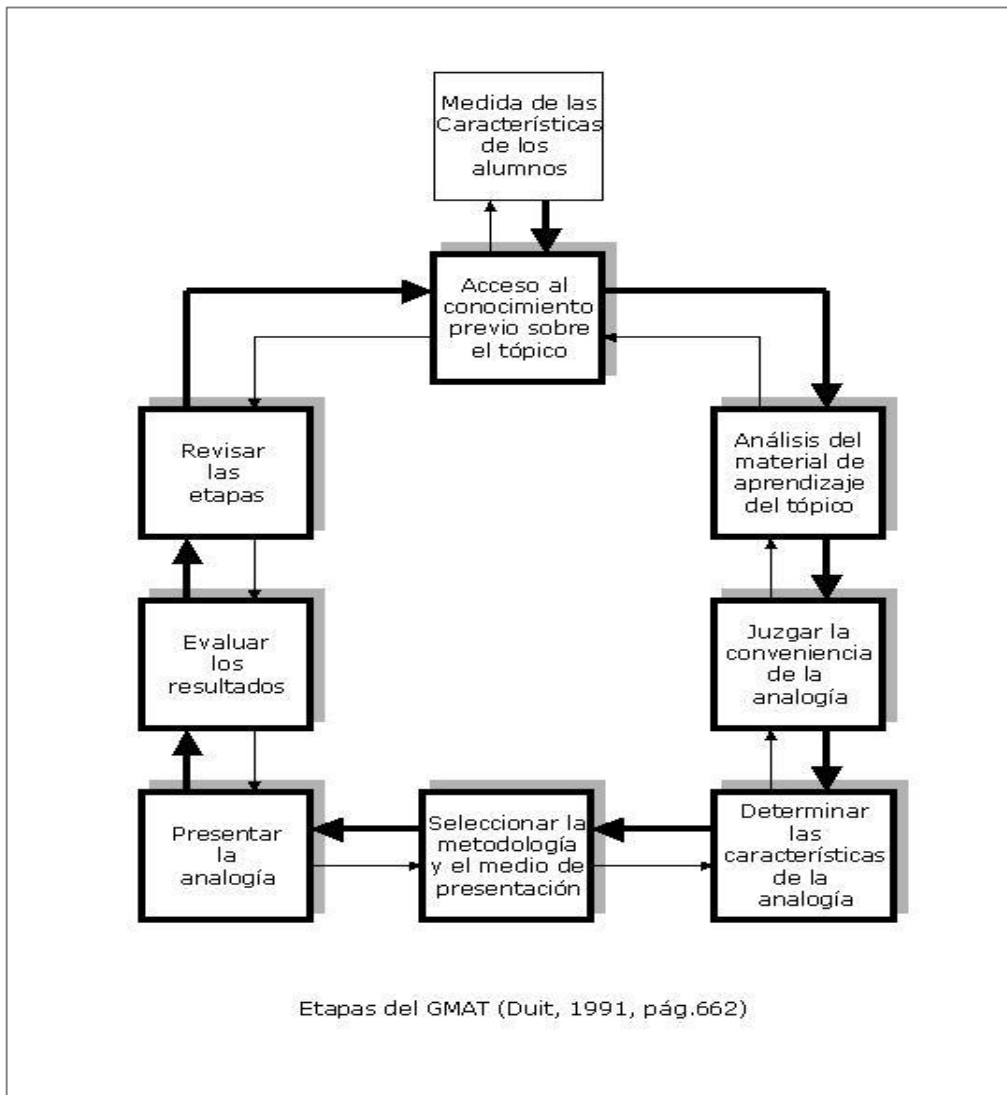
Los estudios sobre el papel de las analogías en la enseñanza, particularmente con alumnos adultos y con la enseñanza de la ciencia, han sido revisados por Duit (1991). Según este investigador, cuando los estudiantes se familiarizan con los fundamentos de la analogía y ven su relación con el tópico, hay pruebas de que la analogía contribuye a la comprensión.

Sin embargo, hay peligro de que la interpretación analógica que los estudiantes construyen no sea la adecuada, y que éstos no sean conscientes de ello. También es posible que análogo y tópico permanezcan divorciados, de modo que el razonamiento analógico no tenga lugar.

Cuando esto ocurre se corre el peligro de que las limitaciones de una analogía particular no sean reconocidas. Por este motivo, argumenta Duit, hay que encontrar estrategias o modelos de enseñanza que superen estas dificultades.

Zeitoun (1984) propone el denominado *General Model of Analogy Teaching*, o Modelo General de Enseñanza con Analogía, conocido por el acrónimo GMAT.

Según este modelo, se debe tener muy en cuenta la conveniencia y las características de la analogía que se va a manipular, la metodología de enseñanza que se va a utilizar, el medio de presentación de la analogía y la evaluación del resultado. Comprende 9 etapas y se reflejan en la figura I.1.13.



**Figura I.1.13. Modelo GMAT (Zeitoun, 1984, pág. 112)**

La primera etapa es opcional y se refiere al conocimiento de los alumnos con los que se va a trabajar. Zeitoun fundamenta la opcionalidad en la disponibilidad de recursos y tiempo para tomar este aspecto en consideración.

La etapa 2 es esencial al planificar los procesos de aprendizaje vistos desde un punto de vista constructivista; se trata de averiguar lo que el alumno ya conoce acerca de lo que tiene que aprender (tópico).

La etapa 3 analiza si los materiales de enseñanza que el profesor tiene a disposición ya contienen analogías o si, por el contrario, debe diseñarlas.

Muchos aspectos de las siguientes etapas muestran lo familiar y lo complejo de las analogías. En la etapa 4 se da prioridad a las analogías en las que existen correspondencias entre muchos atributos del análogo y del tópic. Las siguientes etapas son comunes en el aprendizaje general, pero relacionadas en este caso con el uso de la analogía.

Zeitoun (1984) resume en su artículo la literatura relevante del momento, transfiriendo algunos hallazgos significativos a su modelo.

Sin embargo el modelo parece tener algunas limitaciones. En primer lugar, la estructura general es bastante pragmática y parece carecer de aspectos generales de base teórica. En segundo lugar, algunos aspectos importantes del uso de las analogías no se muestran en este modelo. La importancia del conocimiento previo, por ejemplo, se tiene en cuenta muy vagamente. Es esencial asegurarse de si el conocimiento previo del análogo se orienta para que la analogía sea fructífera o si la analogía puede contribuir a una "transferencia negativa", esto es, a provocar errores conceptuales en los alumnos.

El *Teaching with Analogies Model*, o Modelo de Enseñanza con Analogías, conocido por el acrónimo TWA, ha sido desarrollado por Glynn (1991). Está basado en los estudios analíticos que se han hecho sobre las analogías presentes en los libros de texto de ciencias de autores ejemplares. Tiene un enfoque constructivista.

Según Glynn, una analogía tiene una función explicativa cuando pone nuevos conceptos y principios en términos familiares, y tiene una función creativa cuando estimula la solución de problemas, la identificación de nuevos problemas y la generación de hipótesis. Por lo tanto, a los aspectos abstractos se les puede dar un significado concreto.

Glynn aporta, también, la idea del concepto de orden superior, concepto que puede aplicarse tanto al análogo como al tópic. Así, en la analogía del circuito hidráulico y circuito eléctrico el concepto de orden superior es *circuito*. Este concepto tiene una función creativa ya que la identificación y nominación del concepto de orden superior puede sugerir nuevas analogías, estimular a los estudiantes a generalizar lo que han aprendido y aplicar su aprendizaje a otros conceptos.

Este modelo puede servir como guía a otros profesores y autores de libros de texto de ciencias, a la hora de usar una analogía para explicar un concepto científico. El modelo TWA comprende los seis pasos siguientes:

1. Introducción del tópico.
2. Iniciar la recuperación del análogo.
3. Identificar las características relevantes del tópico y del análogo.
4. Establecer las correspondencias de similitudes entre el análogo y el tópico.
5. Describir las conclusiones acerca del tópico.
6. Indicar las correspondencias para las que la analogía se viene abajo (falla).

El autor de una analogía bien diseñada elabora cada una de estas operaciones (o pasos), aunque no necesariamente en el orden establecido. Para ilustrar estas operaciones Glynn utiliza los extractos de los capítulos de un libro de texto en el que se describe una analogía extendida entre corrientes de agua (análogo) y corrientes de electricidad (objetivo) de la siguiente forma:

#### CORRIENTE ELÉCTRICA

“El último capítulo discutió el concepto de potencial eléctrico o voltaje. Este capítulo mostrará que el voltaje es una “presión eléctrica” que puede producir un movimiento de carga, o corriente, dentro de un conductor. El movimiento es impedido por la resistencia que dichas cargas encuentran” (Glynn, 1991, pág. 230).

#### MOVIMIENTO DE CARGA

“Para conseguir un movimiento sostenido de carga en un conductor, debe mantenerse una diferencia de potencial mientras la carga se mueve de un extremo al otro. La situación es análoga al movimiento de agua desde un gran recipiente a otro menor (fig. 10.4). El agua se moverá por el interior de una tubería que conecta los reservorios solamente cuando exista una diferencia en el nivel de agua. El movimiento de agua en la tubería, parecido al movimiento de carga en el alambre que conecta el generador de Van de Graaff a tierra, cesará cuando la presión en cada extremo se iguale. Para que el movimiento se mantenga debe existir una bomba adecuada que sea capaz de mantener la diferencia entre los niveles de agua. Entonces existirá una diferencia continua en la presión del agua y un movimiento continuo de agua. Lo mismo ocurre en un circuito eléctrico” (Glynn, 1991, pág. 230-231).

#### FUENTES DE VOLTAJE

“Las cargas no se mueven a menos que exista una diferencia de potencial. Una corriente sostenida requiere una “bomba eléctrica” para mantener una diferencia de potencial. Lo que produce una diferencia de potencial se conoce como fuente de tensión.

A menudo existe confusión entre carga moviéndose a través de un circuito y el voltaje que existe a través de un circuito. Para distinguir entre estas ideas podemos considerar una tubería larga con agua. El agua se moverá a través de la tubería si existe una diferencia de presión a

través o entre sus extremos. El agua se mueve desde el extremo a mayor presión hacia el extremo a menor presión. Solamente se mueve el agua, no la presión. De forma similar se dice que la carga se mueve a través de un circuito porque existe un voltaje aplicado a través de dicho circuito. No se dice que el voltaje se mueve a través de un circuito. El voltaje no va a ninguna parte, son las cargas las que se mueven. El voltaje origina la corriente" (Glynn, 1991, pág. 231).

#### RESISTENCIA ELÉCTRICA

"La mayoría de la corriente que fluye en un circuito depende de el voltaje suministrado por la fuente de tensión. También depende de la resistencia que el conductor ofrece al movimiento de la carga, es decir, de la resistencia eléctrica. Esto es similar a la velocidad con que el agua fluye en una tubería, que depende no sólo de la presión existente sino de la resistencia ofrecida por la propia tubería. La resistencia de un alambre depende de la conductividad del material (es decir, de lo bien que conduce) y también de el grosor y de la longitud del alambre" (Glynn, 1991, pág. 231-232).

#### UNA BATERÍA Y UNA BOMBILLA

"Es un error decir que los electrones fluyen fuera de la batería o dentro de la bombilla; una descripción mejor consiste en decir que se mueven a través de esos aparatos. El movimiento de carga en un circuito es análogo a una bomba, el alambre a la tubería, y la bombilla a cualquier aparato que opera con el movimiento del agua. El agua se mueve a través de la bomba y del circuito al que está conectada. No se aprieta y concentra en ciertas regiones, pero se mueve continuamente. La corriente eléctrica se comporta de la misma forma" (Glynn, 1991, pág. 232).

#### CIRCUITOS ELÉCTRICOS

"Un camino a lo largo del cual los electrones pueden moverse es un circuito. Para un movimiento continuo de electrones, el circuito debe ser uniforme, sin roturas. Una rotura es provocada por un interruptor eléctrico que puede ser abierto o cerrado para cortar o permitir el movimiento de los electrones.

La analogía del agua es bastante usual para lograr la comprensión conceptual de los circuitos eléctricos, pero tiene algunas limitaciones. Una importante es que una rotura en la tubería de agua provoca que el agua se derrame desde el circuito, mientras que una rotura en un circuito eléctrico provoca una parada completa en el flujo de la electricidad. Otra diferencia tiene que ver con el significado de encendido y apagado. Cuando uno cierra un interruptor eléctrico que conecta el circuito, uno permite a la corriente moverse de la misma forma que permite al agua moverse al abrir un grifo. La apertura de un interruptor corta el flujo de electricidad. Un circuito eléctrico debe ser cerrado para que fluya la electricidad. Por otro lado, la apertura de un grifo de agua pone en movimiento o en marcha el flujo de agua. Salvo por estas y algunas otras diferencias, el pensamiento de corriente eléctrica en términos de corriente de agua es un camino usual para estudiar los circuitos eléctricos" (Glynn, 1991, pág. 232).

En la analogía anterior se han seguido todos los pasos especificados en el modelo TWA. Introduce los conceptos pretendidos de voltaje, corriente y resistencia. En el movimiento de carga incita al lector a buscar en su memoria información acerca de las corrientes de agua. Como algunos lectores pueden tener poco conocimiento de los circuitos de agua, el autor del libro de texto suministra bastante información de ellos. En el movimiento de la carga identifica y esquematiza las similitudes: "el movimiento del agua en la tubería se parece al movimiento de la carga en el alambre..." Además, el uso de la figura 10.4 (figura presente en el libro de texto al que se refiere el investigador) ayuda a los lectores a identificar y a hacer el esquema de características similares.

Además de explicar nuevos conceptos, las analogías se pueden usar para aclarar viejos errores conceptuales. En los apartados de FUENTE DE TENSIÓN y UNA BATERÍA Y UNA BOMBILLA, el autor lo hace. Usa su analogía para combatir algún error conceptual popular que los lectores ya tienen o que son propensos a desarrollar. Es importante tener en mente que las analogías se pueden usar para desenmarañar los errores conceptuales de los lectores, sobre todo porque uno de los argumentos más populares en contra del uso de las analogías es que pueden, algunas veces, causar errores conceptuales.

El autor del libro de texto describe también las conclusiones de los conceptos objetivos para sus lectores: la resistencia eléctrica depende de ...

Finalmente, en el circuito eléctrico, describe donde la analogía falla. Lo hace en términos de rotura del circuito y en términos de interruptor-grifo. De esta forma evita la formación de posibles errores conceptuales.

El uso de las analogías del autor del libro de texto es excelente. Cumplió los seis pasos especificados en el modelo TWA.

Glynn afirma que en sus estudios de libros de texto científicos ha encontrado muchas veces que los autores sugieren una analogía a los lectores dejando libertad de juicio a éstos para hacer la correspondencia entre las características semejantes. Bajo estas circunstancias los estudiantes pueden identificar características irrelevantes del tópico y del análogo, esquematizándolas y llegando a conclusiones erróneas acerca del tópico. Además, los estudiantes pueden equivocarse a la hora de interpretar dónde falla la analogía. Por lo tanto, la comprensión del tópico por los estudiantes podría ser incompleta e incorrecta.

Los profesores que tengan el modelo TWA en su mente, según Glynn, pueden interpretar a sus estudiantes las analogías de los libros de texto. Si el autor falla al desarrollar alguna de las operaciones

especificadas en el modelo, el profesor puede desarrollarla. Por ejemplo, si el autor describe una analogía entre la electricidad en un alambre y el agua en una manguera, pero falla al apuntar donde la analogía se viene abajo, es decir, que la electricidad no se derrama si el alambre es cortado, el profesor puede remediar esto desarrollando para los estudiantes esta operación esencial.

Los profesores deberían familiarizar a los estudiantes con este modelo para que ellos aprendan a interpretar, criticar y ampliar la analogía del autor. Cuando se usó este modelo en las clases de ciencias para analizar las analogías de los autores, la discusión que se entabló entre el profesor y los estudiantes, y entre los propios estudiantes, permitió al profesor identificar los errores conceptuales de los estudiantes y los vacíos de conocimiento que de otra forma no se habrían detectado. La discusión también llevó a los estudiantes a establecer nuevas conexiones conceptuales.

Glynn anima a profesores y estudiantes a usar el modelo como una guía para generar sus propias analogías. Es conveniente hacer esto cuando el autor del libro de texto no ha presentado analogía alguna.

Duit (1991) afirma que se trata, sin duda, de un modelo de gran ayuda -aunque conste solamente de unos pasos a ser seguidos- cuando se usan analogías en la enseñanza. Lo fundamental en él es cómo se desarrollan estos pasos.

En el espíritu de todos los profesores debe estar el desarrollar dicho modelo y en las etapas que van desde la 2 hasta la 5 se debe tener en mente que es necesario asegurarse de que los estudiantes comprenden la analogía en la forma correcta, de que realmente ven las similitudes que el profesor tiene en mente, afirma.

Pero los modelos no se pueden utilizar a la buena de Dios, de manera acrítica, sino que deben ser sistemáticamente evaluados. De esta forma se garantiza que su uso en las clases de ciencias aporte a los profesores una mejora en la enseñanza.

En esta línea de trabajo, Harrison y Treagust (1993) arguyen que el modelo anterior de Glynn (1991) fue desarrollado, fundamentalmente, a partir de un análisis de textos de ciencia. Por lo tanto, debería ser adaptado para que fuese eficaz, también, al profesor que enseña diariamente en el aula. Proponen, para tal fin, el denominado *Modified TWA Model*, o Modelo de Enseñanza con Analogías Modificado.

El modelo se justifica por las numerosas observaciones de aula que reflejan que los profesores tienden a introducir las correspondencias

negativas (aquellas con las que la analogía falla) a continuación de las correspondencias positivas (correspondencias con las que la analogía es afín). Además, parece lógico suponer que si las conclusiones fuesen descritas antes que se identificasen las correspondencias para las que la analogía falla, las concepciones alternativas de los alumnos podrían producirse más a menudo (Harrison y Treagust, 1993).

Comprende los seis pasos siguientes:

1. Introducción del tópico.
2. Iniciar la recuperación del análogo.
3. Identificar las características relevantes del tópico y el análogo.
4. Establecer las correspondencias de similitudes entre el análogo y el tópico.
5. Indicar las correspondencias para las que la analogía se viene abajo (falla).
6. Describir las conclusiones acerca del tópico.

Esta modificación del modelo de Glynn fue avalada, posteriormente, por destacados investigadores en el campo de las analogías como Duit, Thiele y el propio Glynn. Actualmente se conoce a este modelo como *Teaching With Analogies Model* (Glynn, 1991; Glynn, Duit y Thiele, 1995; Harrison y Treagust, 1993; Thiele y Treagust, 1995).

#### **I.1.5.4. Recomendaciones para el profesor**

Las analogías múltiples son necesarias para ayudar al aprendizaje de conceptos muy amplios. Además, pueden funcionar como antídotos para errores conceptuales inducidos por una simple analogía, evitando así las equivocaciones que ésta pudiese causar (Spiro y colaboradores, 1989).

Las analogías generadas por los alumnos permiten a éstos comprometerse activamente en la construcción de significados al participar de manera activa en su propio aprendizaje. Permite que los alumnos construyan su conocimiento de forma significativa, a partir situaciones que les son reales.



Las analogías pictóricas ayudan al aprendizaje. Mayer (1989) observó en sus investigaciones que la comprensión de textos expositivos aumentaba con las ilustraciones que ayudan a los estudiantes a focalizar la atención y a construir conexiones.

Newby y Stepich (1987) sugieren que una analogía está justificada cuando el tópico es nuevo y no está fácilmente al alcance del alumno. Si los alumnos pueden comprender fácilmente el tópico, no tiene sentido usarla. Recomiendan construir una analogía en el aula siguiendo cada uno de los ocho pasos que se muestran en el cuadro I.1.3.

CONSTRUYENDO Y PRESENTANDO UNA ANALOGÍA
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Identificar uno o más atributos salientes del concepto. Estos atributos fomentarán su comprensión.</li><li>2. Relacionar este concepto con algo o con alguna experiencia muy conocida por el aprendiz. Es importante que el atributo de cada idea o concepto sea similar.</li><li>3. Describir las similitudes entre las dos cosas comparadas en la analogía. Ser minucioso y claro en la explicación de la semejanza entre ambas.</li><li>4. Identificar las bondades de la analogía. La explicación de las limitaciones de la analogía fortalecerá su poder.</li><li>5. Desarrollar la analogía de forma verbal o visual, o una combinación de las dos.</li><li>6. Presentar la analogía al principio de la secuencia instruccional. Esto debe hacerse como un camino para ganar la atención del aprendiz, estimular su conocimiento previo o, como un camino para clarificar en la mayor medida posible el concepto.</li><li>7. Usar la analogía para explicar ejemplos y contraejemplos del concepto. La analogía puede ser una herramienta para iluminar las características sobresalientes o atributos del concepto que se presenta.</li><li>8. Permitir a los aprendices practicar con la analogía. El remitirse a la analogía proporciona al aprendiz un esquema para la clasificación.</li></ol>

**Cuadro I.1.3 Construyendo y representado una analogía  
(Newby y Stepich, 1987, pág. 23)**

Dupin y Johsua (1989; 1990), por su parte, proponen una serie de recomendaciones para que los profesores las tengan en cuenta a la hora de llevar a cabo sus explicaciones con analogías. Son las siguientes:

1. El análogo debe ser *accesible*. Debe hacer referencia a una situación ordinaria, familiar para los alumnos.
2. La analogía debe ser *concreta*. Debe permitir introducir una idea nueva a través de una imagen.
3. La analogía debe ser *explicativa*. Debe permitir introducir un mecanismo plausible para explicar un fenómeno. El argumento es: *si esto funciona de esta manera, por esta razón, es plausible que aquello funcione de la misma manera, por aquella otra razón*.
4. La analogía debe presentarse *simplificada, depurada, idealizada*. No se trata de realizar nuevos experimentos empíricos sino fomentar *experimentos mentales* a partir de una situación corriente idealizada. Los estudiantes deben pensar sobre el nuevo sistema, introducirse en él, proponer algunas hipótesis relevantes. Es decir, la analogía debe ser *modelizante*.
5. El análogo debe presentar un gran *isomorfismo estructural* (isomorfismo en la trama de relaciones) con el tópico, aunque no sea explotado por los alumnos. Pero, es una garantía de funcionamiento correcto.

Históricamente, los textos escolares han jugado un papel fundamental en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia. Las interacciones que ocurren entre los estudiantes y sus textos, y el compromiso de los profesores en esas interacciones, es un área que continúa siendo objeto de investigación. Con la intención de promover la enseñanza y el aprendizaje desde textos de ciencias, Thiele, Venville y Treagust (1995) proponen a los profesores las siguientes recomendaciones:

1. Tomar conciencia de que las disciplinas abstractas requieren representaciones alternativas, tales como las analogías. Los alumnos tienen dificultad para pensar en términos abstractos y requieren representaciones alternativas para visualizar el concepto. Las analogías pueden utilizarse para ello.

2. Aprender a reconocer las analogías que están presentes en los textos y que usan los alumnos. Si los profesores reconocen y destacan la presencia de las analogías en los textos pueden facilitar el aprendizaje de los alumnos.
3. Utilizar las analogías de los textos con los alumnos, embelleciéndolas cuando sea necesario. Existe un número considerable de analogías que se presentan en los textos sin especificar las correspondencias entre los distintos elementos del análogo y del tópico. Los profesores deben asistir a los alumnos especificando dichas correspondencias e identificando sus limitaciones. El profesor debe ser consciente de que los autores de libros de texto están presionados con el espacio de copia para que éste sea mínimo.
4. Identificar el rol que las frases analógicas tienen en el lenguaje. Muchos conceptos científicos son descritos usando frases que tienen una raíz analógica desde su desarrollo histórico o desde su descripción.

También Iding (1997) hace una serie de recomendaciones para la enseñanza con analogías a profesores y editores de textos de ciencias.

En primer lugar puntualiza que, tal como argumenta Mayer (1989), las analogías ayudan a los estudiantes novatos (estudiantes que desconocen el tópico) con mucha mayor intensidad que a los estudiantes expertos. A estos últimos las analogías podrían resultarles superfluas. Y, tal como argumenta Duit (1991), las analogías ayudan más a los estudiantes menos hábiles que a los más hábiles.

Por ello, es muy importante que en los textos la analogía esté bien estructurada y explicada. Se garantizaría de esta forma un aprendizaje óptimo, previniendo posibles errores conceptuales en los alumnos.

En segundo lugar recomienda tener en cuenta las siguientes sugerencias instruccionales para que el uso de las analogías de los textos sea efectivo:

1. Se debe tener en cuenta el nivel de conocimiento que los alumnos tienen sobre el tópico. Si los alumnos están familiarizados con él, y es concreto (visualizado fácilmente), el uso de la analogía es superfluo y puede dar pie a afirmaciones falsas.

2. Se debe estar seguro de que el análogo es familiar, concreto y visualizable. Además, el análogo y el tópico deben ser lejanos.
3. Se debe revisar el significado de las características del análogo para refrescar la memoria de los alumnos, o para provocar su conocimiento previo, vía discusión en clase.
4. Se debe incluir una explicación, antes de usarla, de lo que es una analogía y de la finalidad que se persigue con su uso. Aportar a los alumnos un simple esquema que les ayude a comprender su aprendizaje con analogías, como el de Glynn (Glynn, 1995, pág.27).
5. Se debe desarrollar la analogía siguiendo las recomendaciones o los modelos propuestos para tal fin, como el de Glynn (1991).
6. Se deben usar analogías múltiples, analogías puente y ejemplos para evitar los errores conceptuales que podrían resultar de una simple analogía.
7. Se debe explicar a los alumnos que las analogías son usadas tanto en el aprendizaje como en el pensamiento y que todas las analogías tienen limitaciones.
8. Se debe alentar a los alumnos a valorar sus propios niveles de comprensión periódicamente, a medida que aprenden con las analogías. Mejoraría así la metacognición de los estudiantes en relación con el uso de las analogías.

Estas estrategias tienen la finalidad de garantizar la efectividad de las analogías, efectividad que será máxima en la medida que logremos que su uso no cause errores conceptuales a los alumnos.

Goswami (1992) argumenta que existen factores importantes que gobiernan el éxito del razonamiento analógico en los niños, y recomienda lo siguiente:

1. Los niños deberían estar familiarizados con el análogo y con sus relaciones.

2. Las relaciones en el tópico deberían ser conocidas, o construidas con facilidad.
3. Los niños deberían conocer las correspondencias factibles entre el análogo y el tópico.

Con las tres condiciones anteriores, afirma Goswami, los niños pueden razonar analógicamente.

Newton y Newton (1995) hacen las siguientes recomendaciones a los profesores a la hora de utilizar las analogías con los niños:

1. Deben asegurarse de que los niños están familiarizados con el análogo de una analogía, proporcionando experiencia previa de él.
2. Deben usar el análogo para modelar todo aquello que es importante en el tópico.
3. Alertar a los niños de que se espera que usen el análogo para razonar y explicar algunos aspectos del tópico. Es decir, para que comprendan el tópico.
4. Estar alerta y corregir posibles errores conceptuales de los niños o experiencias previas inadecuadas.
5. Estar alerta y corregir cualquier tendencia a sobreextender una analogía o a desarrollar errores conceptuales a partir de ellas.

Los estudios bibliográficos confirman que el aprendizaje de significados a través de analogías está en función de cómo se usa dicha analogía, de quién la usa, a quien va dirigida y, por lo tanto, como se evalúa. La consideración detallada de todos estos factores, y no sólo de uno de ellos, permite lograr una comprensión más clara de la contribución de las analogías al aprendizaje de las Ciencias.

Además, cuando los alumnos aprecian la fuerza y las limitaciones de las analogías, su comprensión se acrecienta (Gilbert, 1993; Harrison y Treagust, 1993; Treagust, Harrison, Venville, 1996). Por lo tanto, sería recomendable dedicar algún tiempo de la enseñanza a conseguir que los

alumnos desarrollen destrezas relacionadas con las analogías, sobre todo cuando enseñamos fenómenos no observables o conceptos teóricos.

Cuando los alumnos comprenden las analogías tienen más conciencia meta cognitiva sobre las situaciones en las que necesitan utilizarlas. En definitiva, se puede decir que los alumnos necesitan aprender la naturaleza de las teorías que les permiten aprender ciencia (Mason, 1994).

Siempre que se desarrolle una analogía en el aula, el profesor debe asegurarse que el análogo es familiar a los alumnos y que éstos se esfuerzan en identificar las correspondencias entre el análogo y el tópico, tanto las coherentes como las incoherentes (Glynn, 1991; Harrison y Treagust, 1993).

Muchas de las concepciones alternativas de los alumnos se pueden evitar si el profesor les ayuda a identificar dónde la analogía se viene abajo, como por ejemplo la de aquellos alumnos que concluyeron que como las células y los átomos tienen núcleo, los átomos se pueden reproducir y el núcleo del átomo controla todas las actividades de éste.

Una analogía es solamente una herramienta de ayuda en el aprendizaje si el alumno comprende el análogo a fondo y si identifica la relación analógica entre el análogo y el tópico. Este proceso de comprensión, extracción y transferencia de relaciones idénticas debe ser suministrado por el autor del material de aprendizaje o por el profesor.

Las investigaciones revisadas indican que, si los libros de texto de ciencias, los alumnos y las variables que influyen en la enseñanza se toman en consideración, la instrucción con analogías en los textos de ciencias puede facilitar el aprendizaje.

Tal como apunta Glynn (1991), esta información es muy importante para los profesores que deseen llevar a cabo una enseñanza efectiva y, también, para el diseño de futuros libros de texto y materiales didácticos.



**I.2. RAZONAMIENTO ANALÓGICO.  
COMPONENTES Y FACTORES  
DEL RAZONAMIENTO ANALÓGICO**

En este capítulo se abordan los estudios, de la revisión bibliográfica, que se han llevado a cabo para observar el desarrollo del razonamiento analógico.

Comienza definiendo el razonamiento analógico, así como las condiciones en las que ocurre. A continuación se describen las analogías de formato proporcional y su contribución al estudio de dicho razonamiento.

Concluye con otros estudios que se han llevado a cabo sobre el desarrollo del razonamiento analógico a partir las analogías que se emplean en dos contextos menos formales que el del formato proporcional: la comunicación oral y los libros de texto. Fruto de estos estudios son las dos teorías sobre dicho razonamiento: la *Teoría de Extrapolación Estructural* y la *Teoría de las Restricciones Múltiples*.

### **I.2.1. Razonamiento analógico**

El razonamiento analógico es un componente fundamental de la inteligencia humana. Constituye el proceso mental que tiene lugar cuando utilizamos, con éxito, la analogía. Por este motivo, no debe extrañar que el conocimiento de cómo se produce y cómo se desarrolla haya despertado el interés de numerosos investigadores.

En términos globales, el Razonamiento Analógico se puede definir como la generación de conocimiento aplicable a una situación nueva (tópico) por transferencia de conocimiento a partir de una situación conocida (análogo) (Holyoak y Koh, 1987).

Esta concepción implica, al menos, la existencia de dos procesos diferenciables. Por una parte el proceso encargado de recuperar el análogo, es decir, recuperar aquella información relevante de la situación conocida y familiar y, por otra parte, el proceso encargado de establecer una correspondencia entre la información relevante del análogo y el tópico. A este último proceso se le conoce con el nombre de extrapolación (M<sup>a</sup> José, 1997) o proceso de *establecimiento de correspondencias* (De la Fuente, Baillo y otros, 1989).

El Razonamiento Analógico ocurre, según la mayoría de los investigadores, bajo cualquiera de las dos condiciones siguientes:



- 1) cuando dos o más cosas son similares en muy pocos aspectos y suponemos que probablemente tienen otros aspectos comunes.
- 2) cuando una persona describe una conclusión acerca de un factor desconocido en base a su semejanza con un factor familiar o conocido.

La importancia de tomar nueva información y relacionarla con un contexto mayor y más significativo de conocimiento organizado ha sido muy patrocinada por investigadores tales como Ausubel y Robinson (1969) o Gagné (1977). Esto puede ser consumado con algo que facilite la conexión entre el nuevo conocimiento y el ya adquirido previamente, y las analogías facilitan esa conexión (Reigeluth, 1983).

El *aprendizaje memorístico*, carente de razonamiento, se produce cuando no se realiza ningún esfuerzo consciente por asociar el nuevo conocimiento con conocimiento que ya se encuentra en la estructura cognitiva y, por lo tanto, la interacción entre ambos conocimientos es mínima. El *aprendizaje significativo* es un proceso en el que se relaciona información nueva con algún aspecto ya existente en la estructura cognitiva de un individuo y que es relevante para el material que se intenta aprender.

Los puentes cognitivos pueden servir para centrar la atención del alumno en los elementos o características del material de estudio para que no pasen completamente desapercibidos. Las analogías actúan, por lo tanto, como puentes cognitivos salvando el abismo que existe entre lo que el alumno ya sabe y lo que necesita saber antes de que aprenda con buenos resultados el nuevo conocimiento (Glynn, 1991).

Existen dos teorías que intentan explicar cómo el uso de la analogía facilita la comprensión, es decir, el razonamiento -razonamiento analógico- asociado al uso de la analogía. Una de ellas es la denominada *Teoría de Extrapolación Estructural* (Gentner, 1983), también llamada teoría sintáctica. La otra teoría es la denominada *Teoría de las Restricciones Múltiples* (Holyoak y Thagard, 1989). En los apartados siguientes se exponen sus principios y fundamentos.

Sin embargo, es conveniente exponer con anterioridad un tipo de analogías utilizadas en numerosos tests psicológicos para medir el coeficiente intelectual: las analogías de formato proporcional o analogías proporcionales. Estas analogías sirvieron de base para los primeros estudios de razonamiento analógico, estudios que permitirían,

posteriormente, el desarrollo de las teorías de correspondencia estructural y pragmática.

### **I.2.2. Analogías de formato proporcional. Teoría componencial**

Muchos tests psicológicos estandarizados, encargados de medir el coeficiente intelectual, recurren al razonamiento analógico. El formato o estructura común de las analogías en estos tests es el siguiente:

\_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ :: \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_

En este formato, los dos primeros términos tienen una relación que debe ser descubierta por los alumnos, el tercer término es un dato, y el último término se deja en blanco para que el alumno seleccione el término correcto que completa la relación analógica. Un ejemplo de analogía con este formato es el siguiente:

Elefante : voluminoso :: hormiga : \_\_\_\_\_

a)tierra; b)aseado; c)pequeño; d)feliz

Las dos primeras palabras relacionan a un animal y su tamaño; por lo tanto el segundo par debe mostrar una relación análoga. En consecuencia, la respuesta correcta es la tercera, "pequeño" (Curtis and Reigeluth, 1984).

A este tipo de formato se le denomina formato proporcional y, a las analogías que lo presentan, analogías proporcionales. Los alumnos tienen que descubrir el término que se ha dejado en blanco y la relación analógica entre ellos.

Piaget, Montangero y Billeter (1977) estudiaron el desarrollo del razonamiento analógico en el niño con las analogías de formato proporcional. Sus conclusiones están recopiladas en la denominada *teoría estructural del desarrollo del razonamiento analógico*.

En dicha teoría se plantean tres períodos o estadios claves en los que se desarrolla el razonamiento analógico. El último de estos períodos tiene lugar a partir de los once años y, desde el punto de vista del razonamiento analógico, es el más importante ya que el razonamiento analógico propiamente dicho no se adquiere hasta esta edad.

Por otro lado, Gallagher y Wright (1977) encontraron en sus investigaciones que existía algún tipo de relación entre el desarrollo del razonamiento analógico y el conocimiento del niño. Estos hallazgos permitieron enfocar el desarrollo del razonamiento analógico en función del conocimiento que poseen los niños y no en función de su edad.

También Sternberg (1977) estudia las analogías de formato proporcional, pero desde la perspectiva del procesamiento de la información. Sus investigaciones no se centran en descubrir el momento en que aparece el razonamiento analógico o en cómo se desarrolla, sino en la identificación de sus diferentes componentes.

Las investigaciones de Gallagher, Wright y Sternberg han contribuido de forma significativa a la explicación del razonamiento analógico permitiendo desarrollar una teoría, la denominada *teoría componencial del desarrollo del razonamiento analógico*. Está fundamentada en seis procesos:

- 1) *codificación*: el sujeto percibe cada término de la analogía y almacena en su memoria de trabajo los atributos relevantes a cada uno de los términos y un valor correspondiente a cada uno de dichos atributos almacenados.
- 2) *inferencia*: el sujeto descubre la relación entre los dos primeros términos de la analogía y almacena dicha relación en su memoria de trabajo.
- 3) *extrapolación*: el sujeto conecta la primera mitad de la analogía con la segunda mitad, descubriendo la relación entre los términos primero y tercero de la analogía y, por lo tanto, estableciendo las correspondencias entre ellos.
- 4) *aplicación*: el sujeto aplica desde el tercer término a cada opción de respuesta (cuarto término) una relación en la segunda mitad de la analogía que es análoga a la relación inferida en la primera mitad de la analogía.

- 5) *respuesta*: el sujeto comunica una solución.
- 6) *justificación*: es un proceso opcional y se aplica en el caso de contar con varias alternativas de respuesta. No se aplica a las analogías que tienen los atributos muy bien definidos y que, por lo tanto, no dan lugar a las alternativas anteriores.

Las investigaciones de Sternberg (Sternberg, 1977a; Sternberg y Nigro, 1980; Sternberg y Rifkin, 1979) conducen a que el modelo de procesamiento que mejor describe la actuación de los sujetos es aquel en el que se codifican todos los términos del problema, se infieren de forma exhaustiva la relación entre A y B, y de forma serial se van extrapolando y aplicando los atributos de los términos A, C y D hasta alcanzar una única respuesta.

Se encuentra que la codificación es el proceso que consume más cantidad de tiempo de procesamiento, y que correlaciona positivamente con el resto de los procesos. Esto quiere decir que los sujetos parecen ser bastante meticulosos a la hora de seleccionar los atributos de los términos y su correspondiente valor, y que el tiempo empleado en este proceso repercute favorablemente en el tiempo de procesamiento empleado en el resto de los procesos.

En otras palabras, cuanto más tiempo se emplee en la codificación de los términos tanto más rápido será el procesamiento del resto del problema.

Sin embargo, una de las limitaciones inherentes a este modelo componencial es que no especifica como se representan estos atributos. Se asume tan sólo que los términos se pueden almacenar en la memoria de trabajo como una lista de pares de valores de atributos.

El mismo Sternberg comenta que este tipo de representación no es un aspecto necesario de su modelo, y que cualquier otro tipo de representación podría acomodarse a su modelo de procesamiento.

Los estudios sobre Razonamiento Analógico en su formato de presentación proporcional se apoyan en gran cantidad de datos experimentales. Pero la mayoría de los investigadores opinan que estos estudios dejan varias incógnitas abiertas.

Por ejemplo, el proceso de inferencia de las reglas que relacionan los dos primeros términos parecen apoyarse en algún tipo de búsqueda a través de un espacio de posibles relaciones, y, tal vez, este proceso se encuentre limitado por la semejanza parcial entre las representaciones de los dos términos.

Para poder dar cuenta del Razonamiento Analógico no sólo nos hacen falta los procesos que se encuentran implicados, sino el tipo de representación sobre la que actúan estos procesos. Sin embargo, los modelos sobre las analogías proporcionales se inclinan por la especificidad de los procesos a costa de la generalidad de las representaciones.

Por otra parte, para la mayoría de los investigadores el formato proporcional presenta una falta de direccionalidad. Al estructurar la analogía en una serie de cuatro términos, por ejemplo, *el día es a la luz como la noche a la oscuridad*, podemos encontrar que existen varias combinaciones válidas de estos términos: el día es a la noche como la luz es a la oscuridad, o el día es a la oscuridad como la noche es a la claridad.

Esta falta de direccionalidad no se presenta cuando se analiza cómo se utilizan las analogías en la vida real: comunicación oral o libros de texto. Se encuentra ahora que el contexto impone una direccionalidad en la comprensión de la analogía.

Las investigaciones de Sternberg y Nigro (1980) permiten, sin embargo, afirmar que el conocimiento de los sujetos es determinante en el razonamiento analógico. Resultados semejantes obtuvieron Goldman, Pellegrino y otros (1984).

Se puede testificar, para concluir, que el razonamiento analógico implica una comprensión de las reglas de la analogía y una ejecución y eficacia apropiadas de los procesos de inferencia, aplicación y evaluación, y que el desarrollo del razonamiento analógico está basado en el conocimiento base de los sujetos.

### **I.2.3 Teoría sintáctica o teoría de extrapolación estructural**

Un contexto menos formal de las analogías es el de la comunicación oral. Aquí las analogías se usan para explicar y clarificar información dada de una persona a otra.

Las analogías orales se usan bastante a menudo para explicar un concepto a otra persona o, también, para solucionar problemas. Este tipo de analogía puede adoptar innumerables formatos, dependiendo de la facilidad con que se puede comprender. Las analogías orales

permiten, normalmente, *feedback* y la persona que la usa puede, además, clarificarla o explicarla.

Un tercer contexto para las analogías es el de los libros de texto. Las analogías de los libros de texto son bastante diferentes de las analogías de formato proporcional o de las analogías orales.

Existe unanimidad entre los investigadores en que difieren de las analogías de formato proporcional porque son propuestas como una estrategia cognitiva para mejorar la comprensión de aquellos contenidos o conceptos complejos que se presentan en la instrucción de los estudiantes, o para solucionar problemas. Es decir, no se proponen para resolver problemas analógicos típicos de los ítems de los tests que intentan determinar la habilidad de razonamiento analógico de los estudiantes.

Difieren de las analogías orales en que no tienen el mecanismo de *feedback* del aprendiz. Deben, por tanto, prever cualquier incertidumbre o incompatibilidad con la que se podría tropezar el estudiante aportando para ello una explicación tan clara como sea posible.

Tanto las analogías orales como las analogías de los textos se basan en el conocimiento previo que poseen las personas. Actúan como puentes cognitivos que tienen la finalidad de facilitar el aprendizaje significativo.

Se puede decir, por lo tanto, que las analogías orales y las analogías de los libros de texto no se presentan como un conjunto compacto de cuatro términos. Se presentan como un conjunto de posibles relaciones entre una situación familiar y un fenómeno poco familiar.

Gentner (1983; 1989) aborda el estudio del Razonamiento Analógico desde esta perspectiva, menos artificial que la del formato proporcional de Sternberg, con la denominada *teoría de extrapolación estructural*<sup>1</sup>.

### **I.2.3.1. Aspectos preliminares de la teoría de extrapolación estructural**

En la teoría de extrapolación estructural (Gentner, 1983; 1989), tanto el análogo como el tópico son vistos como sistemas de objetos<sup>2</sup>,

---

<sup>1</sup> La teoría de extrapolación estructural es compatible con un esquema constructivista, ya que usa el conocimiento previo como base del aprendizaje (Duit, 1991).

<sup>2</sup> Se entiende por "objeto" las partes o componentes del análogo y del tópico.

atributos de objetos y relaciones entre objetos. Pueden ser entidades (conejo), partes de un objeto más extenso (oído de los conejos) o hasta combinaciones coherentes de unidades menores (rebaño de conejos); lo importante es que funcionan como conjuntos en un nivel de organización dado.

En esta teoría, el conocimiento está representado por redes<sup>3</sup> proposicionales<sup>4</sup> de nodos y predicados<sup>5</sup>. Los nodos representan conceptos tratados como unidades; los predicados aplicados a los nodos expresan propiedades de los conceptos.

Existen dos distinciones sintácticas esenciales muy importantes relacionadas con los objetos y con los predicados.

La primera distinción es entre atributos de objetos y relaciones entre objetos. La distinción se puede explicitar de la forma siguiente: *en los atributos interviene un único argumento<sup>6</sup>; en las relaciones intervienen dos o más argumentos*. Por ejemplo, COLISIONAR (x,y) es una relación, mientras que VOLUMINOSO (x) es un atributo.

Es importante hacer aquí una aclaración. Muchos atributos envuelven implícitamente comparaciones entre el valor de su objeto y algún valor standard sobre la dimensión. VOLUMINOSO (x) significa implícitamente "x es voluminoso para la clase". Por ejemplo, una estrella voluminosa es de diferente tamaño que un ratón voluminoso. Pero si VOLUMINOSO (x) es implícitamente interpretado como MÁS VOLUMINOSO QUE (x, prototipo-x), esto debería sugerir que muchos atributos conllevan dos argumentos.

La teoría asume que solamente las relaciones que se aplican dentro de la situación del discurso son psicológicamente almacenadas y procesadas como relaciones verdaderas. Estas argumentaciones se entienden mejor con un ejemplo o situación concreta: el Sistema Solar.

En la situación del Sistema Solar, una relación tal como MÁS VOLUMINOSO QUE (sol, planeta), que se aplica entre dos objetos de dicha situación, es procesada como una relación; sin embargo, una comparación atributiva externa, tal como MÁS VOLUMINOSO QUE (sol, prototipo de estrella), es procesada como un atributo.

<sup>3</sup> Estas redes, que relacionan atributos, relaciones y conceptos, son parecidas a los mapas conceptuales de memoria.

<sup>4</sup> Se entiende por "proposiciones" las oraciones simples.

<sup>5</sup> Se entiende por "predicado" un verbo, y las combinaciones de un verbo y un adjetivo o un verbo y un sustantivo.

<sup>6</sup> Argumento: "el que consiste en aplicar al caso en cuestión algo ya probado o experimentado en otro semejante o igual" (María Moliner, 1990, pág. 240)

La segunda distinción sintáctica importante es entre predicados de primer orden (tomando los objetos como argumentos) y predicados de segundo orden y orden superior (tomando las proposiciones como argumentos).

Por ejemplo, si COLISIÓN ( $x,y$ ) y GOLPE ( $y,z$ ) son predicados de primer orden, CAUSA [COLISIÓN ( $x,y$ ), GOLPE ( $y,z$ )] es un predicado de segundo orden.

### I.2.3.2. Extrapolación estructural: bases de interpretación de la analogía

A continuación se describe la extrapolación estructural y las bases de la interpretación de la analogía de acuerdo con esta teoría. Gentner hace uso, para ello, de la siguiente analogía: "*Una T es parecida a una B*".

La analogía anterior, según Gentner, define una proyección desde B hacia T. Si se supone que B (análogo) se puede definir en términos de nodos objeto:  $b_1, b_2, \dots, b_n$  y que T (tópico) en términos de los siguiente nodos objeto:  $t_1, t_2, \dots, t_m$ , y que existen atributos y relaciones tales como A, R, R', entonces las correspondencias de la analogía se establecerían entre los nodos objeto de B y los nodos objetos de T<sup>7</sup>:

$$C: b_i \longrightarrow t_i$$

Estas correspondencias entre objetos se usan para generar inferencias en el tópico. Los atributos y relaciones de B se llevan<sup>8</sup> hacia T.

Las bases del establecimiento de las correspondencias son:

1. Descartar atributos de objetos:

$$A(b_i) \xrightarrow{\text{cancelado}} A(t_i)$$

<sup>7</sup> En la mayoría de las analogías explicativas se establecen correspondencias 1-1, en las que  $m = n$  (isomorfismo). Sin embargo hay excepciones (Gentner, 1982).

<sup>8</sup> La idea de que los atributos y relaciones son transportados formando parejas *idénticas* es crucial en esta teoría. La similitud se plantea como identidad entre atributos y relaciones.



2. Intentar preservar las relaciones entre objetos:

$$R(b_i, b_j) \longrightarrow R(t_i, t_j)$$

3. Decidir qué relaciones son preservadas; elegir sistemas de relaciones o relaciones de orden superior (Principio de Sistemática):

$$R'[R_1(b_i, b_j), R_2(b_k, b_l)] \longrightarrow R'[R_1(t_i, t_j), R_2(t_k, t_l)]$$

Las relaciones de orden superior juegan un papel importante en la analogía, como se discutirá a continuación.

Se trata, por tanto, de una teoría puramente estructural que se fundamenta únicamente en la sintaxis de la representación del conocimiento, y no en otros factores o variables. Considera que el razonamiento analógico está constituido por los siguientes procesos:

1. Acceso<sup>9</sup> al conocimiento base o análogo.
2. Extrapolación entre el análogo y el tópico.
3. Evaluación de las correspondencias entre ambos.
4. Almacenamiento de las inferencias obtenidas.
5. Extracción de aspectos comunes al análogo y al tópico (esto sucede en algunas ocasiones y genera un nivel de abstracción mayor).

El acceso al análogo supone un esfuerzo para el alumno que, además, presenta una ausencia inicial de comprensión del tópico. Por lo tanto el alumno, según Gentner, debe comprender el análogo con algún grado de convicción y, además, debe confirmar la plausibilidad de las correspondencias entre ambos: análogo y tópico.

Es decir, debe ser capaz de visualizar el tópico como algo similar al análogo para posteriormente inferir y extraer aspectos comunes a ambos.

El proceso de extrapolación es el proceso crítico y característico del razonamiento por analogía. Es en este proceso en el que se ha centrado la mayor parte de la investigación de Gentner y su equipo de trabajo (Gentner, 1983; 1989; Gentner y Toupin, 1986).

---

<sup>9</sup> El proceso de acceso consiste en identificar el análogo, recuperarlo y confirmar la plausibilidad entre el análogo y el tópico. Para que se produzca la identificación y recuperación se debe comprender, con algún grado de convicción, el análogo.

Para explicar el proceso de extrapolación Gentner propone una teoría que se basa en una extrapolación de la estructura sintáctica entre el análogo y el tópico. Este proceso de extrapolación traspasa desde una situación a otra un conjunto de relaciones semejantes entre objetos que son independientes de la semejanza entre los objetos sobre los que recaen estas relaciones. De esta forma los objetos de las dos situaciones se ponen en correspondencia considerando el papel que desempeñan en el conjunto de relaciones, sin necesidad de que los objetos en sí sean semejantes.

El proceso de extrapolación se lleva a cabo de la siguiente forma:

- a) descartar los atributos de los objetos
- b) conservar las relaciones entre objetos
- c) decidir cuáles son las relaciones relevantes

En este proceso, como puede apreciarse, los pasos propuestos son sintácticos ya que no dependen de otros factores o variables. Por este motivo se dice que este proceso es un *proceso estructural*.

Las argumentaciones anteriores pueden clarificarse aplicándolas a una analogía concreta: "*El átomo es similar al Sistema Solar*" (Gentner, 1983, pág. 160), en la que el análogo es el Sistema Solar y el tópico es el átomo.

En ella se comparan núcleo y electrones con el Sol y los planetas. En la representación de lo que podría ser el conocimiento sobre el Sistema Solar se pueden encontrar una serie de propiedades características o atributos, como las siguientes: color (amarillo del Sol), tamaño, forma, temperatura, ... , y una serie de relaciones como "*girar alrededor de*" (planetas, Sol), relaciones de distancia, de movimiento, fuerza de atracción, ...

La representación de las relaciones estructurales en el análogo y en el tópico son las que se muestran a continuación, en las figuras I.2.1 y I.2.2.

Estas relaciones guardan interdependencia tanto en el análogo como en el tópico: cuando se cambia una de ellas se alteran las demás. Por lo tanto, a modo de resumen, se puede decir que en el proceso de comparación intervienen tanto los atributos como las relaciones.

Sin embargo, la analogía "*es, principalmente, un proceso de comparación en el que se establecen correspondencias de relaciones entre el análogo y el tópico. Pocas correspondencias de atributos, o*

ninguna, se establecen entre el análogo y el tópico" (Gentner, 1983, pág. 159).

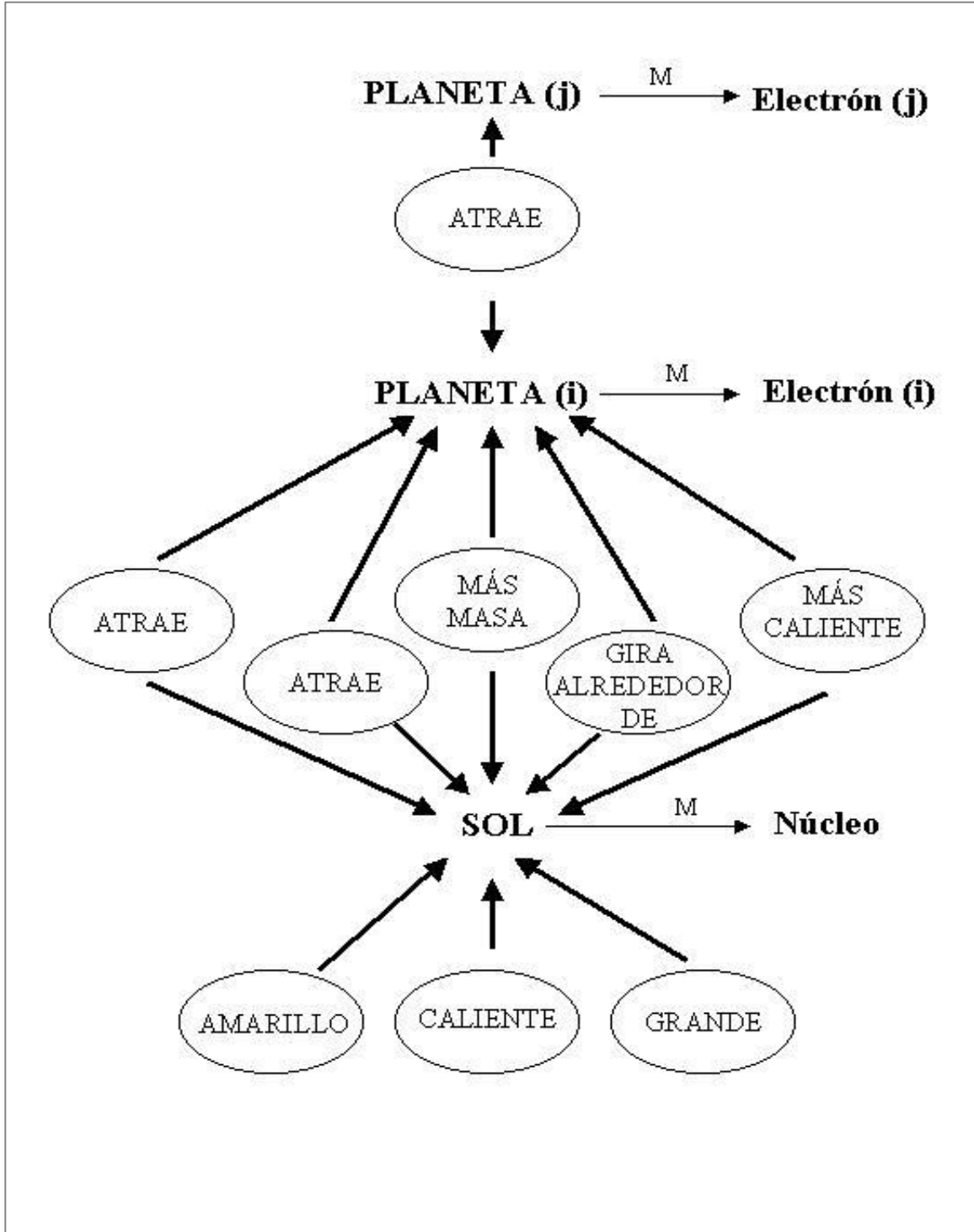
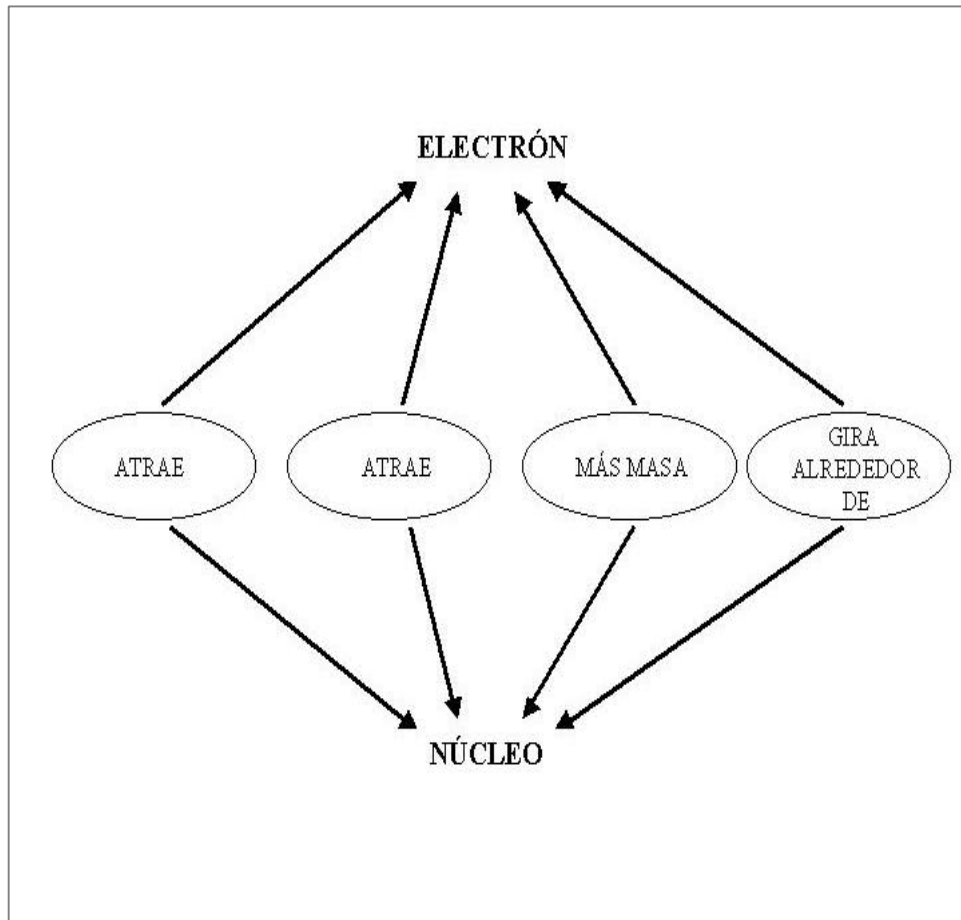


Figura I.2.1. Representación de las relaciones estructurales en la analogía del Sistema Solar (Gentner, 1983, pág.160).



**Figura I.2.2.** Representación de las relaciones estructurales en el átomo de Rutherford (Gentner, 1983, pág.160).

La teoría sintáctica también permite diferenciar la analogía de otros tipos de comparaciones como pueden ser la *semejanza literal*, *abstracción*, *comparación de mera apariencia* y *anomalía* (Gentner, 1983). La descripción de esos tipos de comparaciones y su diferencia con la analogía se explicitó en el apartado I.1.5.

### **I.2.3.3. Predicados de orden superior y sistematicidad**

Las relaciones tienen prioridad sobre los atributos en la analogía. Sin embargo, no todas las relaciones se extrapolan entre el análogo y el tópico.

Por ejemplo, en la analogía de Rutherford entre el sistema solar y el átomo (Gentner, 1983, pág. 162, 163 y 164), la relación "*más masivo*

que" (sol, planeta) es extrapolada a el átomo, pero la relación formalmente similar "más caliente que" (sol, planeta), no.

La analogía implica un sistema de conocimiento interconectado, y no la mera enumeración de hechos independientes. Tal sistema puede representarse mediante una estructura de predicados interconectados en la que los predicados de orden superior imponen conexiones entre los predicados de orden inferior<sup>10</sup>. Para reflejar esta particularidad esta teoría propone el *denominado principio de sistematicidad*: un predicado que pertenezca a un sistema extrapolable de relaciones mutuamente interconectadas es más probable que sea importado en el tópico que un predicado aislado.

En el modelo de Rutherford el grupo de predicados que forman un sistema extrapolable incluye las siguientes relaciones de orden inferior:

1. Distancia (sol, planeta)
2. Fuerza atractiva (sol, planeta)
3. Gira alrededor de (planeta, sol)
4. Más masa que (sol, planeta)

Un síntoma de esta sistematicidad es que el cambio de una de estas relaciones afecta a las otras.

Por ejemplo, si se supone que disminuye la atracción entre el sol y el planeta entonces la distancia entre ellos se incrementará. Por lo tanto, las relaciones 1 y 2 están interrelacionadas. De nuevo, si se supone que se invierte la relación 4 de modo que el planeta tiene más masa que el sol entonces se debe también invertir la relación 3, para que el sol gire alrededor del planeta.

Una forma de expresar estas dependencias entre las relaciones de orden inferior es mediante ecuaciones de fuerza:

$$F_{\text{grav}} = Gm_p m_s / R^2 = m_p a_p = m_s a_s$$

Las mismas interdependencias se tienen para el átomo, si se hacen las sustituciones apropiadas de los nodos:

<sup>10</sup> El orden de una relación está determinado por el orden de sus argumentos. Una relación de primer orden toma a los objetos como argumentos. Una relación de segundo orden tiene al menos una relación de primer orden entre sus argumentos; en general, una enésima relación de orden tiene al menos una relación (n-1) entre sus argumentos.

- 1.DISTANCIA (núcleo, electrón)
- 2.FUERZA ATRACTIVA (núcleo, electrón)
- 3.GIROS ALREDEDOR (electrón, núcleo)
- 4.MÁS MASA QUE (núcleo, electrón)

Las ecuaciones correspondientes para el átomo son:

$$F_{\text{elec}} = K(-q_e)q_n / R^2 = m_e a_e = m_n a_n$$

Estas ecuaciones encierran relaciones de orden superior que conectan las relaciones de orden inferior 1 hasta la 4 en una estructura de fuerza.

Gracias al principio de sistematicidad las personas reconocen que el sistema de predicados conectados con las fuerzas centrales es el más profundo, más interconectado y extrapolable sistema para esta analogía y favorecerán relaciones que pertenezcan a ese sistema en sus interpretaciones<sup>11</sup>.

Esto es porque MÁS MASIVO QUE es preservado mientras MÁS CALIENTE QUE no lo es: solamente "*más masivo que*" participa en el sistema de predicados de fuerza central.

Otra demostración del principio de sistematicidad es la que se puede apreciar en la analogía "*El calor es parecido al agua*" (Gentner, 1983, pág. 164), usada para explicar la transferencia de calor desde una casa caliente en invierno.

Si se supone que el conocimiento del oyente sobre el agua incluye dos escenarios:

- 1.Y[CONTIENE(vasija, agua), PARTE SUPERIOR(tapa, vasija)]
- 2.CAUSA {Y[PERFORACIÓN(vasija), CONTIENE(vasija, agua)],  
CORRIENTE DE (agua, vasija)}

Los dos apartados anteriores se pueden explicar de la siguiente forma:

- 1) La vasija contiene agua y tiene en la parte superior una tapa.
- 2) Si una vasija que contiene agua es perforada, el agua saldrá de ella. Asumiendo que el oyente ha hecho las

---

<sup>11</sup> Se asume en esta teoría que el conocimiento parcial del sistema es suficiente, a menudo, para permitir a una persona estimar las interconexiones. En el presente ejemplo una persona puede identificar que la fuerza, masa y movimiento están sumamente interrelacionadas sin tener un conocimiento total de las ecuaciones gobernantes.

correspondencias obvias entre objetos (agua -> calor, vasija->casa, y tapa->tejado)<sup>12</sup>, ¿qué relaciones se extrapolarán?

Intuitivamente el segundo escenario es más interesante que el primero: el primero es una descripción espacial estática mientras que el segundo es una descripción causal dinámica.

Podría parecer que la cadena 2) está más favorecida que la 1), y que el conocimiento causal dinámico es más probable que esté presente en el set de predicados. Se podría concluir, por tanto, postulando que las analogías eligen conocimiento causal dinámico. Pero esto podría ser un error, según Gentner, ya que la ruta anterior limita el alcance de la analogía y, además, la "conveniencia" es difícil de definir explícitamente; las analogías también pueden conducir a relaciones inapropiadas.

El principio de sistematicidad ofrece una explicación a lo anterior. La información causal dinámica (2) estará representada en una estructura más profundamente embebida que la información de 1). Entonces, con el fin de promover cadenas relacionales más profundas y encajadas, el principio de sistematicidad opera para fomentar predicados que participen en cadenas causales y en otras relaciones consistentes.

Se trata de un puro mecanismo sintáctico que garantiza que el set de relaciones extrapolables será tan interesante - en el sentido de que un sistema de predicados mutuamente interconectados es interesante - como el conocimiento base permita.

En resumen, la teoría de extrapolación estructural satisface el primer requerimiento de una teoría de la analogía, esto es, describe las rutas por las que se obtiene la interpretación de una analogía a partir del significado de sus partes. Además, las rutas permiten distinguir las analogías de otros tipos de comparaciones.

Finalmente, una tercera característica de la teoría de extrapolación estructural es que las rutas se interpretan sintácticamente. Esto es, el

---

<sup>12</sup> En esta teoría se puede suponer que, en la comprensión de la analogía, el oyente parte con los correspondientes objetos y entonces extrapola a través de las relaciones. El orden de procesamiento es variable. Las correspondencias de objetos se deciden antes de que las correspondencias de relaciones comiencen en su estado más débil. Esto es debido a que en una analogía compleja el número de relaciones extrapolables es comparable al número de correspondencias entre objetos.

De la misma manera que se puede hacer un análisis sintáctico de lo que una sentencia transmite, igual que cuando la información que se transmite es semánticamente nueva o poco plausible ("Hombre muere perro"), se debe poder hacer un análisis estructural de una analogía que no depende, a priori, de una plausibilidad conceptual. Nuestra última aceptación de la analogía dependerá de si el set de predicados es plausible (Gentner, 1983).

proceso que selecciona el set inicial de predicados para establecer las correspondencias atiende únicamente a la estructura de las representaciones del conocimiento para el análogo y el tópico, y no al contenido de cualquiera de ellos (para encontrarlo fácilmente).

La analogía está caracterizada por el establecimiento de correspondencias de relaciones entre objetos, más que atributos de objetos, desde el análogo al tópico; las relaciones en las que se establecen las correspondencias son aquellas que están dominadas por relaciones de orden superior (sistematicidad).

Existen investigaciones que fundamentan la teoría de extrapolación estructural, tales como las realizadas por Gentner y Forbus, 1996 y Gentner&Gentner, 1983.

En el proceso de aprendizaje de un concepto o situación poco familiar, las personas hacen comparaciones espontáneas. Las primeras comparaciones son principalmente semejanzas literales; a continuación le siguen las analogías y, por último, leyes generales.

Así, por ejemplo, Forbus y Gentner han observado a un sujeto intentando comprender el comportamiento de una corriente de agua a través de un tubo estrecho. Sus primeras comparaciones fueron semejanzas literales, como por ejemplo, el agua que fluye a través de una manguera estrecha. Más tarde produjo analogías tales como un tren aumentando o disminuyendo la velocidad, y bolas golpeando los muros y transfiriendo momento. Finalmente, el sujeto alcanzó el principio de Bernoulli, principio según el cual en un estrechamiento la velocidad se incrementa y la presión disminuye.

Las semejanzas literales son muy accesibles, ya que pueden ser sugeridas por descripciones de objetos, por estructuras relacionales o por ambos. Pero no es probable que conduzcan a principios causales, precisamente porque hay demasiado solapamiento para saber lo que es crucial.

Las analogías potenciales se observan con más dificultad ya que requieren acceso al conocimiento base por medio de relaciones, no de objetos. Sin embargo, una vez encontradas, una analogía debería facilitar la obtención de los principios claves. Es más, si nosotros asumimos el principio de sistematicidad, el set de predicados que se solapan es probable que incluya relaciones de orden superior tales como CAUSA e IMPLICACIONES.



Para establecer una ley general se requiere otra etapa, además de la creación de una correspondencia temporal entre situaciones distintas: la persona debe crear una estructura relacional nueva cuyos objetos son tan carentes de atributos específicos que la estructura puede ser aplicada generalmente a situaciones diferentes (Forbus & Gentner, 1983; Gick & Holyoak, 1980; 1983).

Por lo tanto, esta teoría está basada en la habilidad para razonar a partir de captar la semejanza relacional (estructural), siendo éste el aspecto fundamental sobre el que descansa el cambio que se produce con el desarrollo del individuo.

Se parte de que los sujetos más jóvenes se centran en la semejanza superficial (atributos) frente a la semejanza relacional, produciéndose dicho cambio relacional con el desarrollo. Numerosos resultados experimentales han puesto de manifiesto que los niños no usan las analogías aplicando el principio de sistematicidad, como los adultos, ya que estos últimos tienden a realizar interpretaciones relacionales, frente a las atribucionales que realizan los primeros.

#### **I.2.3.4. Otras aportaciones a la teoría de la extrapolación estructural**

La teoría de la extrapolación estructural está avalada por las investigaciones llevadas a cabo por Clement y Gentner en 1991 con estudiantes universitarios. En ellas, Clement y Gentner se plantearon profundizar en el principio de sistematicidad, como un principio que impone restricciones en el proceso de extrapolación entre el análogo y el tópico. Comenzaron indagando cómo los individuos seleccionan las similitudes.

Tal como confirman la mayoría de los investigadores, Clement y Gentner constatan que en una analogía las relaciones son más importantes que las descripciones de objetos. Por ejemplo, la analogía entre un sistema de cañerías y un circuito eléctrico (Clement y Gentner, 1991), no debería mostrar que los alambres eléctricos son huecos y de gran diámetro, como los tubos de agua. Pero, dado que análogo y tópico pueden tener un número extenso de relaciones, ¿cómo selecciona una persona el grupo de relaciones que van a intervenir en el proceso de extrapolación?

En la analogía anterior -sistema de cañerías / circuito eléctrico- se podrían seleccionar varias relaciones diferentes:

- "ambas se distribuyen a personas en una ciudad"
- "el grado de presión determina la velocidad de corriente"
- "ambas se usan en la cocina"

Por ello se deben postular restricciones a las posibles relaciones entre el análogo y el tópico. Las restricciones pueden llevarse a cabo desde las relaciones estructurales entre características compartidas.

Según la teoría de la extrapolación estructural (Gentner, 1983; 1989), el valor de una pareja de relaciones no depende de la pareja en sí, sino de las otras parejas con las que está conectada. No existen, por lo tanto, correspondencias -de relaciones- independientes entre análogo y tópico, sino sistemas de correspondencias restrictivos.

La analogía es, para Clement y Gentner, un mecanismo cognitivo para establecer sistemas de correspondencias entre relaciones estructurales del análogo al tópico.

Según la teoría de extrapolación estructural, la interpretación de una analogía está guiada por dos tipos de restricciones implícitas:

1. *Restricciones de consistencia estructural*

- 1.1. Preferencias por las correspondencias uno a uno entre objetos.
- 1.2. Preferencia por la dependencia estructural en el establecimiento de correspondencias<sup>13</sup>.

2. *Restricciones selectivas*

- 2.1. Las similitudes en los atributos de los objetos son irrelevantes -sólo cuentan las relaciones- a menos que estén gobernadas por una relación común. La analogía consiste en establecer correspondencias de relaciones

---

<sup>13</sup> En la teoría de las restricciones múltiples se admite que las metas, además de la dependencia estructural, también influyen en el proceso de extrapolación. Sin embargo, esta teoría admite que las metas extrínsecas -o restricciones pragmáticas- influyen en el proceso de extrapolación indirectamente; Gentner (1989) propone que las restricciones pragmáticas influyen en las construcciones del análogo y del tópico que dan entrada al posterior proceso de extrapolación analógica, pero no en el proceso en sí. Las restricciones pragmáticas influyen también en los procesos de evaluación de las correspondencias y de inferencias derivadas de dicha evaluación (Clement y Gentner, 1991).

entre objetos, más que de descripciones de objetos independientes.

2.2. La restricción anterior no es suficiente. Hay, en potencia, un número indefinido de relaciones entre objetos. Por ello la segunda restricción selectiva es el PRINCIPIO DE SISTEMATICIDAD, principio que sostiene que las relaciones que entran en correspondencia (extrapoladas) son aquellas que participan en sistemas de relaciones, es decir, grupos de relaciones conectados por relaciones de orden superior<sup>14</sup>.

Clement y Gentner (1991) afirman que una analogía es una comparación selectiva. Del indefinido y extenso número de características comunes que dos situaciones pueden compartir, sólo ciertos tipos cuentan en el proceso de extrapolación analógica.

Las investigaciones llevadas a cabo por estos investigadores avalan una restricción selectiva denominada *principio de sistematicidad* (Gentner, 1983; 1989), según la cual:

- a) las personas incluyen, preferentemente, en el proceso de extrapolación analógica aquellas parejas que están inmersas en una estructura de orden superior.
- b) hacen nuevas inferencias<sup>15</sup> en el tópico estableciendo correspondencias entre los elementos más lejanos del análogo, pero que pertenecen a la estructura emparejada.

De este modo las restricciones del principio de sistematicidad conllevan a lo siguiente:

- 1) inclusión de parejas entre análogo y tópico en la interpretación de una analogía.
- 2) inferencias descritas desde una analogía.

Las relaciones que forman parte del proceso de extrapolación vienen determinadas por las interconexiones entre ellas.

---

<sup>14</sup> Las relaciones de primer orden son relaciones entre objetos. Las relaciones de orden superior -como las relaciones causales- son relaciones entre relaciones (Gentner, 1983).

<sup>15</sup> El poder inferencial se define como la posibilidad de que inferencias correctas de una situación se puedan aplicar a otra (Gentner y Forbus, 1996).

La teoría de la extrapolación está avalada, también, por programas de simulación analógicos por ordenador, como el SME (Structure Mapping Engine<sup>16</sup>). En estos programas se simulan los procesos de interpretación y se hacen predicciones de una analogía. Para ello, SME comienza por encontrar todas las parejas posibles entre análogo y tópico. En esta etapa el programa puede disponer de un número elevado de parejas inconsistentes. A continuación se reúnen esas parejas en grupos de predicados emparejados, que constituyen las posibles interpretaciones de la analogía. Por último se ponderan estos predicados en base a su mayor o menor participación en posibles relaciones entre proposiciones, y se pone en marcha el programa para cada una de las posibles interpretaciones.

#### **I.2.4. Teoría de las restricciones múltiples (teoría restrictiva de la analogía)**

La teoría sintáctica o estructural (Gentner, 1983, 1989; Clement y Gentner, 1991) está basada, como se comentó anteriormente, en la extrapolación estructural. El principio de sistematicidad es el responsable de seleccionar las correspondencias idóneas de la analogía, actuando dicho principio como un factor restrictivo que gobierna la interpretación analógica.

La teoría de las restricciones múltiples (Holyoak y Thagard, 1989) sostiene que, además de las *restricciones estructurales*, existen otras dos restricciones que deben ser tenidas en cuenta a la hora de determinar las correspondencias entre el análogo y el tópico: las *restricciones pragmáticas* y las *restricciones de similitud semántica*.

Existe acuerdo entre todos los investigadores en que el proceso de extrapolación es el proceso fundamental o determinante del razonamiento analógico, tanto cuando la analogía se utiliza en la solución de problemas como en la adquisición de nuevo conocimiento. También existe acuerdo en que en la analogía, y en el razonamiento analógico asociado a ella, están presentes los siguientes pasos:

1. La recuperación o selección de un análogo plausible.
2. El proceso de extrapolación.
3. El proceso de inferencia analógica o transferencia.
4. El posterior aprendizaje.

---

<sup>16</sup> Autómata de extrapolación estructural.

La recuperación espontánea del análogo depende de la presencia de similitudes entre el análogo y el tópico (Gentner y Landers, 1985). En ausencia de tales similitudes el uso de la analogía es, a menudo, erróneo (Gick y Holyoak, 1980).

Además, cuando a los alumnos no se les indica explícitamente la utilidad del análogo en la nueva situación que se les plantea (resolución de un problema o adquisición de nuevo conocimiento), fracasan al recuperar el análogo (Gick y Holyoak, 1980; 1983).

Una vez que el análogo es recuperado, deben seleccionarse aquellos aspectos relevantes del mismo. Como las analogías se usan para servir algún propósito conocido, este propósito (finalidad o utilidad) es el que guiará la selección, según Holyoak y Thagard.

Estos investigadores argumentan que el razonamiento analógico en general, y el proceso de extrapolación en particular, está gobernado por el objetivo por el que dicho razonamiento se ha puesto en marcha. Es decir, el razonamiento analógico es sensible al propósito para el que la analogía está siendo usada: comprensión de una situación poco familiar o solucionar un problema.

Dicho objetivo gobierna y restringe, por tanto, el grupo de relaciones que se extrapolan. Esto equivale a decir que distintas metas pueden llevar a distintas extrapolaciones dentro de una misma analogía. Este *pragmatismo* queda patente en la explicación analógica de porqué los pandas, que son poco eficientes al alimentarse y reproducirse, se las han manejado para sobrevivir durante millones de años. La analogía es la siguiente:

“En la evolución, como en la televisión, no es necesario ser bueno. Usted sólo tiene que ser mejor que la competencia” (Thagard, 1992, pág. 538).

Fuera del campo de la biología -del contexto de la clase de biología- esta analogía se puede interpretar de forma distinta. Por lo tanto, el uso y efectividad de las analogías depende del propósito con el que se usan.

Se ha constatado que las condiciones pragmáticas influyen en la selección de un análogo plausible y que la mayor parte del trabajo de identificación de los aspectos relevantes del análogo (a transferir al tópico) se puede producir con anterioridad al proceso de extrapolación, puesto que se conoce el propósito de la analogía. Pero, además, las condiciones pragmáticas influyen en el proceso de extrapolación y en el posterior proceso de transferencia.

Por lo tanto influyen en todas las etapas del razonamiento analógico (Holyoak y Thagard, 1989). Es decir, las condiciones pragmáticas afectan a la interpretación analógica adoptada por los alumnos.

Cuando se usa una analogía en el aula y se suministra a los alumnos el análogo, las indicaciones hechas por el profesor sobre la conveniencia o no de determinadas correspondencias constituyen una influencia pragmática.

El orden seguido por el profesor al describir el análogo es, también, muy importante: puede actuar haciendo algunas partes del análogo más salientes y, por tal motivo, afectando a la interpretación analógica adoptada. Se trata de otra influencia pragmática conocida con el nombre de *efecto de orden de presentación* (Keane, 1997).

Un ejemplo del efecto de orden de presentación es el que muestra Keane en la analogía siguiente, en la que utiliza como análogo LA 2ª GUERRA MUNDIAL y como tópico LA GUERRA DEL GOLFO. Keane argumenta que se puede admitir la posibilidad de hacer las dos interpretaciones analógicas siguientes:

- a) U.S. = U.S. ; Roosevelt = Bush ; Germany = Irak ; Hitler = Sadam Hussein;
- b) Britain = U.S. ; Churchill = Bush ; Germany = Irak ; Hitler = Sadam Hussein ;

En el proceso de extrapolación se forman correspondencias coherentes entre el análogo y el tópico hasta conseguir la mejor interpretación analógica. La mejor interpretación es la que consiste en el mayor número de parejas coherentes entre ambos; sin embargo, ésta puede ser una de las muchas posibles como se puede observar en el ejemplo anterior, donde se muestran dos con igual número de parejas.

Según Keane, si en esta analogía la historia británica se presenta antes que la americana, la interpretación b) es la más probable<sup>17</sup>.

Otro tipo de restricciones en el proceso de extrapolación lo constituyen las *restricciones semánticas*. Si se vuelve a la analogía anterior, la de los osos panda, se encuentra, según Holyoak y Thagard, que no todos los componentes del análogo y del tópico (televisión y osos panda) pueden ser emparejados en base a la similitud semántica.

---

<sup>17</sup> Se supone que no influyen, o que están controladas, otras influencias como la predisposición por las propias creencias y el conocimiento previo de algunas correspondencias entre el análogo y el tópico (Keane, 1997).

Los osos panda no son muy parecidos a la televisión, ni siquiera en el blanco y negro. Pero mantienen dos aspectos en los que son semánticamente similares: competición y supervivencia. La similitud semántica condiciona el proceso de extrapolación a correspondencias entre elementos que tengan significados similares (Holyoak y Thagard, 1989). Además, juega un papel fundamental en la recuperación de un análogo potencial de la memoria, en el caso de que a los alumnos no se les presente dicho análogo y tengan que recordarlo (Thagard, 1992).

La *restricción estructural*, según Holland y colaboradores (1986), está regida por el isomorfismo, es decir, por el estímulo de correspondencias relacionales estructuralmente consistentes entre los elementos del análogo y del tópico. El ejemplo que se expone a continuación permite aclarar tal afirmación.

Supóngase que se dispone de un tópico ( T ) con una serie de objetos ( O ) y un determinado número ( n ) de relaciones entre ellos, y un análogo ( S ) que se puede definir de forma similar:

$$T = \langle O, R_1, R_2, \dots, R_n \rangle$$

$$S = \langle O', R'_1, R'_2, \dots, R'_n \rangle$$

Si se denomina "m" a las correspondencias que relacionan los objetos y relaciones del tópico con los del análogo, se puede escribir lo siguiente:

$$m : O_i \rightarrow O'_i ; R_i \rightarrow R'_i$$

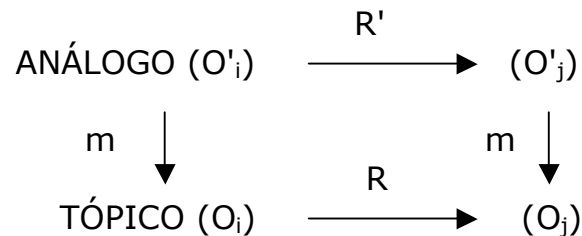
La extrapolación (establecimiento de correspondencias) define un isomorfismo si, y solo si, las correspondencias se establecen una a una y para cualquier objeto y relación en "T" y en "S". Es decir:

$$O_i R_k O_j \text{ IMPLICA } m(O_i) m(R_k) m(O_j)$$

Una analogía (A) consiste en sistemas de correspondencias entre el tópico y el análogo:

$$A = \langle T, S, m \rangle$$

El esquema siguiente representa una analogía isomórfica y, por lo tanto, estructuralmente consistente:



Aunque el esquema anterior es para relaciones con dos objetos o argumentos, puede generalizarse a "n" objetos, o a "n" predicados. En general, una proposición "P" en el tópico está en correspondencia con una proposición "P'" en el análogo si, y sólo si, los predicados y los argumentos de "P" están en correspondencia con los predicados y los argumentos de "P'", mediante "m". Por lo tanto, no es posible decidir si algún par de proposiciones están en correspondencia sin considerar el grupo completo de correspondencias entre proposiciones en "T" y en "S".

Es obvio que la definición estricta de un isomorfismo es inapropiada para caracterizar las analogías de interés psicológico, ya que éstas nunca tienen la estructura de un isomorfismo. Algunos elementos del tópico pueden no tener correspondencias con el análogo, o viceversa; algunas correspondencias pueden ser "varias a una" y no "una a una". Por ello, las analogías se pueden ver como aproximaciones a isomorfismos (Holland y colb., 1986).

Un ejemplo concreto lo representa, de nuevo, la analogía entre los osos panda y la televisión. Se puede admitir que las proposiciones en el análogo y en el tópico son las siguientes (Thagard, 1992, pág.538):

Tópico

- T1 Los osos panda son pobres en alimentación y reproducción.
- T2 Han sido pocas colectividades (¡antes de la humana!) las que han competido con los osos panda.
- T3 Los osos panda han sobrevivido.
- T4 T2 explica porqué T3 es verdadero, a pesar de T1

Análogo

- S1 Los programas de televisión son pobres en información y entretenimiento.



- S2 Han sido muy pocos los programas de televisión buenos que puedan competir con ellos.
- S3 Los programas pobres de televisión continúan.
- S4 S2 explica porqué S3 es verdadero, a pesar de S1.

A nivel proposicional, la similitud entre S4 y T4 muestra que análogo y tópico presentan la misma estructura. Si se descomponen T2 y S2 en proposiciones de nivel inferior, las correspondencias son más evidentes (Thagard, 1992, pág. 539):

Tópico

- T2a Los osos panda viven en áreas de China.
- T2b Otras colectividades viven en China.
- T2c Las otras colectividades no son mejores que los osos panda en competir por la comida y el territorio.

Análogo

- S2a Los programas de televisión se producen en la industria de TV
- S2b Se producen otros programas de televisión.
- S2c Los otros programas de televisión no son mejores para ser exhibidos que los más competitivos.

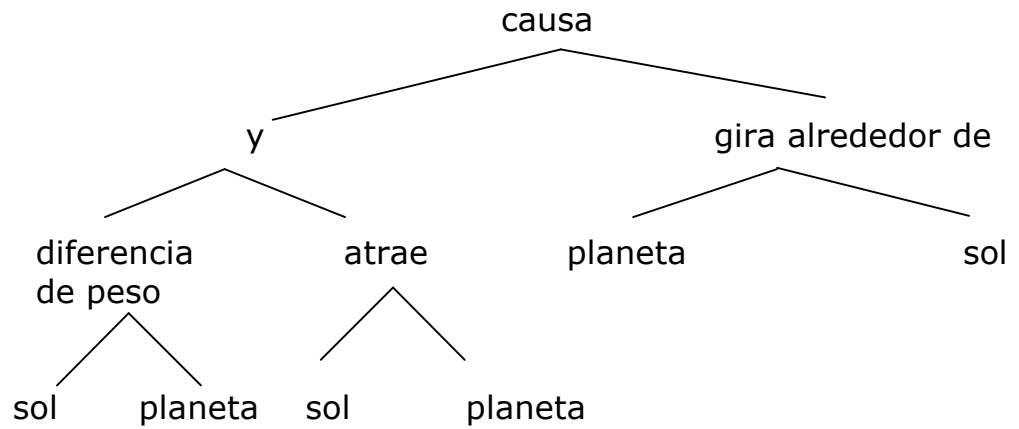
Las restricciones estructurales y de similitud semántica quedan también patentes en la analogía Sistema Solar- átomo, analogía ya estudiada en el apartado anterior. Los fragmentos de conocimiento del análogo (Sistema Solar) y del tópico (átomo) se pueden representar tal como se muestra en el esquema de la página siguiente (Keane, 1997).

Keane afirma que el Sistema Solar contiene tres fragmentos de conocimiento:

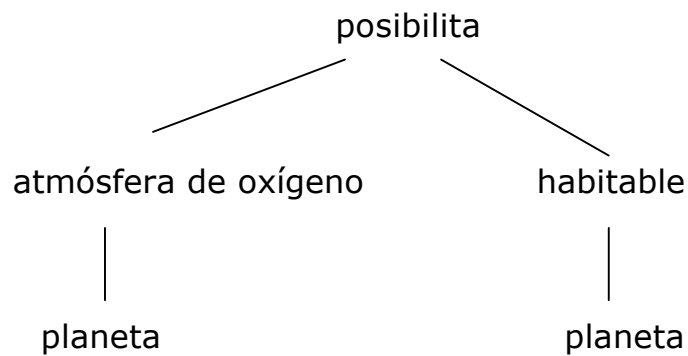
- a) un conocimiento causal que explica que la causa (CAUSA) de que el planeta gire alrededor del sol está en la diferencia de peso entre el sol y el planeta, y (Y) la atracción del planeta por el sol.
- b) un conocimiento causal menor que explica que una atmósfera de oxígeno posibilita (POSIBILITA) que un planeta sea habitable.
- c) un conocimiento no causal que nos indica que el sol es amarillo.

**SISTEMA SOLAR:**

**Grupo 1**



**Grupo 2**

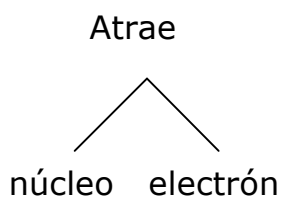


**Grupo 3**

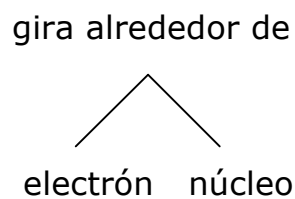


**ÁTOMO:**

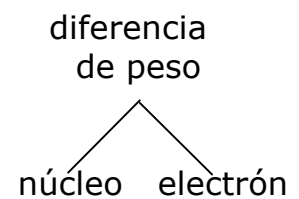
**Grupo 1**



**Grupo 2**



**Grupo 3**



En el átomo se muestran tres fragmentos de conocimiento basados en las relaciones entre el electrón y el núcleo: que se atraen, que uno gira alrededor del otro y que tienen diferente peso.

Las restricciones estructurales actúan, por un lado, sugiriendo parejas estructuralmente consistentes que van a sugerir otras parejas estructuralmente consistentes entre objetos. Así, la pareja "atracción = atracción" sugiere las siguientes parejas de objetos: "sol = núcleo" y "planeta = electrón".

Por otro lado, la restricción estructural de sistematicidad (Gentner, 1983; 1989) indica cual es la mejor interpretación, dentro de todas aquellas que, en caso de existir, contengan el más extenso y consistente grupo de parejas formadas una a una.

En el diagrama anterior se pueden apreciar, según Keane, cuatro interpretaciones para la analogía Sistema Solar/ átomo:

- a) interpretación del peso: sistema solar y átomo son análogos porque tienen cuerpos con diferentes pesos.
- b) interpretación de la atracción: sistema solar y átomo son análogos porque presentan cuerpos que se atraen unos a otros.
- c) interpretación del giro: sistema solar y átomo son análogos porque tienen cuerpos que giran alrededor de otro.
- d) interpretación de la gravitación: sistema solar y átomo son análogos porque presentan cuerpos que giran alrededor de otro debido a la diferencia de peso y a la atracción entre ellos.

La mejor interpretación, según Keane, es la de gravitación: reúne la mayor estructura causal en tres parejas de relaciones -atracción = atracción; gira alrededor de = gira alrededor de; diferencia de peso = diferencia de peso- y sugiere la inferencia de relaciones causales entre elementos del tópico (átomo).

Las otras tres interpretaciones son menos óptimas; cada una de ellas tiene una simple pareja de relaciones que conectan a dos objetos.

Por tanto, la *restricción estructural* sustenta la interpretación de la gravitación ya que es la interpretación que implica el grupo consistente más extenso de parejas relacionadas una a una entre análogo y tópico.

Es la interpretación que soporta relaciones de orden superior, es decir, mayor estructura causal .

La estructura causal es fundamental en el proceso de extrapolación analógica; las buenas analogías, según Keane, tienen una estructura causal significativa entre el análogo y el tópico.

Holyoak y Thagard afirman que la teoría de las restricciones múltiples asume que el proceso de extrapolación analógica es un proceso de hallazgo de correspondencias entre elementos de dos estructuras: estructura del análogo y estructura del tópico. También asume que dicho proceso de extrapolación está gobernado por tres tipos de restricciones: restricciones pragmáticas, restricciones semánticas y restricciones estructurales.

Ninguna de estas restricciones es absoluta, pero influyen en la emergencia de las correspondencias entre los elementos, es decir, en la interpretación analógica.

El conocimiento de estas restricciones es de vital importancia para Keane ya que cuando un individuo adopta una interpretación analógica, la formación de otras interpretaciones posibles se retarda, o incluso se bloquea<sup>18</sup>. Por este motivo es fundamental este conocimiento para la enseñanza con analogías.

### **I.2.5. Otras restricciones a la teoría de extrapolación estructural**

Sierra (1986) señala en sus investigaciones que el proceso de extrapolación depende del contexto y del número de situaciones análogas presentadas. Las situaciones análogas pueden presentar contextos semejantes o diferentes, observándose que cuando dichos contextos son diferentes la extrapolación es mayor. Destaca, en lo que respecta al número de análogos presentados, que un mayor número provoca una extrapolación más exacta.

---

<sup>18</sup> Los políticos usan, a menudo, analogías para bloquear interpretaciones alternativas. Cuando un político expresa el problema de la droga como una analogía con la guerra (para combatir el problema de la droga), las personas sólo piensan en soluciones relacionadas con la acción policial y la legislación penal. Cuando el problema se expresa como una analogía con la enfermedad de la sociedad, el efecto podría ser el opuesto. Por tanto, el orden en que se presenta la información influye en la formación de la mejor interpretación de una analogía (Keane, 1997).

Keane aportó en 1988 una nueva restricción al proceso de extrapolación: la memoria de trabajo. Creó con ello lo que se denominó *modelo de la analogía incremental*. Según este modelo, la memoria de trabajo restringe el proceso de extrapolación ya que la capacidad del sistema de procesamiento de la información es limitada.

Además, la memoria de trabajo es, muchas veces, la responsable de los aciertos y errores que se producen en el proceso de extrapolación.

### I.2.6. Sumario

A pesar de las divergencias de estas teorías, existe unanimidad en que la etapa crucial del razonamiento analógico es la de *extrapolación*, esto es, la etapa en la que se establecen correspondencias entre el análogo y el tópico.

Sin embargo, mientras la teoría sintáctica o estructural establece el isomorfismo estricto de las analogías, la teoría restrictiva admite que las analogías pueden verse como aproximaciones a isomorfismos, ya que las analogías de interés psicológico nunca tienen la estructura de un isomorfismo.

Tanto en la teoría estructural como en la restrictiva está presente el principio de sistematicidad, según el cual las correspondencias entre relaciones de orden superior -predicados tales como "causa" o "implica", que toman las proposiciones como argumentos- restringen las correspondencias entre las relaciones de primer orden -predicados que toman los objetos como argumentos-, y éstas restringen las correspondencias entre objetos.

Por lo tanto, coinciden en la importancia que tiene la elaboración de *relaciones de orden superior* que conecten el análogo con el tópico.

La diferencia más fuerte entre la teoría estructural y la restrictiva, según Holyoak y Thagard, radica en la restricción de similitud semántica.

Al tratar la similitud semántica como una restricción diferente a la del isomorfismo, la restricción de que las relaciones que se corresponden deben ser idénticas se elimina. Por tanto, la teoría restrictiva aporta un mecanismo puramente formal para el establecimiento de correspondencias en las analogías que carecen de relaciones idénticas.

La restricción de similitud semántica puede entenderse como un debilitamiento de la teoría estructural, empeñada en hallar correspondencias entre relaciones idénticas. Sin embargo, esta diferencia no debe sobrevalorarse; el grado de similitud lleva a preferencias, más que a requerimientos estrictos a la hora de identificar las correspondencias óptimas (Holyoak y Thagard, 1989).

La restricción de la importancia pragmática se desvía, claramente, de la teoría estructural. Esta teoría mantiene que las personas usan en el proceso de extrapolación sólo información estructural.

La teoría estructural afirma que las consideraciones pragmáticas suceden en etapas anteriores y posteriores a las del proceso de extrapolación en el razonamiento analógico (Holyoak y Thagard, 1989).

Ambas teorías están avaladas por numerosos datos empíricos y por modelos de simulación analógicos con ordenador<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> Los programas informáticos aplicados a una gran variedad de analogías son, entre otros, el programa SME (Structure Mapping Engine) en la teoría estructural y el ACME (Analogical Constraint Mapping Engine) en la teoría restrictiva.



# **I.3. LA TRANSFERENCIA ANALÓGICA**

Como ya se ha comentado en el capítulo anterior, el razonamiento analógico se concibe como un proceso cognitivo asociado al uso de la analogía, que permite que se transfiera parte del conocimiento de una situación conocida y familiar (análogo) a otra nueva y desconocida (tópico). La finalidad es que esta nueva situación pueda ser comprendida e integrada en la base de conocimientos del alumno.

El razonamiento analógico es, por tanto, un proceso cuya meta u objetivo es la transferencia de conocimiento desde el análogo hasta el tópico.

Pudiera parecer que razonamiento analógico y transferencia analógica es lo mismo. Pero en realidad, cuando se habla de transferencia analógica se habla de aquellos "componentes o factores que influyen" o que "están envueltos" en el razonamiento analógico.

La mayoría de las investigaciones que se han llevado a cabo sobre la transferencia analógica se han hecho en el contexto de la solución de problemas y no en el de la adquisición de nuevos conocimientos. Estos trabajos han permitido establecer que la transferencia analógica resulta como consecuencia de una serie de procesos encadenados, procesos difícilmente aislables por sí mismos, cuya base son las representaciones del conocimiento.

Sin embargo, desde el punto de vista teórico, se puede afirmar que la transferencia analógica comporta los siguientes pasos: representación mental del análogo y del tópico, búsqueda del análogo, recuperación del análogo, extrapolación y aprendizaje (Holyoak y Thagard, 1989). Por lo tanto, se puede afirmar que la transferencia analógica:

- a) se produce en función del grado de *semejanza compartida*.
- b) acontece cuando tienen lugar los dos procesos siguientes: proceso de *recuperación* del análogo y proceso de *extrapolación*.
- c) está relacionada con el *nivel de conocimientos* que tiene el alumno.

En este capítulo se abordan cada uno de estos factores que gobiernan la transferencia analógica.



### **I.3.1.Semejanza compartida y transferencia analógica**

La transferencia analógica se produce en función del grado de semejanza compartida entre el análogo y el tópico.

Holyoak (1984a; 1985) afirma que esta semejanza se manifiesta en los rasgos o características compartidas. Supone que si una situación se puede descomponer en características más elementales, éstas se pueden clasificar en *características superficiales* y *características estructurales*. Esta clasificación depende de la relevancia de dichas características a la hora de conseguir el objetivo planteado.

Las características estructurales se refieren a información relacionada con los planes y objetivos del problema; son relevantes para su consecución. Las características superficiales se refieren a información o elementos que no están relacionados con la consecución del objetivo del problema; son poco relevantes para su consecución (Holyoak y Thagard, 1989).

Keane (1988) distingue dos tipos de características: *características de los objetivos* y *características de los objetos*. Las primeras vienen establecidas a partir de la especificación de los objetivos y las segundas a partir de los roles que éstos cumplen dentro de dichos objetivos.

Gentner(1983; 1989), desde un análisis puramente sintáctico, descompone las situaciones en objetos y predicados. Los predicados se aplican a los objetos y pueden ser *atributos* de dichos objetos o *relaciones* entre dichos objetos. Los atributos son predicados con un único argumento mientras que las relaciones son predicados con dos o más argumentos. En este modelo la semejanza compartida se manifiesta, por lo tanto, a través de los *atributos* o a través de las *relaciones*.

También se establece en este análisis que los atributos son detectados con mayor facilidad que las relaciones entre objetos.

Vosniadou (1989b) analiza el grado de dificultad que puede presentarse a la hora de acceder a los atributos y relaciones de y entre objetos. Desde este punto de vista propone el término de *semejanza saliente* como más apropiado que el de semejanza superficial.

Por *semejanza saliente* entiende aquellos aspectos detectables fácilmente entre las dos situaciones: análogo y tópico. Mediante esta semejanza saliente pueden ser descubiertas las otras semejanzas, tanto superficiales como estructurales. Las semejanzas salientes pueden variar con el tiempo o con las distintas situaciones del aprendizaje.

Medin y Ortony (1989) sugieren que las diferencias entre superficialidad y estructuralidad obedecen a representaciones del conocimiento. La semejanza superficial se basa en aquellos componentes de los conceptos que son fácilmente accesibles. La semejanza estructural se basa en las propiedades centrales de los conceptos. Las semejanzas superficiales dirigen a los individuos hacia las semejanzas estructurales.

Curtis y Reigeluth (1984) establecen un sistema para clasificar las analogías presentes en los libros de texto. Uno de los aspectos por el que clasifican las analogías es el denominado *relación analógica*, aspecto que indica el tipo de semejanza compartida entre el análogo y el tópico. Existen tres tipos de relación analógica:

- a) *relación analógica estructural*: cuando se manifiestan semejanzas en la apariencia física externa o interna.
- b) *relación analógica funcional*: cuando se manifiestan semejanzas en la función o el comportamiento.
- c) *relación analógica estructural-funcional* : cuando se manifiestan ambos tipos de semejanzas.

Se puede, por lo tanto, afirmar que no existe consenso sobre el concepto de semejanza ni sobre las diferencias o características de los diferentes tipos. Lo que sí se puede afirmar es que la semejanza está referida al solapamiento de elementos compartidos entre el análogo y el tópico y que es fundamental en los procesos implicados en la transferencia analógica.

Numerosas investigaciones (De la Fuente y cols., 1989; Gick y Holyoak, 1980; 1983; Holyoak y Koh, 1987) vienen a confirmar que el grado de semejanza superficial/estructural entre el análogo y el tópico interviene de forma significativa en la exactitud y rapidez de la transferencia analógica.

Halpern, Hansen y Riefer (1990) proponen que los diferentes tipos de similitud presentes en una analogía van a ser determinantes en dos aspectos fundamentales: el *uso de una analogía* y la *utilidad de la analogía*. Para ello investigan el efecto de utilizar, en textos científicos, analogías en las que el análogo y el tópico comparten similitudes superficiales y estructurales (análogos de la misma rama de la ciencia, o análogos cercanos), frente a analogías en las que análogo y tópico

comparten sólo similitudes estructurales (análogos de distinta rama de la ciencia o análogos lejanos).

La investigación se llevó a cabo con adultos de edades comprendidas entre los 17 y los 64 años, a los que se les presentaron 3 textos científicos: uno relacionado con el sistema linfático, otro con la electricidad y otro con las enzimas. Cada texto contenía 3 pasajes cortos: uno con una analogía de análogos cercanos, otro con una analogía de análogos lejanos y el tercero sin analogía.

Las dos analogías que presentaron son las siguientes (Halpern, Hansen y Riefer, 1990, pág. 300):

- “El sistema linfático opera por principios similares a los de la corriente de la sangre a través de las venas (análogos cercanos)”.
- “El sistema linfático opera de manera parecida al movimiento de agua a través de los huecos de una esponja (análogos lejanos)”.

Las analogías que presentaban análogos lejanos demostraron ser superiores a la hora de promover la comprensión y el recuerdo. Pero, ¿porqué las analogías con análogos cercanos, que comparten similitudes superficiales y estructurales, son más pobres en la comprensión y en el recuerdo? En otras palabras, ¿Porqué es superior la analogía menos similar?.

Halpern, Hansen y Riefer creen que la similitud superficial es más evidente -saliente- que la estructural y que es muy importante a la hora de persuadir a los sujetos sobre la relación analógica que existe entre el análogo y el tópico. Cuando la relación de similitud es más oscura, como en las analogías de análogos lejanos, los sujetos se ven obligados a buscar las relaciones esenciales para que la interpretación analógica sea significativa. Este proceso conlleva un esfuerzo de codificación que requiere un nivel más profundo de procesamiento.

Por tanto, las analogías que sólo comparten similitudes estructurales requieren una reestructuración mayor de los esquemas; esto conduce a facilitar la memoria debido a los estímulos de sorpresa.

En conclusión, los resultados obtenidos en este estudio ponen de manifiesto que las analogías que comparten características superficiales y estructurales entre el análogo y el tópico son más idóneas para identificarlas como tales, mientras que las analogías que comparten sólo características estructurales son más idóneas para el recuerdo y la comprensión de textos científicos.

### I.3.2. Recuperación del análogo.

El proceso de recuperación de un determinado análogo del conocimiento base del sujeto es la fase menos conocida y estudiada de la transferencia analógica. A pesar de ello existen algunas investigaciones que se han afanado en descubrir los mecanismos que rigen dicho proceso, como las que se explican a continuación.

Gick y Holyoak (1980; 1983) detectaron un espectacular fracaso en la recuperación del análogo cuando a los alumnos no se les proporcionaba una indicación explícita de su posible utilidad (pista) en la resolución de la situación problemática o en la adquisición del nuevo conocimiento. Por este motivo afirmaron que, el proceso de recuperación, proceso básico de la transferencia analógica, no se ejecutaba fácilmente de forma espontánea.

Este hecho dio lugar a numerosas investigaciones posteriores que se centraron en el paradigma pista / no pista como elemento facilitador de la recuperación del análogo.

Por otro lado, parece lógico suponer que si las dos situaciones (análogo y tópico) se descomponen en *características* más elementales, dichas características servirán como claves en la recuperación. Así, cuantas más características comunes existan en las dos situaciones más probable será la recuperación de una a partir de la otra.

En este sentido, Holland y col. (1986) proponen un mecanismo de recuperación basado en el concepto de *suma de activación* resultante de múltiples características. Los conceptos incluidos en la representación del tópico tenderán a activar aquellos conceptos incluidos en el análogo, con los que se encuentran relacionados. La activación procedente de varias características compartidas se sumará y si el nivel de activación de una representación almacenada excede de cierto umbral, esa representación estará disponible para cualquier procesamiento.

Según este mecanismo, en el proceso de recuperación tienden a predominar las características relacionadas con el objetivo, es decir, las características estructurales, aunque también participan en él las características superficiales.

Keane (1988) propone otro mecanismo de recuperación del análogo, mediatizado por estructuras de organización de la memoria denominadas *estructuras de organización temática*, en el que también participan en la recuperación del análogo tanto las características superficiales como las características estructurales.

Gentner (1983; 1989) y Gentner y Landers (1985) señalan que los procesos de acceso y recuperación de los atributos resultan mucho más fáciles a los individuos que los de las relaciones de los objetos. Proponen, por lo tanto, que la recuperación del análogo está gobernada por los atributos.

Holyoak (1985) critica el análisis puramente sintáctico de Gentner, ya que éste evita activaciones de rasgos semejantes superficialmente que no serían útiles para la solución del problema, pero sí para la recuperación del análogo. Propone que la recuperación de análogos previos puede lograrse también cuando se activan rasgos superficiales no útiles para la solución del problema.

Holland y colaboradores (1986) afirman que, idealmente, el proceso de recuperación del análogo debería estar guiado únicamente por características estructurales. De esta forma se evitaría la activación de situaciones superficialmente similares pero irrelevantes (características superficiales).

Sin embargo, en la recuperación del análogo intervienen tanto las características superficiales como las estructurales, predominando estas últimas en alumnos expertos, es decir, en alumnos que tienen experiencia con el tópico.

De la Fuente y colb.(1989) investigaron la importancia de las similitudes superficiales en la recuperación del análogo al intentar resolver un problema. Los resultados que obtuvieron apuntan a que cuando análogo y tópico comparten características superficiales y estructurales, su recuperación es mucho más probable que cuando comparten sólo características estructurales. Además, la recuperación es más rápida (ocurre en menor tiempo) cuando se comparten ambos tipos de características.

Vosniadou (1989b) evita asignar la función de acceso al análogo exclusivamente a la semejanza superficial. Aunque los datos experimentales muestran que los individuos son más sensibles a la semejanza superficial que a la estructural, el proceso de recuperación viene determinado por la *semejanza saliente*.

Por semejanza saliente Vosniadou se refiere a aquellos aspectos fácilmente recuperables de las representaciones mentales de los individuos con los que se pueden descubrir otras semejanzas, tanto superficiales como estructurales.

Medin y Ortony (1989) suponen que la accesibilidad del análogo viene determinada por aquellos componentes de los conceptos que son fácilmente accesibles, esto es, por las semejanzas superficiales.

Brown (1989) opina que los niños son sensibles a ciertas propiedades perceptibles de los objetos. Por ejemplo, los niños son especialmente sensibles al movimiento de los objetos, diferenciando rápidamente lo animado de lo inanimado. Son estas propiedades perceptibles las que van a determinar la recuperación del análogo.

Stavy y Tirosh (1993) estudiaron aquellos factores que hacen que las personas perciban diferentes situaciones como análogas y que, por lo tanto, son determinantes en la recuperación del análogo. Concluyeron que eran las características superficiales de los problemas (estructura similar, proceso similar, similitud física) las que hacían que las personas percibieran las situaciones como análogas.

Medin y Ortony (1989), por su parte, proponen que en el proceso de recuperación del análogo existen dos subprocesos:

- a) búsqueda del análogo
- b) aceptación del análogo

Los datos experimentales de estos investigadores corroboran que la semejanza superficial juega un papel muy importante en el proceso de búsqueda, mientras que la semejanza estructural influye en el proceso de aceptación.

Por lo tanto, y a modo de conclusión, se puede afirmar lo siguiente:

1. Existe una equivalencia entre los conceptos de característica superficial y estructural utilizados por Holyoak y los conceptos de atributo y relación empleados por Gentner.
2. La mayoría de las investigaciones apuntan a que son las características o semejanzas superficiales (y las connotaciones "semejanza saliente" y "propiedades perceptibles") las que conducen la recuperación del análogo.

Investigaciones más recientes apuntan a que en la recuperación del análogo no sólo interviene la búsqueda sino, una vez encontrado dicho análogo, su aceptación. En este subproceso de aceptación intervienen también las semejanzas estructurales.

Chen (1995), mediante una serie de experimentos con analogías pictóricas, llegó a conclusiones similares a las anteriores. Cuando la analogía es pictórica, son las características superficiales compartidas entre el análogo y el tópico las que van a influir en el acceso y recuperación del análogo.

La similitud en las características superficiales juega un papel similar al de una señal para la recuperación del análogo, pero no para que culmine la transferencia analógica. Si no se comparten semejanzas estructurales entre la imagen y el tópico no tiene lugar la transferencia analógica.

### **I.3.3. Extrapolación**

El proceso de extrapolación acontece una vez que se ha recuperado el análogo. En él se establecen las correspondencias entre el análogo y el tópico. Es el proceso fundamental de la analogía, ya que es el que hace posible la transferencia de conocimiento entre el análogo y el tópico, de manera que se puede afirmar que se encuentra en el corazón del razonamiento analógico.

Este proceso es más rápido cuando se comparten características superficiales y estructurales entre el análogo y el tópico, aunque sólo contribuyan en él las características estructurales. Por tanto, las características superficiales afectan a la rapidez con que se lleva a cabo este proceso.

La influencia de las características superficiales depende de la experiencia de los alumnos con el tópico. Si son alumnos expertos, son más capaces de representar y analizar los elementos causales relevantes (De la Fuente y col., 1989).

### **I.3.4. Nivel de conocimientos y transferencia analógica**

Las analogías y los procesos mentales implicados en su uso pueden inducir al error, es decir, producir una transferencia analógica negativa. En este sentido, Gentner y Gentner (1983) apuntan que los sujetos más jóvenes e inexpertos presentan muchas dificultades para entender las

analogías y son proclives, por lo tanto, a la transferencia analógica negativa.

Este hecho se debe a que los sujetos deben comprender las correspondencias entre las relaciones abstractas que intervienen en las analogías, independientemente de la información o conocimiento que tengan sobre el análogo y el tópic (Gentner y Toupin, 1986).

Zook y Di Vesta (1991) llevaron a cabo una investigación con alumnos de preescolar, demostrando que éstos presentan dificultades a la hora de distinguir entre atributos y relaciones durante el proceso de extrapolación analógica.

Los chicos son muy sensibles con las características superficiales, hecho que también fue constatado por Gentner y Toupin (1986). Por lo tanto, estos investigadores afirman que las interpretaciones analógicas de los alumnos cambian con la edad, desde interpretaciones literales (o atribucionales) a interpretaciones relacionales.

Una cuestión fundamental para la psicología de la educación es la de cómo adquieren los estudiantes el nuevo conocimiento y, más específicamente, como adquieren nuevo conocimiento desde textos expositivos.

Numerosas investigaciones confirman la importancia del conocimiento previo en el pensamiento, recuerdo y aprendizaje de los alumnos, pero poco se conoce –según los investigadores- acerca de los mecanismos que tienen lugar en dichos procesos.

Vosniadou y Ortony (1989) y Vosniadou y Schommer (1988) proponen que un mecanismo para la adquisición de nuevo conocimiento, presente hasta en las edades más tempranas, es el de aprendizaje por analogía. Para demostrarlo llevan a cabo un experimento muy interesante, con niños de cinco a siete años, en el que investigan el uso de las analogías como mecanismo para adquirir información desde libros de texto. Es decir, el uso de las analogías como mecanismo que facilita la comprensión de los nuevos conceptos que figuran en los textos.

Los resultados de este experimento pusieron de manifiesto que las analogías pueden ser ayudas efectivas del aprendizaje a partir de libros de texto desde edades muy tempranas. Los niños retuvieron más información de libros de texto con analogías que de libros de texto con la misma información pero sin analogías. La transferencia de información que los textos con analogías proporcionan da como resultado representaciones más ricas del nuevo concepto.



Aunque los chicos son capaces, en principio, de ver las similitudes entre dos conceptos análogos para transferir información espontáneamente de uno a otro, esta habilidad aumenta con la explicación de lo que se debe transferir.

Por lo tanto, el razonamiento analógico es un mecanismo de adquisición de conocimiento presente en los niños desde edades muy tempranas. Éstos son capaces de percibir similitudes entre objetos, conceptos o eventos y esas similitudes son parte de las representaciones de esas entidades.

Lo importante no es la habilidad para desarrollar el razonamiento analógico sino el sistema conceptual en el que el razonamiento analógico opera.

La transferencia analógica involucra el establecimiento de correspondencias entre las representaciones mentales de dos situaciones: análogo y tópico. Estas representaciones mentales son una consecuencia del nivel de conocimientos del individuo. Hay una relación directa entre dicho nivel de conocimientos y la transferencia analógica (Vosniadou y Schommer, 1988).

A modo de conclusión se puede afirmar que las investigaciones anteriores han estudiado el desarrollo del razonamiento analógico desde el punto de vista de adquisición de nuevos conocimientos.

Resaltan la importancia del nivel de conocimientos que el sujeto posee sobre el análogo: dicho nivel de conocimientos es fundamental ya que la analogía se basa en la identificación de la semejanza estructural del análogo y del tópico y en la transferencia de la solución o de conocimiento de uno a otro. Por lo tanto, los sujetos deben poseer representaciones adecuadas de ambos.

Estas representaciones son más difíciles de conseguir en los sujetos preescolares, debido a la falta de conocimiento. Este aspecto puede mejorarse dando pistas a los niños sobre la semejanza del análogo y del tópico.

Sin embargo, el razonamiento analógico está presente en ellos. Una prueba de ello está en las situaciones análogas con considerable semejanza superficial compartida; en este caso se incrementa el éxito en los procesos de recuperación y extrapolación de los sujetos preescolares, al igual que sucedía con los sujetos adultos (Gentner y Landers, 1985).

Vosniadou y Ortony (1989) y Vosniadou y Schommer (1988) observaron cómo los sujetos preescolares podían extrapolar una estructura relacional del análogo al tópico cuando dicha estructura estaba disponible en su conocimiento sobre el análogo y era coherente con lo que ya se conocía sobre el tópico. Por ejemplo, estos sujetos

eran capaces de entender que en una infección el cuerpo era atacado de forma semejante a como en una guerra los soldados enemigos atacan un país.

Pueden, por tanto, transferir no sólo atributos sino relaciones estructurales. Como es obvio, algunas transferencias fueron inapropiadas. Y es que, al igual que los adultos que usan analogías en las que el análogo y el tópico no son muy familiares, su conocimiento base es incompleto y presentan dificultad a la hora de poner límite a las relaciones analógicas.

El enfoque del razonamiento analógico basado en el conocimiento o en el nivel de conocimiento base de los sujetos es reciente. Pretende explicar el desarrollo del razonamiento analógico en función del grado de experiencia o de conocimiento que poseen los sujetos.

Sostiene que el razonamiento analógico existe en todos los sujetos, con independencia de la edad, y que lo que cambia con ella es la estructura conceptual sobre la que opera.

Goswami y Brown (1990) percibieron que los sujetos más jóvenes fracasaban en las tareas analógicas porque les faltaba conocimiento base que les permitiera entender las correspondencias entre las relaciones abstractas que intervienen en las analogías. Mostraron su desacuerdo, por lo tanto, con los trabajos en los que se exigía a los sujetos que comprendieran dichas relaciones abstractas (Gentner y Toupin, 1986), más que información o conocimiento sobre el análogo y el tópico.

Sus investigaciones revelan que cuando las relaciones analógicas que se presentaban a los sujetos de 3 a 5 años estaban basadas en relaciones de causalidad física y sobre objetos familiares, tenía lugar el razonamiento analógico. Presentaron relaciones de causalidad porque la información causal presenta una importancia excepcional en la capacidad de razonamiento de los preescolares. Los sujetos, desde muy pequeños, responden a demandas de causalidad física, e incluso logran razonar sobre causas físicas y entender mecanismos causales.

Brown, Kane y Long (1989), en una serie de cuatro estudios, examinaron la habilidad de transferencia analógica en los niños a la hora de solucionar nuevos problemas. Encontraron que la dificultad a la hora de solucionar nuevos problemas estaba en la naturaleza de las tareas que se les planteaban.

En realidad, los niños transfieren rápidamente su conocimiento si comprenden y se interesan por la tarea. El aprendizaje requiere que se detecten y utilicen similitudes importantes entre eventos aparentemente dispares. Pero también requiere de algún mecanismo que proteja de las interferencias injustificadas. Para transferir y

aprender efectivamente se necesita transferir apropiadamente, transferir conocimiento con ayudas, no con impedimentos.

El aprendiz debe distinguir la transferencia positiva de la negativa. No es una experiencia natural de aprendizaje presentar problemas análogos y no advertir de ello, esperando que los niños noten, por sí solos, la similitud. Esto es válido para los tests, pero no en situaciones de aprendizaje.

El proceso de aprendizaje se produce cuando las personas aprovechan su conocimiento base para encontrar significado en sistemas análogos, o, también, cuando los profesores de ciencia explican los sistemas de relaciones análogas en sus clases para que los alumnos creen su interpretación analógica.

Estos investigadores demostraron que cuando a los niños se les explica lo que están aprendiendo, y cómo lo están aprendiendo, la transferencia es mucho más fácil. Aunque la analogía es crucial como mecanismo de aprendizaje en todas las edades, no se debe negar la existencia de diferencias asociadas al desarrollo del niño.

Sin embargo, si los niños comprenden el mecanismo causal esencial, la transferencia tiene lugar. Aunque se ha sugerido que cuando los niños transfieren, lo hacen en base a similitudes superficiales más que a relaciones (Gentner y Toupin, 1986), se debe tener en cuenta que, en ausencia de un modelo causal, los adultos también transfieren características superficiales.

Los niños, afirman estos investigadores, con su pobre conocimiento acerca del mundo, transfieren más a menudo características superficiales. En general, las dificultades más comunes de transferencia observadas en los niños son:

1. Ausencia de conocimiento, particularmente de explicaciones causales coherentes.
2. Procesamiento general inefectivo (estrategias de aprendizaje).
3. Dificultades meta cognitivas.

Estas tres dificultades, según Brown, Keane y Long, enmascaran la capacidad de los procesos de transferencia analógica.

El trabajo de Piaget en el desarrollo cognitivo de los niños ha contribuido a la creencia de que el razonamiento analógico no puede ocurrir antes de que éstos tengan habilidades para manejar operaciones formales, es decir, antes de los 11 años de edad.

Sin embargo, Vosniadou y Schommer (1988), utilizando las analogías siguientes: "*Una infección es similar a una guerra*", "*El estómago es parecido a una licuadora*", "*Las sociedades de termitas son parecidas a los reinos*" y "*Los sueños se parecen a las películas*", con niños con edades comprendidas entre 5 y 7 años, comprobaron que fueron efectivas para la comprensión.

Carey (1989), en sus investigaciones con niños de entre 4 y 7 años, observa que éstos inducen analogías espontáneas con las personas, asignando sus características a otros objetos.

Goswami (1992) da evidencias en sus investigaciones que demuestran que los chicos muy jóvenes pueden, y de hecho lo hacen, razonar por analogía. Sin embargo, y al igual que en los adultos, puede haber una tendencia en los niños de no usar de forma espontánea y para nuevas situaciones el razonamiento analógico, a menos que el análogo sea extremadamente familiar.

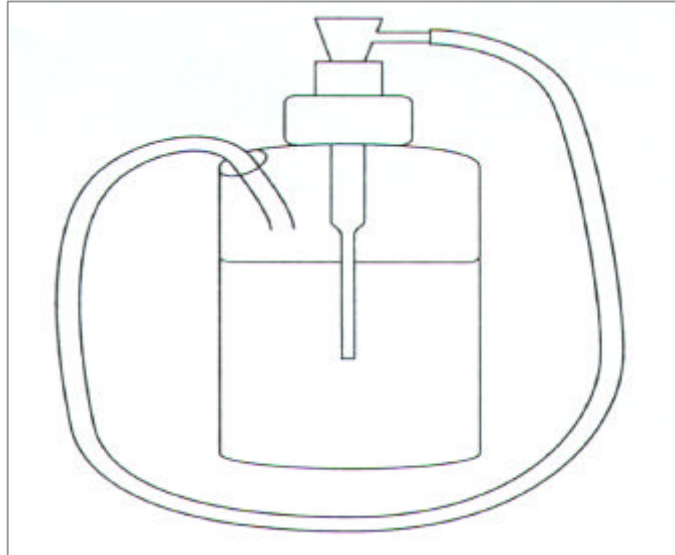
Newton y Newton (1995) investigaron con niños de 6 y 7 años el potencial de las analogías en tópicos de difícil comprensión, como los relacionados con la corriente eléctrica. Para ello familiarizaron a los niños con el análogo, tal como recomienda Goswami, y les dirigieron durante el proceso de extrapolación analógica.

La investigación se centró en la aplicación práctica de una analogía para conseguir la comprensión de situaciones *causa-efecto*, situaciones difíciles para la mayoría de los niños. El tópico escogido fueron circuitos eléctricos sencillos con bombillas, alambres y baterías. Es un tópico con el que los niños ya han tenido experiencias informales a través, por ejemplo, de linternas y juguetes con pilas; también han tenido una instrucción formal sobre él en el colegio.

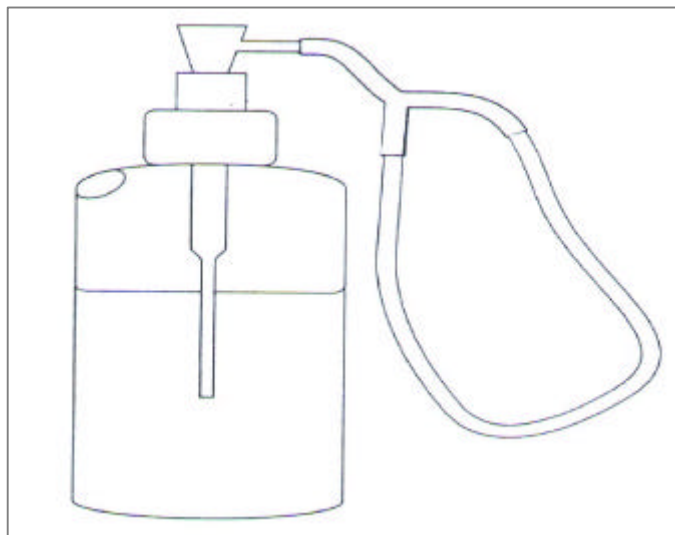
El análogo que se seleccionó es bastante familiar para los alumnos - un recipiente doméstico de puré y un tubo de plástico, ambos transparentes (figura I.3.1).

El funcionamiento del análogo se explicó y demostró a los niños. En esencia, el recipiente de puré actúa como una bomba de agua (de forma análoga a la batería) y el tubo sirve para transportar de manera visible agua desde el pitorro hasta su regreso al recipiente (de forma análoga al alambre).

Después de hacer una demostración de la corriente de agua, se demostró la ausencia de dicha corriente cuando los dos extremos del tubo de plástico se conectaban entre sí al pitorro, tal como se puede apreciar en la figura I.3.2.



**Figura I.3.1. Análogo del flujo de agua (Newton y Newton, 1995, pág. 382)**



**Figura I.3.2. Análogo de la corriente frustrada (Newton y Newton, 1995, pág. 382)**

Algunos elementos visibles de la bomba y el tubo deberían verse como similares a un circuito eléctrico. Así, por ejemplo, el recipiente cilíndrico es similar a una pila y el tubo flexible de plástico (circuito cerrado) es similar al alambre. El agua visible es similar a la electricidad invisible, el máximo trabajo de la bomba incrementa la corriente de agua de manera similar a como las pilas más enérgicas incrementan la corriente eléctrica.

El truncamiento de la corriente de agua, debido a la conexión de ambos extremos del tubo de plástico al pitorro, es similar a lo que ocurre si se conectan ambos extremos del alambre a un terminal de la pila.

La investigación se llevó a cabo con dos grupos de niños, el grupo control y el grupo experimental. Reveló que el grupo que fue instruido con la analogía no presentaba mejores resultados a la hora de hacer predicciones relacionadas con circuitos eléctricos sencillos (circuitos en los que se utilizaban dos pilas, en los que se introducía una bombilla, ...). Los niños de este grupo fueron mejores, sin embargo, en sus explicaciones *causa-efecto*.

Este hecho sugiere que las analogías pueden sustentar la comprensión de los niños en situaciones *causa-efecto*, situaciones que tienen lugar cuando en la escuela se enseñan tópicos cuyos procesos son abstractos, es decir, no accesibles a los sentidos. Ofrecen modelos conceptuales que sirven de base para el desarrollo de la comprensión de los niños. Es, por tanto, una herramienta muy valiosa en la enseñanza comprensiva de los niños.

Newton y Newton concluyen afirmando que el razonamiento analógico está presente tanto en sujetos adultos como en sujetos preescolares. Ambos sujetos utilizan la semejanza estructural cuando dicha estructura relevante forma parte de su representación conceptual.

El impedimento para su funcionamiento no es la inmadurez debida a la edad sino el contenido y la organización de su conocimiento base. Además, el razonamiento analógico puede actuar como mecanismo que enriquece, modifica y reestructura dicho conocimiento.



# **I.4. METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Durante los últimos 20 años han sido numerosas las investigaciones que se han llevado a cabo sobre el cambio conceptual de los alumnos en ciencia. Los resultados de estas investigaciones incluyen información detallada sobre las concepciones en distintas edades y en un amplio rango de conceptos científicos.

La importancia que se le otorga a las concepciones de los alumnos sobre fenómenos naturales es un tema común de todas las investigaciones. El aprendizaje se concibe en términos de desarrollo conceptual o de cambio, más que de acumulación fragmentada de nueva información. Según Scott, Asoko y Driver (1991, en línea), son varios los modelos de aprendizaje que se han propuesto basados en este punto de vista, algunos de los cuales –como los de Osborne y Wittrock, 1983- provienen de la psicología cognitiva.

Este hecho tiene fuertes implicaciones en la práctica diaria de clase, ya que implica una metodología que tenga en cuenta las concepciones alternativas de los alumnos. Esta forma de enseñanza implica varias estrategias metodológicas. Scott, Asoko y Driver han realizado una revisión bibliográfica de esas estrategias metodológicas que están basadas en una visión del aprendizaje como cambio conceptual.

#### **I.4.1. Pautas de enseñanza para promover el cambio conceptual**

Las decisiones pedagógicas en la enseñanza tienen que hacerse en tres niveles. En primer lugar, el profesor necesita fomentar un *aprendizaje del entorno* que será el apoyo del cambio conceptual. En tal entorno debería, por ejemplo, suministrar oportunidades para discutir y considerar puntos de vista y argumentos alternativos. Un segundo nivel de toma de decisiones implica la selección de *estrategias de enseñanza*. Se entiende por pautas de enseñanza aquellos diseños globales que guían la secuencia de aprendizaje de un tópico particular. En tercer lugar, los *cometidos del aprendizaje* se acomodan en el esquema suministrado por las pautas que se han seleccionado, y deben apuntar a las demandas del concepto científico en consideración.

Para decidir sobre las pautas de enseñanza apropiadas se deben tener en cuenta cuatro factores:



1. *Las concepciones y las actitudes de los alumnos:* las concepciones de los alumnos sobre un amplio rango de conceptos científicos están documentadas en los numerosos estudios que se han llevado a cabo con tal fin. Estos estudios deben ahora advertir e informar a los profesores para que las tengan en cuenta en su práctica docente.
2. *La naturaleza del resultado que se pretende del proceso de aprendizaje:* los resultados del aprendizaje y el análisis lógico de esos resultados han sido tradicionalmente la raíz para planificar la enseñanza.
3. *Análisis de las demandas de los alumnos para incrementar o cambiar sus concepciones.* Este análisis se centra en la naturaleza del recorrido mental requerido por los alumnos para moverse desde las concepciones existentes hasta el resultado pretendido del aprendizaje.
4. Los posibles *recursos de enseñanza* que deberían usarse para ayudar a los alumnos a cambiar conocimientos cotidianos por los puntos de vista de la ciencia.

Scott, Asoko y Driver (1991) centraron la revisión bibliográfica en el cuarto de estos factores, concretamente en los recursos de enseñanza que existen en la literatura para promover el cambio conceptual. A continuación se describen los aspectos más relevantes de estos recursos de enseñanza.

En la revisión bibliográfica se identificaron dos grupos de recursos didácticos para promover el cambio conceptual. El primer grupo de recursos está basado en el **conflicto cognitivo y en la resolución de dichos conflictos**. El segundo grupo es el de los **recursos que construyen una nueva idea sobre las ideas que ya existen en los alumnos, y las extienden a través de analogías**.

Los recursos que hacen énfasis en el conflicto conceptual y en la resolución del mismo por parte de los alumnos pueden ser vistos como procedentes de la visión piagetiana del aprendizaje en la que el alumno, según su capacidad evolutiva, toma una parte activa en reorganizar su conocimiento. Los recursos que se construyen sobre los esquemas o ideas que ya existen en los alumnos, extendiéndolos a nuevo conocimiento, hacen tanto énfasis en el rol de acomodación por parte del alumno, como en el diseño de intervenciones apropiadas por parte del profesor para promover "andamiaje" para nuevas maneras de pensar.

- **Recursos didácticos basados en el conflicto cognitivo y su resolución.**

El conflicto cognitivo se ha usado como base para el desarrollo de distintas tácticas para la enseñanza por cambio conceptual. Estas tácticas implican promover situaciones donde las ideas de los alumnos sobre determinados fenómenos se explicitan y son entonces cuestionadas para crear un estado de conflicto cognitivo.

Cosgrove y Osborne (1985) han desarrollado una metodología de enseñanza, basada en el conflicto cognitivo, que requiere que los alumnos resuelvan explícitamente las diferencias entre las ideas provenientes de diferentes fuentes: otros alumnos, el profesor, el texto científico, ... Han propuesto el denominado *Generative Learning Model of Teaching* (Modelo de Aprendizaje Generativo de la Enseñanza), organizado en cuatro fases:

1. *Fase preliminar*: el profesor necesita comprender el punto de vista científico, el punto de vista de los alumnos y su propio punto de vista.
2. *Fase central*: posibilidad de que los alumnos exploren el contexto del concepto, preferiblemente dentro de una situación real, cotidiana. Los alumnos se empeñan en clarificar sus propios puntos de vista.
3. *Fase de desafío*: los alumnos debaten los pros y los contras de sus puntos de vista y el profesor introduce el punto de vista científico.
4. *Fase de aplicación*: oportunidad para aplicar el nuevo punto de vista en un amplio rango de contextos.

Los autores advierten de que el punto de vista científico puede recibirse con poco entusiasmo, hasta el momento en que es inteligible y plausible por experimentación, demostración, o en relación con una analogía.

Esta propuesta se ha empleado en la enseñanza de multitud de conceptos. Así, por ejemplo, en la de aquellos relacionados con los circuitos de corriente eléctrica.

- **Recursos didácticos basados en el desarrollo de ideas coherentes con el punto de vista científico.**

En contraste con los recursos didácticos que promueven conflictos cognitivos y que requieren que los alumnos los afronten, existe un segundo grupo de recursos de enseñanza que se pueden identificar con construcciones sobre las ideas que tienen los alumnos. Los alumnos desarrollan y extienden esas ideas de partida en convivencia con los puntos de vista de la ciencia.

Brown y Clement (1989) han desarrollado y verificado un recurso de enseñanza en el campo de la mecánica que aspira a "incrementar el rango de aplicación de las intuiciones útiles y disminuir el rango de aplicación de las intuiciones perjudiciales" (Brown y Clement, 1989, pág. 239). El recurso asume que el cambio conceptual se puede motivar suministrando a los alumnos oportunidades para edificar comprensiones cualitativas e intuitivas de un fenómeno antes del dominio de los principios cuantitativos. Tales comprensiones se desarrollan estableciendo comparaciones entre un concepto mal comprendido y un "ejemplo de enganche", que actúa en base al conocimiento intuitivo del alumno y evita el conflicto cognitivo en el alumno. El uso de la construcción de puentes es útil en el desarrollo de estas conexiones.

Según estos investigadores, la táctica de construcción de puentes (bridging) se desarrolla en cuatro etapas:

- Las concepciones erróneas de los alumnos referentes al concepto en estudio se explicitan a partir de una serie de preguntas sobre dicho concepto. Por ejemplo, una pregunta que extrae una concepción errónea para la mayoría de los alumnos de cursos de introducción a la física es la relacionada con la existencia de la fuerza normal en un libro que descansa sobre una mesa. Los alumnos ven a la mesa como algo pasivo y que no es capaz de ejercer una fuerza ascendente.
- El profesor sugiere un caso en que los alumnos vean algo parecido (tal como una mano sosteniendo un libro) y que requerirá las intuiciones de los alumnos. Esto se llama *ejemplo de enganche* o simplemente *enganche*. La intuición de enganche se entiende (Brown y Clement, 1989) como la existencia de una creencia dada por un estudiante ingenuo y que apenas es compatible con la teoría física aceptada. Esta creencia puede ser o no verbalizada.

- El profesor pide al alumno que haga una comparación explícita entre el enganche y el concepto, en un intento de establecer la relación entre ambos.
- Si el alumno no acepta la comparación, el profesor entonces intenta encontrar una *relación constructora de puentes* conceptualmente intermedios entre el concepto y el enganche. En el ejemplo del libro sobre la mesa tal relación constructora puede ser un libro descansando sobre un resorte.

El uso experimental de estos recursos para vencer los errores conceptuales sobre fuerzas estáticas, fuerzas de rozamiento y la tercera ley de Newton para la traslación de objetos, ha producido logros satisfactorios en los alumnos.

Stavy (1991) también llevó a cabo una investigación con la finalidad de usar el conocimiento intuitivo que perciben los alumnos, concretamente para comprender que la materia se conserva en la evaporación. Stavy sugiere que el uso de una relación entre lo conocido y lo desconocido puede ayudar a los alumnos a aprender la nueva información y eliminar o modificar los errores conceptuales.

La investigación se llevó a cabo con dos grupos de alumnos de secundaria, de edades comprendidas entre los 12 y 18 años. Uno de los grupos completó una tarea que consistía en la evaporación del yodo, donde el yodo gaseoso se ve como un gas coloreado; con anterioridad se había realizado una tarea similar, usando un gas invisible como la acetona. El otro grupo realizó las mismas tareas, pero en orden contrario, es decir, utilizó primero la acetona y a continuación el yodo.

Se encontró que el rendimiento en la tarea de la acetona fue significativamente mayor cuando ésta se realizaba a continuación de la tarea del yodo. La comprensión basada en la intuición y la percepción aportada por la tarea del yodo sirvió, aparentemente, como una comparación para la dificultad de comprensión del proceso de la acetona.

#### **I.4.2. Consideraciones teóricas**

A continuación se describen varias consideraciones teóricas que derivan, en su gran mayoría, de las argumentaciones anteriores.

- **Reconocimiento de las ideas de los alumnos.**

Todos los recursos didácticos de conflicto cognitivo envuelven fases donde los alumnos tienen la oportunidad de explicitar y clarificar sus propios puntos de vista. Se identifican de esta manera las diferencias entre éstos y el punto de vista científico. En todos los casos las ideas de los alumnos se presentan explícitamente y se usan como base para la enseñanza subsiguiente. Siempre se reconoce, por tanto, la importancia de las ideas e intuiciones de los alumnos en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Brown y Clement (1989) toman como punto de partida revelar los errores conceptuales de los alumnos sobre determinados fenómenos y, a continuación, focalizan la atención en un *ejemplo de enganche* que el profesor ve parecido al fenómeno. Aquí se tiene una situación donde las ideas e intuiciones de los alumnos se usan para destacar la gran importancia de los puntos de partida en la enseñanza.

En un camino similar, Stavy (1991) usa la percepción de las intuiciones de los alumnos (conocimiento intuitivo perceptual) para aportar el punto de partida de la enseñanza de la conservación de la materia.

- **La naturaleza y rol del conflicto.**

Brown y Clement (1989) ven el conflicto cognitivo como algo potencialmente motivador para el aprendizaje. La estrategia básica de estos investigadores es usar la analogía (para desarrollar concepciones útiles), más que el desafío de las concepciones erróneas. Apuestan por el enorme potencial que tienen los conflictos que se establecen entre diferentes puntos de vista de los alumnos. Sugieren que "capitanear las discusiones de la clase con destreza es un vehículo efectivo para fomentar la disonancia, la motivación interna y la reestructuración conceptual" (Brown y Clement, 1989, pág. 94).

Stavy (1991) expresa la opinión de que las estrategias de conflicto cognitivo pueden producir una pérdida de confianza en los alumnos y, en ocasiones, retrocesos desde posiciones correctas a incorrectas. En su propuesta para la enseñanza con analogías aboga para que los alumnos no sean conscientes del conflicto y de los procesos del aprendizaje. Su planteamiento lo justifica ya que desde el punto de

vista de los alumnos no hay errores conceptuales y, por lo tanto, según ellos, no perciben que tenga lugar el aprendizaje.

- **La construcción de concepciones científicas.**

La elección cuidadosa y disciplinada de analogías para apoyar la construcción de nuevas concepciones puede ser fundamental para construir conceptos científicos. Este es un proceso en el que los alumnos acceden a los conceptos y las teorías de la comunidad científica y en el que se negocian sus significados. Las analogías pueden aportar el esquema o modelo mental que sirva de "andamiaje" para futuros aprendizajes.

Un aspecto problemático de los procesos de construcción de conocimiento es que en algunos conceptos la construcción de un modelo científico requiere el establecimiento de otros conceptos y de sus interrelaciones. Este es el caso de la construcción por los alumnos de la mecánica newtoniana (con conexiones entre conceptos tales como fuerza, velocidad, aceleración o momento), y corriente eléctrica (donde los conceptos de corriente, resistencia, voltaje y energía necesitan establecerse y relacionarse). En estos casos lleva tiempo establecer un nuevo modelo teórico y durante el mismo los alumnos pueden, incluso sin tomar conciencia de ello, intentar explicar experiencias en términos de sus intuiciones coherentes (conocimiento cotidiano).

- **Demandas del cambio conceptual a los alumnos.**

Es conocido que los alumnos se involucran ampliamente en la discusión, tanto en pequeños grupos como en la totalidad de la clase, cuando ésta es promovida por el profesor. La discusión aporta el medio por el que los alumnos toman conciencia de sus propias concepciones y de las del resto de sus compañeros.

Esto implica que los alumnos escuchan, construyen significados y evalúan los puntos de vista de sus compañeros. A partir de estos puntos de vista diferentes, se genera una amplia oferta de perspectivas y el alumno analiza la conveniencia de cada una de ellas. En este ambiente de aprendizaje se fomenta la pluralidad de los puntos de vista, incluido el punto de vista científico, que puede ser o no compartido por los alumnos.

Sin embargo, esto puede dar lugar a problemas si los alumnos tienen puntos de vista del aprendizaje como algo esencialmente transmisivo y

se adhieren a una visión positivista de la ciencia. Con esta discusión los alumnos llevan a la clase de ciencias algo más que sus puntos de vista; llevan actitudes que condicionarán posteriormente el aprendizaje.

Son numerosas las investigaciones llevadas a cabo que demuestran que los alumnos brillantes reaccionan con entusiasmo a este tipo de metodología; por el contrario, los alumnos menos brillantes, con baja autoestima y actitudes negativas hacia la escuela y sus tareas evitan este tipo de debates y forma de trabajo. Esta es la visión de Stavy (1991) cuando argumenta que los alumnos pueden perder, con esta metodología, confianza y motivar en ellos regresión.

En cualquier caso, los alumnos toman de esta manera conciencia de que el aprendizaje no es algo que está perfectamente listo y hecho, algo en lo que ellos no cuentan, sino que los alumnos tienen que participar del mismo y tienen la última responsabilidad que puede dar sentido a las actividades de aprendizaje.

- **Demandas del cambio conceptual a los profesores.**

Estas pautas de enseñanza requieren que el profesor sea sensible con las concepciones e ideas de los alumnos. El profesor debe crear en el aula un clima en el que los alumnos se sientan confiados y puedan expresar y discutir sus puntos de vista abiertamente.

Tal clima sólo es posible cuando el profesor es sensible a las necesidades, sentimientos e ideas de los alumnos y existe una dirección afectiva del grupo de clase. El profesor por lo tanto debe:

- Ser consciente de las ideas y creencias de los alumnos respecto al concepto que se va a estudiar.
- Ser consciente de los caminos conceptuales probables para dicho concepto, reconociendo la posibilidad de la persistencia.
- Ser sensible fundamentalmente al progreso y evolución de los alumnos en el aprendizaje.
- Generar tareas de aprendizaje para apoyar y fomentar el progreso en el aprendizaje.
- Confiar en su propia acepción del concepto para apreciar y responder a diferentes puntos de vista.

- Organizar y dirigir una clase para garantizar que las pautas anteriores puedan tener lugar.

### **1.4.3. Cambio conceptual y analogías**

Se han realizado pocos estudios orientados a examinar la influencia de las analogías para provocar el cambio conceptual en los alumnos. Se puede afirmar, por lo tanto, que la naturaleza de la contribución de las analogías al cambio conceptual es realmente desconocida.

Sin embargo, la revisión de 3 estudios (Duschl y Gitomer, 1991; Vosniadou y Ortony, 1989 y Clement, 1989) y la evidencia de otras fuentes apunta a que la contribución de las analogías al cambio conceptual es modesta.

Los escasos estudios que han examinado las analogías en relación al cambio conceptual en la enseñanza de la Ciencia han incidido en analizar si las analogías acrecientan a los estudiantes en:

- a) Habilidad para resolver problemas (Friedel y col., 1990).
- b) Comprensión de textos (Vosniadou y Shommer, 1988; Gilberto 1989).
- c) Entendimiento conceptual de contenidos científicos (Gentner y Gentner, 1983; Johsua y Dupin, 1987; Dupin y Johsua, 1989).
- d) Construcción de explicaciones científicas (Wong, 1993).

Duschl y Gitomer (1991) defienden la caracterización del cambio científico como no jerárquico y fragmentado, basándose en acontecimientos históricos y filosóficos del conocimiento de la Ciencia. Este carácter fragmentado de cambio que ellos evocan parece estar relacionado también con el cambio conceptual en los chicos (como se puede deducir por los ejemplos del trabajo de Brickhouse (1994) y DiSessa (1988)).

Thagard hace un estudio de la contribución de las analogías a las seis revoluciones en la historia de la ciencia (Darwin, teorías del universo de geología, Copérnico, Newton, Einstein, cuántica). En dicho estudio nota una pequeña contribución de las analogías a la explicación coherente de la revolución darwiniana y, menor aún, en las



otras cinco revoluciones. Por ello, las interpretaciones centrales de Thagard (1992) relacionadas con los cambios revolucionarios que llevan al reemplazo de todo un sistema de conceptos y reglas por un nuevo sistema, sugieren, aparentemente, que las analogías han tenido un papel insignificante en las revoluciones científicas.

Dagher (1994) apunta que la observación de Thagard del papel de las analogías en el nivel de justificación de teorías y explicaciones debió ser más reflexiva en lo que respecta al análisis de su construcción y desarrollo. De esta manera la observación hubiese permitido revelar algunas contribuciones tácitas de las analogías.

Es concebible que el significado de las analogías en las revoluciones esté más oculto que abierto, más evidente en los procesos de ideas y evidencias que en los argumentos de las conclusiones. Sirve así como función transitoria, pero importante, ya que aumenta la inteligibilidad y plausibilidad.

El papel de las analogías en las revoluciones científicas examinado por Thagard, según Dagher, se asemeja al pasamano de la escalera que es no tenido en cuenta después de que uno la ha subido, haciendo alusión a la metáfora de Wittgenstein (1961).

Si se hace un argumento similar para el aprendizaje, la contribución de analogías educativas al cambio conceptual puede ser tácita (Dagher, 1994), llevando a pequeños pero sustantivos cambios en la comprensión de los conceptos por parte de los alumnos. Son cambios de orden<sup>1</sup> normal, tal vez, más que de orden radical. La determinación del papel que esos modestos cambios tienen en la precipitación de los cambios radicales constituye un gran reto para indagar en el pensamiento de los alumnos.

El paradigma de cambio conceptual ha de incluir una concepción más amplia de cambio si se pretende evaluar justamente a las analogías. Esta concepción envuelve asociaciones de conceptos, conocimiento procesual y relaciones de procesos afectivos y creativos, todos ellos asociados con la educación integral de la persona. Es decir, el paradigma de cambio conceptual no debe estar únicamente limitado al aprendizaje de conceptos específicos.

---

<sup>1</sup>La conceptualización del cambio conceptual en términos de gradaciones (radical, normal y débil) permite a profesores e investigadores entender de forma más clara la manera en la que las analogías contribuyen al cambio conceptual (Dagher, 1994).

The background features a light gray gradient with several large, semi-transparent interlocking gears. On the far left, there is a vertical strip with a colorful, abstract, and textured appearance, possibly representing a microscopic view of a material or a complex surface.

## **I.5. MODELOS DE COMPRESIÓN. MODELOS DE ANALÓGICOS**

La teoría de que la materia estaba compuesta por átomos tuvo su origen hace unos 2500 años, con el filósofo griego Demócrito y con Leucipo. Las teorías atómicas modernas, sin embargo, maduraron a partir del trabajo de John Dalton (1766-1844) y con el giro de la alquimia hacia un estudio más sistemático de los elementos y de su comportamiento (por ejemplo, Lavoisier y Priestley), los químicos fueron desafiados a describir los átomos y las moléculas. Las primeras teorías describieron a los átomos como esferas o bolas; esta idea fue refinada con el descubrimiento de Thomson del electrón y su modelo atómico del "pudín de pasas". El descubrimiento por Rutherford de que los átomos son huecos y que tienen un núcleo muy denso condujo al modelo del "sistema solar". Este modelo, sin embargo, fue rápidamente refinado por Bohr, y la mecánica cuántica ( con posterioridad a Planck, de Broglie, Schrödinger y Heisenberg) generó un todavía más abstracto modelo atómico que requirió matemáticas sofisticadas para su descripción.

El comentario anterior acerca del desarrollo de los modelos atómicos a través de la historia invita a reflexionar y sugiere una posible definición de ciencia, como la dada por Gilbert: *"la ciencia se puede definir como un proceso de construcción de modelos conceptuales predictivos"* (Gilbert, S., 1991, pág. 73).

Según este investigador, los modelos no son ni más ni menos que representaciones más simples de fenómenos o situaciones complejas (tópicos) que existen en la naturaleza. Son sistemas de palabras, números, dibujos, programas, acciones e imágenes que constituyen la comunicación científica y son de vital importancia en la enseñanza de la ciencia: pueden ayudar a los alumnos a comprender las explicaciones científicas de aquellos fenómenos con los que no están familiarizados.

En el presente capítulo se definen y clasifican los modelos de comprensión y se matizan diversos aspectos relacionados con el uso de los modelos en la enseñanza de la ciencia.

### **I.5.1. Clasificación de los modelos de comprensión**

Cuando se analizan los textos de Física, Química, Biología y Geología de educación secundaria se encuentra que contienen muchas analogías y modelos analógicos. Y es que para introducir entidades que no son observables -como por ejemplo átomos y moléculas- a los alumnos, los

autores de libros de texto y los profesores se ven obligados a introducir analogías, modelos analógicos, modelos a escala, modelos teóricos, ...

Sin embargo, tal como apunta Black, la palabra "modelo" se usa de diferentes formas en la vida cotidiana. Así un "modelo" puede significar una persona con muy buen aspecto, o un tipo de automóvil de una determinada marca comercial. Igualmente variados y confusos son los significados en la vida académica.

Por este motivo se consideran muy interesantes las contribuciones de Black (1966), Gilbert y Osborne (1980) y, más recientemente, de Gilbert (1993), que al respecto intentan definir y establecer una clasificación de los modelos.

Black(1966) propone cinco categorías de modelos. Gilbert y Osborne añaden a éstas dos más: "fórmulas químicas" y "mapas y diagramas". La clasificación queda, teniendo en cuenta las contribuciones de los investigadores anteriores, de la siguiente manera:

- Modelos a escala
- Modelos analógicos
- Modelos matemáticos
- Modelos teóricos
- Arquetipos
- Fórmulas químicas
- Mapas y diagramas

#### **I.5.1.1. Modelos a escala**

Los modelos a escala son *"semejanzas de objetos materiales, sistemas o procesos, reales o imaginarios, que conservan las proporciones relativas"* (Gilbert y Osborne, 1980).

Ejemplos típicos de estos modelos, según Black (1966), son: el avión expuesto en el escaparate de una agencia de viajes, el barco procedente de una caja de construcciones, la vivienda romana expuesta en una vidriera de un museo de historia o los modelos anatómicos usados en biología.

Estos modelos presentan las siguientes características para Gilbert y Osborne(1980):

1. Están contruidos con un propósito o propósitos específicos. Por lo tanto representan fielmente determinados aspectos del original relacionados con el propósito para el que fueron contruidos. Algunos rasgos del modelo carecen, por lo tanto, de importancia ya que no son representaciones fieles.
2. En consecuencia, cada modelo a escala tiene unas *convenciones de interpretación* . Al hacer un modelo a escala tratamos, por una parte, que se parezca al original, y por ello reproducimos algunas de sus características (rigidez de las alas del aeroplano, color), y, por otra, que se conserven las proporciones relativas entre las magnitudes pertinentes. Pero esto no quiere decir que el aeroplano de modelismo sea capaz de volar: la relación entre el área del ala y el peso del aeroplano no se ha mantenido en el modelo.
3. Estas *convenciones de interpretación* deben ser completamente explicadas. Las inferencias desde el modelo a escala al original son, pues, intrínsecamente precarias, y necesitan una validación con el original.

Los modelos a escala, según estos investigadores, también se suelen denominar modelos icónicos. Sin embargo, dentro de los modelos icónicos están incluidas, además, las representaciones esquemáticas de los modelos a escala.

### **I.5.1.2. Modelos analógicos**

*"Un modelo analógico es cualquier objeto material, sistema o proceso destinado a reproducir de la manera más fiel posible, en otro medio, la estructura o trama de relaciones del original"* (Black, 1966).

Existen numerosos ejemplos de modelos analógicos: los modelos moleculares en química (de palos y bolas o de empaquetamiento espacial), el modelo hidrodinámico (usado para explicar los fenómenos electrostáticos asociados con las líneas de fuerza), el modelo cinético-molecular de los gases (pelotas sólidas botantes), el modelo atómico de Thomson (pudín de pasas) o el modelo atómico de Rutherford (sistema solar).

El modelo analógico, como el modelo a escala, está sujeto a reglas de interpretación para que sea posible realizar inferencias precisas a partir de los rasgos pertinentes del modelo. La diferencia crucial entre los dos tipos de modelos, según Black, se encuentra en los métodos correspondientes de interpretación. Los que están a escala se apoyan en la identidad: su finalidad consiste en imitar al original, excepto en la medida en que la necesidad de que sean manejables obligue a apartarse de la simple reproducción (y, cuando esto ocurre, se mantiene la desviación en el valor mínimo, como si dijéramos: las magnitudes geométricas del original se siguen reproduciendo, si bien modificadas en una relación constante).

Por el contrario, según Black, la realización de los modelos analógicos está guiada por la finalidad, más abstracta, de reproducir la estructura o trama de relaciones del original. Un modelo analógico manifestará una correspondencia biunívoca entre las relaciones incorporadas en él y las existentes en el original: cuanto suceda a una relación de éste tiene que encontrar su eco en algo correspondiente que suceda en la relación del modelo coordinada a aquella. De esta manera el modelo analógico *comparte con el original no sólo un conjunto de rasgos o una proporcionalidad directa de magnitudes sino, más exactamente, la misma estructura o patrón de relaciones* (Black, 1966).

El modelo analógico se puede dividir en tres partes(Hesse, 1966):

- a) *la analogía positiva*: propiedades de los modelos que buscan describir aquello para lo que fueron propuestos, es decir, determinados aspectos del tópico. Está formada, por lo tanto, por el conjunto de relaciones que tienen correspondencia entre el análogo y el tópico.
- b) *la analogía negativa*: aquellas partes del modelo (o conjunto de relaciones) que no son transferibles al tópico.
- c) *la analogía neutral*: partes del modelo que aún no se sabe si son positivas o negativas y que permiten hacer predicciones.

Según Gilbert y Osborne (1980), la analogía positiva constituye el foco en el que se centra el diseño de los modelos analógicos. Es la responsable de que los modelos analógicos sean sumamente poderosos. Pero también son peligrosos por la presencia de la analogía negativa.

En cualquier caso, los modelos analógicos proporcionan hipótesis plausibles, no demostraciones.

Harrison y Treagust (1966) resaltan la importancia de este tipo de modelos en la enseñanza de la química. Según estos investigadores, sin los modelos analógicos la enseñanza de la química se reduciría a una mera descripción de cambios y propiedades macroscópicas. Los modelos analógicos son una parte intrínseca de la comprensión química.

### I.5.1.3. Modelos matemáticos

*"Un modelo matemático es aquel que puede ser resumido en, o representado por, una ecuación matemática (Gilbert y Osborne, 1980). Es algo más sencillo y abstracto que el original"* (Black, 1966).

Black afirma que en los modelos matemáticos el fenómeno original se considera "proyectado" sobre una colección de conjuntos y funciones, de modo que cada símbolo corresponde a un concepto definido en el original. Además, siendo más simple y más abstracto que el original, debe ser acompañado por un catálogo de condiciones impuestas sobre su uso.

Los modelos matemáticos son muy apreciados por las simplificaciones que introducen y por la relativa facilidad con que pueden ser manipulados. Permiten que un fenómeno complejo sea rápida y exhaustivamente explorado.

Son numerosos los ejemplos que podríamos citar de modelos matemáticos, como es obvio. A título ilustrativo vamos a comentar el modelo  $P \cdot V = Cte.$ , modelo que explica el comportamiento de los gases a temperatura constante. El proceder que se ha seguido para llegar a este modelo –como a cualquier otro modelo matemático– podría haber sido, según Black, el siguiente:

1. Se identifican las variables pertinentes asociadas al comportamiento de un gases.
2. Se forman hipótesis empíricas concernientes a las relaciones imputadas entre las variables elegidas.
3. Se introducen simplificaciones, a menudo drásticas, con objeto de facilitar la formulación y la manipulación matemáticas de las variables.
4. Se resuelven las ecuaciones matemáticas resultantes.

5. Se intentan extrapolar las consecuencias susceptibles de contrastación al campo original. De esta forma pueden hacerse predicciones.

El tratamiento matemático no proporciona explicaciones: lo único que puede esperarse de las matemáticas es que saquen consecuencias de las asunciones empíricas iniciales.

Black afirma que las matemáticas ofrecen la forma de una explicación, al hacer ver qué tipos de función podrían ajustarse aproximadamente a los datos conocidos; pero es preciso buscar por otro lado las explicaciones causales. Nos advierte de los peligros que acechan a los modelos matemáticos, cuando afirma que las drásticas simplificaciones que se requieren para que pueda llevarse a cabo con éxito el análisis matemático, involucran un grave riesgo de confundir la exactitud de las matemáticas con la fuerza de la verificación empírica en el campo original.

Por su incapacidad para proponer explicaciones, los modelos matemáticos, según Black, difieren marcadamente de los modelos teóricos.

#### **I.5.1.4. Modelos teóricos**

*"El modelo teórico no necesita ser construido: basta describirlo"* (Black, 1966).

El modelo teórico tiene que pertenecer a una región que nos sea más "familiar" que el sistema a que se aplique. Por familiaridad se entiende la pertenencia a una teoría bien asentada y completamente explorada, no la pertenencia a los dominios de la experiencia ordinaria: puede ser tan recóndito como queramos, con tal, únicamente de que sepamos como usarlo.

El modelo teórico prometedor, para Black, es el que tiene tal riqueza de implicaciones que sugiere hipótesis y especulaciones nuevas y frescas en el campo de la investigación. Tiene muy poco que ver con que el modelo pueda o no ser visto literalmente o imaginado.

Son, por lo tanto, modelos en los que la mera descripción de una estructura imaginaria, pero posible, basta para *facilitar la investigación científica* (Black, 1966).

Una aproximación a estos modelos está presente, según Gilbert y Osborne (1980) en el campo magnético cuando se afirma que "un



*campo magnético actúa como si consistiera en líneas de fuerza que unen los polos norte y sur".* Por lo tanto, son modelos mentales usados para representar analógicamente fenómenos que no son materiales (Harrison y Treagust, 1996).

Es conveniente aclarar, para evitar confusiones, las diferencias que existe entre un modelo teórico y una teoría.

Según la Enciclopedia Británica, una teoría es una estructura invariable y ordenada, concebida por la imaginación humana, que abarca una familia de leyes empíricas atendiendo a regularidades existentes en objetos y eventos observados. Una teoría científica es, por lo tanto, una estructura sugerida por esas leyes y es ingenjada para explicarlas de una manera científicamente racional.

Los científicos emplean, para explicar los objetos o eventos, observaciones cuidadosas o experimentos, leyes empíricas que los relacionan y teorías. De este modo, cuando las leyes empíricas pueden satisfacer la curiosidad al descubrir un orden en el comportamiento de los eventos u objetos, los científicos pueden dar una explicación admisible de por qué esas leyes se cumplen mediante una teoría científica.

Las leyes son formuladas para generalizar o esquematizar relaciones observables, relaciones que están disponibles para determinar el significado de cada uno de sus términos. De este modo, una ley puede ser testificada cuidadosamente por observación.

En las teorías científicas, por el contrario, es común que alguno de sus términos se refieran a objetos que no son observables. Las teorías son, por lo tanto, construcciones imaginativas de la mente humana generadas por inducción a partir de la información observable. Además, no pueden, de ordinario, ser probadas y aceptadas de igual forma que las leyes. De este modo, mientras una ley empírica expresa una relación unificadora entre una pequeña selección de observables, las teorías científicas tienen un alcance mayor: explican algunas leyes y predicen otras que aún no se han descubierto.

La virtud que posee el operar con modelos es la de reemplazar las abstracciones y las fórmulas matemáticas por "imágenes", o por cualquier otra forma de representación que pueda uno contemplar ante sí fácilmente, o de la que conozcamos mejor sus propiedades que las del campo de aplicación pretendido.

Según Black, esto último hace que tenga sentido el tomar algo abstracto, incluso un cálculo matemático, como un modelo teórico de algo relativamente concreto. Por lo tanto, el modelo no necesita pertenecer a los dominios de la experiencia ordinaria; si debe, sin

embargo, sugerir hipótesis y especulaciones nuevas. Por lo tanto, el modelo no tiene porqué ser visto literalmente o imaginado.

Black afirma que puede pensarse que existe una relación causal entre el modelo y la teoría formal que termine por reemplazarlo, es decir, que el modelo no es más que un artificio hecho para llevar a los hombres de ciencia hacia los sistemas deductivos. Sin embargo, -argumenta Black- esto no es así, ya que el modelo tiene que ser isomórfico con su campo de aplicación, mantiene una estructura común entre ambas situaciones que permite que exista una transferencia analógica. Este isomorfismo es el que permite determinar la validez de un modelo dado y su justificación racional.

#### **I.5.1.5. El modelo "arquetipo"**

*"El modelo arquetipo es un repertorio sistemático de ideas por medio del cual un pensador dado describe, por extensión analógica, cierto dominio al que tales ideas no son aplicables inmediata y literalmente"* (Black, 1966).

Una exposición detallada de un arquetipo determinado requeriría una lista de palabras y expresiones clave, y una serie de enunciados de sus interconexiones y de sus significados paradigmáticos en el campo de donde se los haya extraído. Esto podría complementarse con un análisis de las formas de realizar la extensión de los significados originales mediante los usos analógicos.

Un modelo "arquetipo" es, por ejemplo, el que intenta representar las relaciones dinámicas entre los hechos psicológicos por medio de construcciones interpretativas matemáticas (Black, 1966). Emplea un vocabulario vernáculo de la física -con palabras tales como campo, vector, espacio de fases, tensión, fuerza, límites, fluidez- como indicio de un voluminoso arquetipo que espera ser reconstruido por algún crítico paciente.

Un arquetipo es bueno, según Black, cuanto tiene fuerza para ser útil como instrumento especulativo. Es decir, se presta a realizar todo género de investigaciones empíricas interesantes. Ahora bien, si un arquetipo es suficientemente fructífero, podemos esperar que los lógicos y los matemáticos acabarán por reducir a orden lo cosechado con él (Black, 1966).

### **I.5.1.6. Fórmulas químicas**

Las fórmulas químicas -tales como  $\text{CO}_2$  - y las ecuaciones químicas en las que figuran compuestos químicos constituyen un modelo, el denominado modelo de fórmulas químicas (Harrison y Treagust, 1996).

Las ecuaciones químicas pueden representar la estequiometría de la reacción, cambios termodinámicos, cambios de electrones, mecanismos de reacción y estados de equilibrio.

### **I.5.1.7. Mapas y diagramas**

Según Harrison y Treagust (1996), los mapas y los diagramas representan estructuras y rutas. Ejemplos de ellos son los mapas del tiempo, diagramas de circuitos eléctricos, diagramas de flujo de las síntesis químicas, rutas metabólicas y estructuras de los sistemas nervioso y circulatorio.

## **I.5.2. El uso de los modelos en la enseñanza de la ciencia**

Existen numerosas investigaciones, como la llevada a cabo por Grosslight y otros (1991), que respaldan que el conocimiento de la naturaleza de los modelos por parte de los alumnos facilita el aprendizaje desde dichos modelos.

Se trata de investigaciones que demuestran que los alumnos necesitan más experiencia en el uso de los modelos, más experiencia con modelos que proporcionan puntos de vista opuestos de un fenómeno, y más discusión acerca del papel de los modelos en las investigaciones científicas.

Gilbert y Osborne (1980) estudiaron las consecuencias de la no enseñanza del alcance de los modelos y de los principios que rigen su construcción. Las conclusiones a las que llegaron se pueden resumir en los siguientes apartados:

1. Los alumnos no tienen conciencia de lo que separa al modelo del tópico que dicho modelo pretende explicar. Conocen con poca profundidad las propiedades del modelo y su origen.

2. Los alumnos encuentran dificultad en aplicar un modelo dado en diferentes contextos.
3. Los alumnos encuentran problemas a la hora de relacionar modelos de diferentes clases cuando se aplican a un mismo tópico.
4. En el caso de los modelos analógicos, muchos alumnos los perciben como una realidad verdadera. Tienden a adquirir habilidades para resolver problemas en términos de el "modelo verdadero". Consecuentemente, se pierde un aspecto del desarrollo del alumno. Además, los alumnos fallan al atribuir correctamente al modelo la analogía positiva, la negativa y la neutral. También fallan al no distinguir entre proporción y analogía.

Estas razones permiten afirmar que no basta con usar los modelos. Existe unanimidad en los investigadores en que los alumnos deben conocer la naturaleza de los modelos: su uso en ciencia, sus aplicaciones y sus limitaciones. Sólo así se beneficiarán del uso de los modelos, al aumentar su comprensión científica y, por lo tanto, su habilidad para usar la información de forma creativa y solucionar problemas en los que se requiera transferencia.

Existen variables muy importantes relacionadas con el uso de los modelos que no pueden postergarse a un segundo plano. Basta con intentar responder a las siguientes preguntas para tomar conciencia de ellas:

¿Qué se entiende por un buen modelo?

¿Dónde deberían usarse los modelos?

¿Cuándo deberían usarse los modelos?

¿A quienes van destinados los buenos modelos?.

Estas preguntas han encontrado respuesta en los trabajos de investigación llevados a cabo por Mayer (1989), trabajos en los que se investigó la utilidad de proporcionar modelos conceptuales a los alumnos como ayuda para la comprensión de las explicaciones científicas.

Según Mayer, un buen modelo es aquel que es *completo, conciso, coherente, concreto, conceptual, correcto y considerado*.

Completo en tanto que debe contener todo acerca de las partes esenciales, estados o acciones del tópico, así como las relaciones esenciales entre ellos para que el alumno pueda ver como funciona el tópico.

Los buenos modelos presentan el nivel de detalle apropiado para el alumno. Más que presentar demasiados detalles que pueden agobiar al alumno, resumen aquella parte del tópico que pretenden explicar. Más que proporcionar una descripción de cada parte, deben describir las funciones generales de cada parte.

Los buenos modelos deben ser coherentes, su significado debe ser intuitivo para los alumnos. Deben explicar a los alumnos cómo interaccionan las distintas partes del tópico.

Los buenos modelos deben ser concretos, ya que muestran, de esta forma, un nivel de familiaridad apropiado para el alumno.

Los buenos modelos deben ser conceptuales, es decir, deben estar basados en materiales potencialmente significativos, materiales que explican cómo opera el tópico.

Los buenos modelos deben ser correctos, es decir, la mayoría de las partes y relaciones del modelo deben corresponderse con la mayoría de las partes y relaciones del tópico.

Por último, los buenos modelos deben ser considerados con el alumno: usan el vocabulario y la organización apropiada al tipo de alumno al que va dirigido.

Mayer(1989) detectó que el uso de modelos era efectivo cuando se trabajaba con material que explicaba cómo algunos sistemas funcionaban. Por ejemplo, funcionamiento del radar, funcionamiento de un circuito eléctrico o funcionamiento de los frenos hidráulicos de un automóvil.

Sus investigaciones revelaron que los modelos son más efectivos cuando se sitúan antes o durante la explicación, no después.

Advirtió, por otro lado, que los alumnos con gran aptitud y con buen conocimiento previo se beneficiaban poco del uso de los modelos. Son alumnos que ya tienen modelos de comprensión de determinados fenómenos o que presentan habilidad para construirlos rápidamente.

Para ellos, los modelos simplificados que el profesor usa en clase pueden entrar en conflicto con sus modelos más sofisticados.

Los trabajos de investigación, como los llevados a cabo por Mayer (1989), señalan que los modelos pueden ser herramientas efectivas en la enseñanza cuando lo que se persigue es un aprendizaje significativo. Pueden proporcionar el contexto para que los alumnos construyan modelos mentales provechosos.



## **II. ANALOGÍAS, IMPORTANCIA Y SIGNIFICADO**

En este capítulo se describe y explica el fundamento de las analogías, su importancia y significado, y las distintas definiciones con que figura en la bibliografía. Se abordan también los distintos procesos que constituyen el razonamiento analógico y las diferencias que existen entre las analogías y otros tipos de comparaciones. Se concluye explicando los criterios de clasificación de las analogías y sus aspectos didácticos.

## **II.1. Comparaciones**

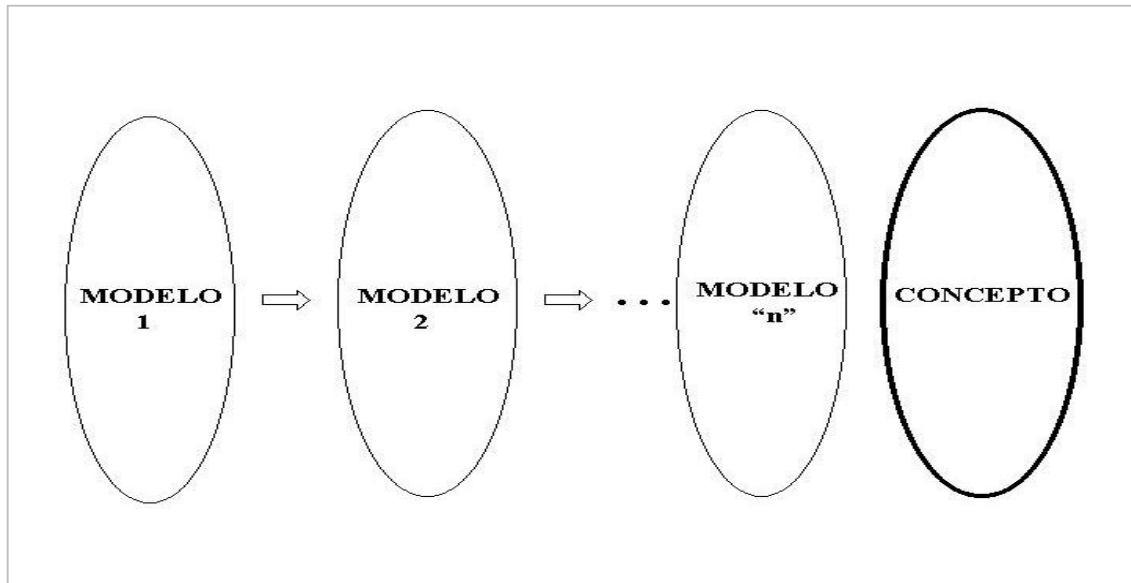
Se trata aquí de exponer un posicionamiento de fundamentos como resultado de una síntesis del marco referencial teórico y las ideas actuales, filtradas por nuestros conocimientos, y la adecuación de la investigación a nuestra planificación de trabajo.

La comprensión y el razonamiento son metas muy perseguidas en la enseñanza. Sin embargo, su consecución no siempre resulta fácil.

La comprensión supone la construcción de un modelo mental, modelo que es particular para cada uno de los alumnos implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Halford, 1993). Se está trabajando en el campo de la modelización, es decir, de la elaboración de modelos en el proceso de enseñanza-aprendizaje en ciencias experimentales (Fernández y cols., 2001).

Cuando el alumno se encuentra frente a un nuevo concepto teórico y abstracto, cuyo significado proviene de la imaginación de los científicos y para el que no existen ejemplos perceptibles en el entorno (como átomo, gen, ...), o ante una situación problemática que entraña dificultad, la construcción del modelo puede no resultar fácil. El proceso de construcción, en este caso, se facilita ofreciendo un modelo confeccionado en forma de comparación (Newton y Newton, 1995). Más tarde, a medida que el alumno va adquiriendo un mayor conocimiento del concepto, este modelo inicial es sustituido por otros modelos más próximos al significado del concepto.





**Figura II.1. Representación de diferentes modelos mentales de un concepto**

Por tanto, la comparación es un recurso didáctico que se puede utilizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias y que tiene la finalidad de ayudar a los alumnos a crear modelos mentales iniciales que van a ser la base de futuros aprendizajes.

Pero, ¿cómo se construye este modelo mental inicial?. Se construye mediante una operación en la que se relacionan las representaciones de dos situaciones y se abstrae la estructura común para todas las relaciones existentes entre ellas (Gick y Holyoak, 1980). De esta manera el alumno cuenta con un modelo mental que puede aplicar a futuros aprendizajes.

La comparación relaciona, por tanto, dos situaciones. Relaciona una situación familiar al alumno con otra nueva o desconocida. La familiaridad facilita la correlación de la información y, también, la elaboración de modelos mentales más comprensibles, y contribuye de esta manera a un aprendizaje menos memorístico y más significativo (Clement, 1988, 1993; Duit, 1991; Glynn, 1991, 1995; Vosniadou y Ortony, 1989). Y es que, como comenta Glynn (1991), estas comparaciones actúan como puentes que permiten relacionar el conocimiento previo de los alumnos y el nuevo conocimiento a aprender. Es decir, las comparaciones facilitan la conexión entre el conocimiento adquirido previamente y lo que se pretende aprender (Reigeluth, 1983).

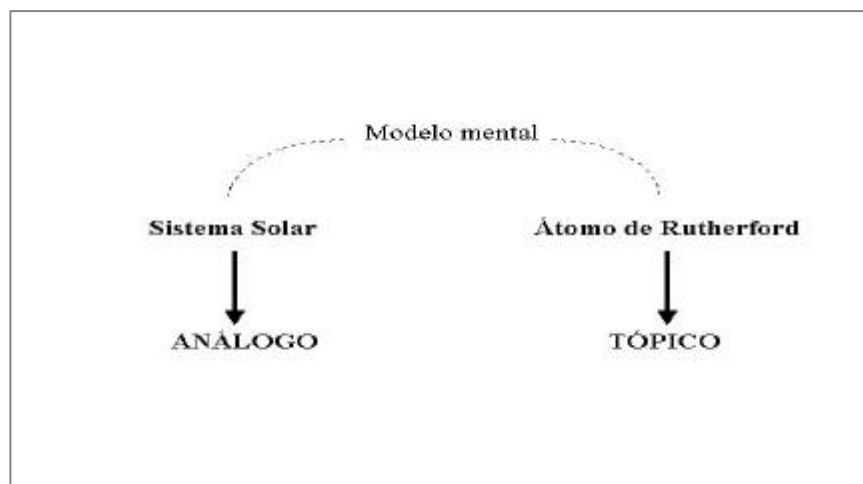
## II.2. Definición de analogía

En estos procesos de comparaciones existe una transferencia desde una situación conocida a otra desconocida. Se transfiere aquello que es semejante y de interés desde la situación conocida –situación a la que se denomina “análogo”- a la nueva situación desconocida –situación que se denomina “tópico”-, tal como argumenta Ortony (1975).

El hecho de que sólo se transfiera aquello que es semejante y de interés del análogo, caracteriza un tipo de razonamiento: el “razonamiento analógico”. Es éste un razonamiento imprescindible, es el proceso mental que tiene lugar cuando se usa la analogía. Ayuda a que el proceso de adquisición de nuevos conocimientos se desarrolle sobre la base de aquello que ya se ha aprendido. Permite hacer inferencias y construir hipótesis, razón fundamental por la que las analogías se utilizan para facilitar el aprendizaje de las Ciencias.

Se puede afirmar que toda analogía lleva implícito un razonamiento analógico que permite la transferencia conceptual entre el análogo y el tópico. En consecuencia, el alumno se abastece de un modelo mental adecuado e imprescindible para posteriores aprendizajes.

Un ejemplo se tiene en la analogía del Sistema Solar utilizada para la explicación del átomo de Rutherford.



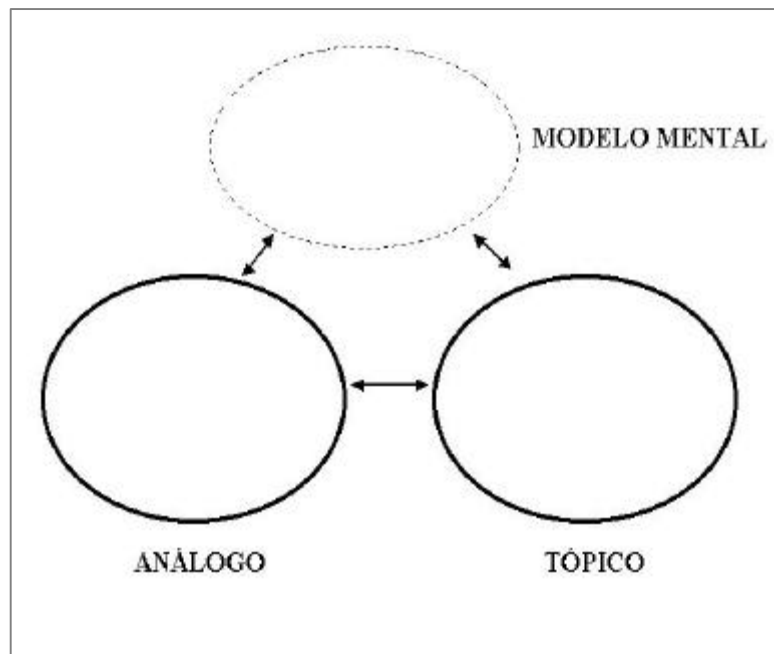
**Figura II.2. Analogía del Sistema Solar**

Treagust, Duit, Joslin y Lindauer (1992) observaron que los profesores, a menudo, alternan en sus explicaciones el rol del análogo y del tópico (ver capítulo I.1, apartado I.1.2). Es decir, usan de manera indiscriminada tanto el análogo como el tópico para desarrollar este último. Este hecho es de gran importancia y ha llevado a los autores a

afirmar lo siguiente: "siempre que se usa una analogía no sólo se explica el tópico sino que también se desarrolla el análogo. Esto es debido a que el análogo puede verse desde una nueva perspectiva, desde la perspectiva del tópico" (Treagust, Duit, Joslin y Lindauer, 1992, pág. 419).

El uso de la analogía es, por tanto, un proceso de comparación en el que se desarrollan tanto el análogo como el tópico (Duit, 1991).

La figura II.3.a muestra la representación de la estructura de una analogía. Se ha querido reflejar mediante las flechas dobles las aportaciones de Treagust, Duit, Joslin y Lindauer, así como la relación que existe entre el análogo, el tópico y el modelo mental.



**II.3.a. Estructura de una analogía**

Estas afirmaciones ponen de manifiesto, fundamentalmente, la importancia de las analogías en el proceso enseñanza aprendizaje. No aportan, sin embargo, una definición clara y concisa de la analogía, no precisan cómo se relacionan el análogo y el tópico, no describen los pasos y variables que intervienen en el razonamiento analógico, no permiten diferenciar las analogías de otros tipos de comparaciones utilizadas como recursos didácticos y, por último, no permiten discernir sobre las variables relacionadas con la efectividad de una analogía.

A continuación se abordan estas cuestiones, de manera que se comienza con la explicación de las definiciones de analogía que se han encontrado en la revisión bibliográfica.

La bibliografía es pródiga en definiciones de analogía. Concretamente, en la revisión bibliográfica llevada a cabo en la primera parte de este trabajo de investigación (Marco Referencial Teórico), se encontraron una veintena. Son las que se muestran a continuación:

"Siempre que algo es explicado usando comparaciones con otros fenómenos o conceptos estamos haciendo uso de una instrucción con analogías" (Simons, P., 1984).

"La comprensión del tópico por medio del análogo es la base de la analogía" (Donnelly, C.M. y Mc. Daniel, M.A., 1993).

"A través de las analogías se puede construir la comprensión de situaciones nuevas por comparación con dominios más familiares del conocimiento" (Wong, E.D., 1993).

"El objetivo de las analogías es facilitar el desarrollo de modelos conceptuales de nuevas situaciones o conceptos que presentamos a los alumnos por comparación con situaciones familiares" (Iding, M., 1997).

"Una analogía es una comparación entre dos ítems que normalmente no son parecidos" (Wess, 1982; Davis, P.M. y Davidson, G.V., 1994).

"Analogía: relación de semejanza entre cosas distintas" (Oxford Educación Editorial, FYQ de 3º ESO, pág. 11, 1998).

"Entendemos por analogía aquellos aspectos del discurso explicativo del profesor en los que se usa una situación familiar similar para explicar un fenómeno poco familiar" (Dagher y Cossman, 1992, pág. 364).

"Una analogía es un proceso: es el proceso de identificar similitudes entre conceptos diferentes" (Glynn, 1991).

"Parecido en algunos detalles entre cosas que por otro lado son diferentes: similitud, correspondencia, paralelismo, ..." (Webster's Third New International Dictionary, 1986).

"Las analogías son cosas o sucesos que son similares a lo que uno está intentando entender" (Glynn, S.; Russell, A.; Noah, D., 1997).

"Una analogía es una correspondencia desde algunos puntos de vista entre conceptos, principios o fórmulas no similares. Más precisamente, es un esquema de relaciones entre características similares de esos conceptos, principios o fórmulas" (Glynn, Britton, Semrud-Clikeman y Muth, 1989; Thiele y Treagust, 1994).

"Una analogía es el resultado de identificar similitudes entre dos conceptos. En este proceso hay una transferencia de ideas desde el concepto familiar, llamado análogo, al concepto desconocido, llamado tópico" (Glynn, Law y Dossier, 1989).

"Las analogías son comparaciones no literales entre dominios de conocimiento a simple vista diferentes" (Zook, 1991; Iding, M.K., 1997).

"El uso del término *analogía* se refiere a comparaciones de estructuras entre dos dominios" (Duit, R., 1991).

"Una analogía es una relación entre partes de las estructuras de dos dominios. Por lo tanto, una analogía puede ser vista como un estado de comparación, sobre la base de similitudes, entre las estructuras de dos dominios" (Duit, R., 1991).

"Una analogía se refiere a comparaciones de estructuras entre dominios. Una analogía es una relación entre partes de las estructuras de dos dominios conceptuales y puede ser vista como una comparación fundamentada en la similitud que tienen esas estructuras entre sí" (Treagust, David, Curtin y Drake, 1992).

"Son relaciones que se establecen desde una estructura (análogo) a otra (tópico)" (Newton, D. y Newton, L., 1995).

"La analogía permite la aplicación de estructuras conceptuales previas a nuevos problemas y dominios y, desde aquí, el aprendizaje rápido de nuevos sistemas" (Gentner, Forbus y Kenneth, 1996).

"Son las relaciones que se establecen entre la representación de una estructura conceptual (tópico) y un esquema estructuralmente similar del conocimiento base (análogo)" (Halford, 1992 y Kaufman, 1996).

"La analogía es, principalmente, un proceso de comparación en el que se establecen comparaciones de esquemas o nexos relevantes entre el análogo y el tópico. Las comparaciones que se establecen de atributos entre el análogo y el tópico son pocas o ninguna" (Gentner, 1983).

En la primera definición se puede observar cómo Simons fundamenta la analogía en dos términos: comparación y explicación. Asume, por tanto, que las analogías se usan en la explicación de fenómenos o conceptos mediante la comparación.

"Una analogía se usa con la finalidad de comprender el tópico por medio del análogo". Donnelly y Mc. Daniel aportan con esta concepción, en su definición de analogía, el término *tópico* para designar aquello que se intenta comprender y el término *análogo* para designar el medio del que se va a valer para conseguir dicha comprensión. Aunque no explicitan las características del análogo y del tópico ni cómo tiene lugar

dicha comprensión, en esta definición queda claro que la finalidad de la analogía es la comprensión.

Wong fundamenta la analogía en la comparación de dos situaciones: situación familiar (o dominio familiar) y situación nueva. La finalidad de dicha comparación es la comprensión de la situación nueva.

Iding establece que el fundamento de la analogía es la comparación entre la situación nueva y la situación familiar, con la finalidad de que los alumnos desarrollen modelos conceptuales de la situación nueva. Esta definición no explicita ni la naturaleza de dichos modelos conceptuales ni la finalidad de los mismos. Sin embargo, se percibe que la finalidad de la analogía es facilitar la comprensión de las situaciones o conceptos nuevos.

Ninguna de las definiciones anteriores hace alusión a la relación entre el análogo y el tópico. Se puede pensar, por lo tanto, que esta relación no existe y que cualquier situación familiar se puede comparar con una situación desconocida para lograr su comprensión. Wess, Davis y Davidson especifican, en este sentido, que se comparan dos ítems –se entiende que se refieren a dos situaciones– que normalmente no son parecidos. Aunque esta definición no es muy precisa, introduce un nuevo término que permite relacionar el análogo y el tópico: *parecido*.

La Editorial Oxford, en su texto de Física y Química de 3º de E.S.O., deja claro que en la analogía existe una relación de semejanza, pero que esta semejanza se da entre *cosas distintas*. No apunta, sin embargo, cuántas *cosas distintas* intervienen en esta relación de semejanza ni tampoco si alguna de ellas debe ser familiar. No explicita la finalidad de la analogía.

Esta relación de semejanza vuelve a manifestarse en la definición de Dagher y Cossman. También queda patente en esta definición que la finalidad de la analogía es la comprensión de un fenómeno poco familiar. Dicha comprensión se consigue explicando dicho fenómeno a partir de una situación familiar.

Glynn define la analogía como un proceso en el que se identifican similitudes entre conceptos diferentes. Vuelve a quedar patente, por lo tanto, que la semejanza tiene lugar entre conceptos diferentes. Esta semejanza entre conceptos diferentes queda también patente en la definición de Webster's Third New International Dictionary. Sin embargo, en estas definiciones no se explica cuántos conceptos diferentes pueden intervenir en dicha relación de semejanza ni si alguno de ellos debe ser familiar. Tampoco se explicita la finalidad de la analogía, es decir, la finalidad del proceso de identificar las similitudes entre los conceptos diferentes. Sin embargo, en una definición posterior, Glynn, Russell y Noah establecen que las analogías son cosas o sucesos similares que uno está intentando entender. De esta forma

dejan claro que en la relación de semejanza interviene un concepto que se quiere entender, pero no clarifican el número y la naturaleza de los otros conceptos. Queda patente que la finalidad de la analogía es la comprensión.

Glynn, Britton, Semrud-Clikeman, Muth y Thiele y Treagust coinciden en que una analogía es una comparación desde algunos puntos de vista, de conceptos, principios o fórmulas que son diferentes y que dicha comparación conlleva el establecimiento de un esquema de relaciones entre las características similares de dichos conceptos, principios o fórmulas. Aunque no especifican ni la naturaleza ni el número de conceptos diferentes que intervienen en la comparación, explicitan que entre ellos pueden existir varias características que consiguen relacionarse en base a su semejanza. Esta relación de varias características semejantes da lugar a un esquema de relaciones. Por tanto, cuando estos autores se refieren a *esquema de relaciones* aluden a que la relación de las características semejantes, entre los conceptos diferentes, puede concebirse mediante un esquema.

El desarrollo de este esquema es la finalidad o el resultado de la analogía, según Glynn, Law y Dossier. Además, estos autores restringen los conceptos que se comparan a dos y los denominan análogo (familiar) y tópico (desconocido). Sin embargo, la aportación más importante de estos autores está en la *transferencia de ideas*. En la analogía, como resultado del desarrollo del esquema de relaciones entre el análogo y el tópico, tiene lugar una *transferencia de ideas* –o transferencia de conocimiento- desde el análogo al tópico.

Las definiciones que se han comentado aportan lo siguiente:

1. La analogía se utiliza en la explicación de una situación o concepto nuevo (tópico) mediante una situación o concepto conocido (análogo).
2. El análogo y el tópico son diferentes, aunque presentan características similares o semejantes.
3. La analogía es un proceso en el que, mediante la comparación del análogo y del tópico, se establece un tejido o trama de relaciones<sup>1</sup> entre las características similares de ambos. Esta trama de relaciones puede

---

<sup>1</sup>La trama de relaciones que se establece en la analogía se denomina, con bastante frecuencia, *relación analógica*.

concebirse como un esquema que relaciona las características similares entre análogo y tópico.

4. La finalidad de la analogía es la comprensión de la situación nueva o desconocida, es decir, del tópico. Esta comprensión se consigue porque la analogía facilita el desarrollo de modelos conceptuales del tópico y permite que haya una transferencia de conocimiento desde el análogo al tópico.

Todas ellas tratan características similares entre el análogo y el tópico, pero en ninguna figura una clasificación o jerarquización de las mismas. Se podría pensar que en la analogía todas las características que se comparan entre lo desconocido (tópico) y lo familiar (análogo) son del mismo tipo. O que todas valen: sólo es necesario que sean características semejantes. Esto último equivale a suponer que la transferencia de conocimiento desde el análogo al tópico se fundamenta, por igual, en todas las características semejantes entre ambos.

Las definiciones que se van a explicar a continuación ponen de manifiesto que esto no es así, que existen diferentes tipos de características semejantes –o diferentes tipos de semejanza- entre el análogo y el tópico y que no todas tienen igual ponderación en la transferencia de conocimiento entre ambos.

Zook e Iding advierten de ello cuando introducen en su definición de analogía la expresión *comparaciones no literales*. Las analogías son, por tanto, comparaciones con peculiaridades. Esta definición vislumbra la existencia de diferentes tipos de comparaciones en la analogía. Es una definición de analogía que incita a la reflexión, aunque es poco precisa y clarificadora.

La definición de Duit, Treagust, David, Curtin y Drake es, en este sentido, más clarificadora. Restringe las comparaciones a *comparaciones de estructuras*, es decir, a comparaciones entre características que constituyen el fundamento conceptual del análogo y del tópico. En la analogía se comparan, por tanto, características estructurales. Además, Duit precisa que las características estructurales que se comparan son sólo aquellas que son semejantes. Se comparan, por tanto, sólo parte de las estructuras del análogo y del tópico.

Newton y Newton también definen la analogía como relaciones –comparaciones- entre estructuras: la del análogo y la del tópico. Asignan a estas comparaciones un sentido, el que va desde el análogo al tópico. Este sentido en el que se establece la comparación lleva implícito la transferencia de conocimiento desde el análogo al tópico.



Sin embargo, en esta definición no se advierte que las estructuras que se comparan deban ser similares. Tampoco se especifica si dichas estructuras son las estructuras totales del análogo y del tópico o sólo una parte de las mismas.

Gentner, Forbus y Kenneth definen la analogía como aquello que permite aplicar –transferir- el conocimiento de estructuras conceptuales previas –estructura del análogo- a nuevos problemas y dominios – estructura del tópico- y, desde aquí, el aprendizaje del tópico. Esta definición también explica que la transferencia de conocimiento desde el análogo al tópico es estructural. Tampoco se explicita la semejanza estructural del análogo y del tópico ni si dichas estructuras son las estructuras totales o sólo una parte de las mismas.

Halford y Kaufman sí explicitan, en su definición de analogía, la similitud entre las estructuras del análogo y del tópico que se comparan o relacionan. Indican, además, que dichas estructuras se pueden representar mediante esquemas. No explicitan, sin embargo, si esa similitud afecta a la totalidad o a una parte de las estructuras.

Se puede afirmar, en base a las últimas definiciones, lo siguiente:

1. Entre el análogo y el tópico existe un tipo de semejanza, la semejanza estructural.
2. En el proceso de comparación que tiene lugar en la analogía entre el análogo y el tópico interviene la semejanza estructural.
3. La semejanza estructural afecta sólo a parte de las estructuras del análogo y del tópico.
4. En la analogía tiene lugar una transferencia de conocimiento desde parte de la estructura del análogo a parte de la del tópico. Es decir, la transferencia de conocimiento se produce desde la semejanza estructural.
5. Las estructuras del análogo y del tópico se pueden representar mediante esquemas.

Estas afirmaciones reflejan la gran importancia que tiene en la analogía la semejanza estructural. Sin embargo, son poco explícitas en lo referente a cómo representar la estructura conceptual del análogo o del tópico. Tampoco ponen de manifiesto la existencia de otro tipo de semejanza en la analogía, diferente de la semejanza estructural.

En último lugar de la revisión bibliográfica se trata la definición que aporta Gentner en el denominado *modelo estructural de razonamiento analógico*. Señala lo siguiente:

“La analogía es, principalmente, un proceso de comparación en el que se establecen comparaciones de esquemas o nexos relevantes entre el análogo y el tópico. Las comparaciones que se establecen de atributos entre el análogo y el tópico son pocas o ninguna” (Gentner, 1983).

El modelo estructural, del que forma parte esta definición, admite que tanto el conocimiento del análogo como el del tópico pueden representarse de forma que se reconozca lo siguiente:

1. Que el análogo y el tópico están constituidos por “componentes”, y que éstos forman parte de su estructura.
2. Que cada “componente” viene caracterizado por una serie de propiedades, características o “atributos”.
3. Que entre los “componentes” existen “nexos” que son las correlaciones o comparaciones entre estos componentes.
4. Que estos “nexos” constituyen la estructura del análogo y del tópico.

Con ella se acepta que la información importante que se transfiere entre el análogo y el tópico está contenida en los nexos y no en los atributos y, por tanto, las comparaciones relevantes entre análogo y tópico son las de los nexos, más que las de los componentes o atributos. Queda pues establecido que:

- la analogía es un proceso de comparación de nexos semejantes, independientemente de los componentes de los que esos nexos estén formando parte (Gentner, 1989).
- las comparaciones importantes son entre nexos semejantes.

Este *modelo estructural* del razonamiento analógico distingue las comparaciones de atributos de componentes, a las que denomina comparaciones de orden inferior, de las comparaciones de nexos, a las

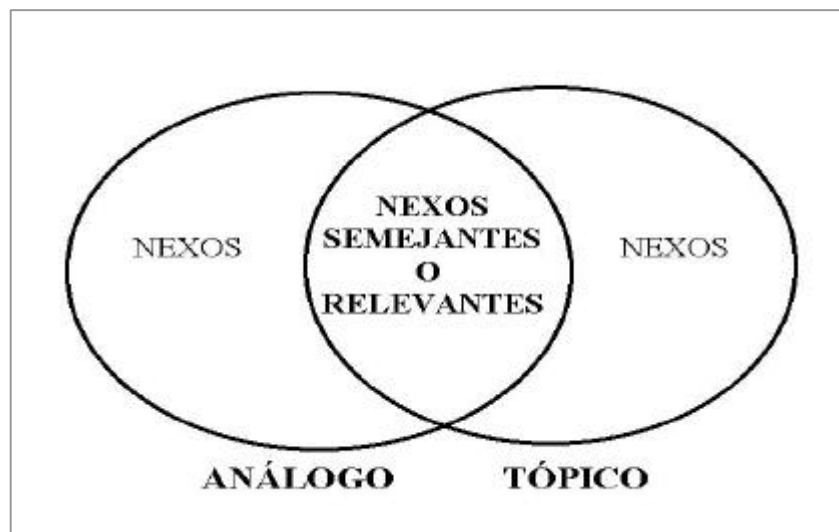
que denomina de orden superior. Establece que la finalidad de la analogía es la comprensión del tópico por transferencia de conocimiento desde el análogo al tópico.

En otras palabras, en el modelo estructural la transferencia de conocimiento se produce por comparación de nexos semejantes (semejanza estructural). A esto último se denomina –en este *modelo estructural*- con el nombre de *principio de sistematicidad*.

La definición de Gentner (1983) lleva implícito el *principio de sistematicidad* al establecer que en la analogía se comparan nexos relevantes.

Por tanto, los nexos semejantes constituyen un subconjunto dentro de la totalidad de nexos del análogo y del tópico. Si un nexo del análogo no tiene su semejante en el tópico, o viceversa, dicho nexo no es relevante. En la analogía los nexos semejantes en el análogo y el tópico van a ser, por lo tanto, los nexos relevantes.

La figura II.4 pone de manifiesto, una vez más, que en el conocimiento que se transfiere no interviene toda la estructura del análogo y del tópico. Este hecho se denomina, en el *modelo estructural*, con el nombre de **restricción estructural** en la analogía.

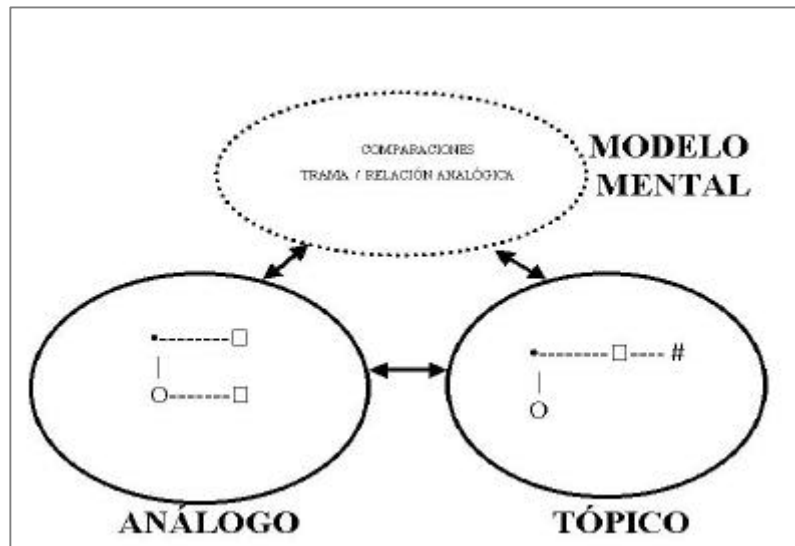


**Figura II.4. Nexos relevantes**

La semejanza estructural nunca afecta, por tanto, a la totalidad de la estructura del análogo y del tópico, es decir, a la totalidad de los nexos de ambos. Siempre existirán nexos que no se corresponden, que no son semejantes y, por lo tanto, que no serán relevantes para la analogía.

En la figura II.3.b se ha querido representar la idea de analogía comentada o, mejor dicho, la concordancia con el modelo estructural y con la representación de la estructura de una analogía mostrada en la

figura II.3.a. Los símbolos ( o • # ) representan los componentes del análogo y del tópico. Las uniones de los componentes con guiones representan los nexos. Se puede observar que la semejanza estructural es alta y que no afecta a la totalidad de la estructura.



**Figura II.3.b. Representación de la estructura de una analogía**

### II.3. Razonamiento analógico

Holyoak y Koh (1987) definen el razonamiento analógico como un proceso en el que, por transferencia de conocimiento a partir de una situación conocida (análogo), se genera conocimiento aplicable a una situación nueva (tópico).

La mayoría de los investigadores en este campo coinciden en aceptar un **razonamiento analógico** en que:

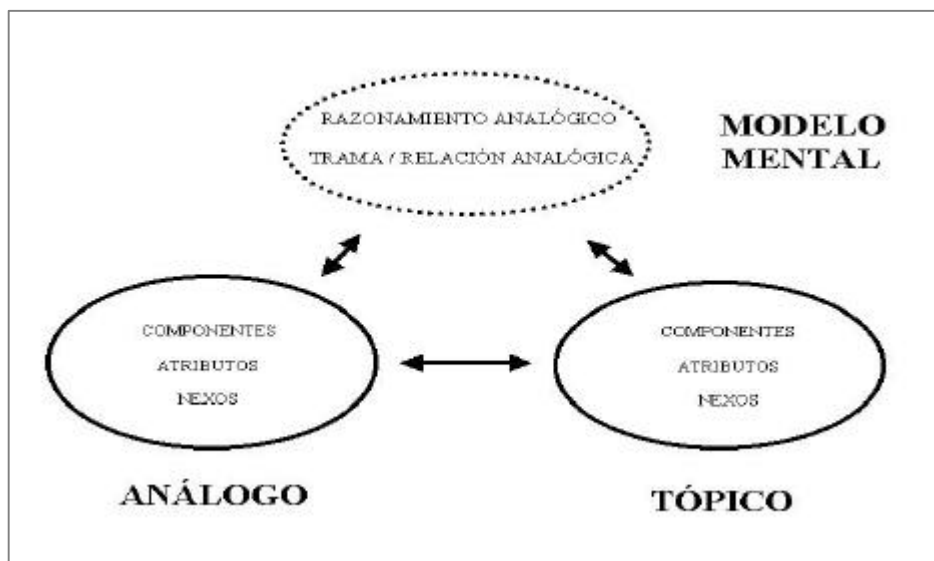
- Está constituido por dos procesos:
  - a) acceso al análogo
    - a.1. representación mental del análogo y del tópico.
    - a.2. búsqueda e identificación del análogo. Los alumnos deben comprender el análogo con algún grado de convicción.
    - a.3. recuperación del análogo.
    - a.4. confirmación de la plausibilidad de la trama o relación analógica entre el análogo y el tópico;

inicialmente los alumnos tienen incertidumbre para ver el tópico como algo similar al análogo.

b) extrapolación o establecimiento de comparaciones entre la información relevante del análogo y del tópico (González Labra, M<sup>a</sup>. J., 1997).

- b.1. descartar los atributos de los componentes.
- b.2. conservar los nexos entre componentes.
- b.3. decidir cuales son los nexos relevantes.

- El proceso de extrapolación es el proceso fundamental del razonamiento analógico.
- El razonamiento analógico se completa con la transferencia de conocimiento y aprendizaje.



**Figura II.5. Estructura de la analogía, base del razonamiento analógico**

Parece que en el proceso de extrapolación no intervienen con intensidad los atributos de los componentes. Es decir, las comparaciones entre los atributos semejantes del análogo y del tópico son débiles. Recordar que se trata de comparaciones de orden inferior y que constituyen la denominada semejanza superficial de la analogía.

La semejanza superficial, es decir, las comparaciones entre los atributos del análogo y del tópico, puede dar lugar a que se transfieran nexos no relevantes para el aprendizaje. Este hecho es especialmente importante en los alumnos más jóvenes, porque son los alumnos que

dan mayor importancia a esta semejanza, como consecuencia de tener más dificultades para entender la analogía (Gentner y Gentner, 1983).

Un ejemplo de ello se tiene en la analogía del Sistema Solar para explicar el átomo de Rutherford. El color amarillo del Sol, debido a su elevada temperatura, puede dirigir a los alumnos a pensar que es un atributo que tiene su semejante en el núcleo y, por este motivo, a transferir el nexo "más caliente que".

Sin embargo, investigaciones más recientes apuntan a que en el proceso de extrapolación también interviene la semejanza superficial (la semejanza entre los atributos). En ellas se ha constatado que la semejanza superficial, más intuitiva que la semejanza estructural, actúa dirigiendo a los alumnos hacia el reconocimiento de los nexos relevantes en el proceso de extrapolación (Medin y Ortony, 1989). Este hecho posibilita lo siguiente:

1. que el razonamiento analógico ocurra con mayor rapidez.
2. que los alumnos usen la analogía de forma espontánea, es decir, que descubran los nexos relevantes sin la guía del profesor.

Por lo tanto, las argumentaciones anteriores permiten afirmar que la semejanza superficial es un arma de doble filo que puede tener consecuencias negativas en el razonamiento analógico de los alumnos más jóvenes. Estos alumnos, en su proceso de maduración y de comprensión de la analogía, van sustituyendo la semejanza superficial por la semejanza estructural (Zook y Di Vesta, 1991; Gentner y Gentner, 1983) en el proceso de extrapolación.

Este hecho podría llevar a pensar que los niños, hasta tener una determinada edad, no pueden razonar analógicamente. Es más, la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget establece que las operaciones formales en los niños se producen a determinadas edades. Entonces, ¿por qué no puede suceder lo mismo con el razonamiento analógico?.

Investigaciones llevadas a cabo por Vosniadou y Schommer (1988) y por Goswami y Brown (1990) ponen de manifiesto que los niños pueden razonar analógicamente porque el razonamiento analógico es un mecanismo de adquisición de conocimiento presente en ellos desde edades muy tempranas. Lo importante no es la habilidad para desarrollar el razonamiento analógico, sino el sistema conceptual – concreto o formal- sobre el que opera. Este sistema ha de estar relacionado con el nivel de conocimiento de los niños (posición vigoskiana) y con el nivel de desarrollo (posición piagetiana).

Los niños fracasan en el razonamiento analógico porque carecen del sistema conceptual que les permite entender las relaciones abstractas

que se establecen entre los nexos relevantes. Lo que evoluciona con la edad es, por tanto, el sistema conceptual en el que el razonamiento analógico opera así como el desarrollo evolutivo de la capacidad de abstracción que requiere el razonamiento analógico.

### II.3.1. Razonamiento analógico y comparaciones relevantes

El proceso fundamental del razonamiento analógico es el de extrapolación. Si se tiene en cuenta el principio de sistematicidad del modelo de extrapolación estructural, en este proceso el alumno tiene que:

- a) distinguir los atributos y los nexos entre componentes del análogo y del tópico
- b) conservar sólo los nexos semejantes
- c) realizar comparaciones sólo en una parte de la estructura del análogo y del tópico, la que comprende los nexos que son semejantes (*criterio de restricción estructural*).

Por lo tanto, la transferencia de conocimiento tiene lugar mediante la comparación de nexos semejantes (*semejanza estructural*).

Holyoak y Thagard (1989) y Thagard (1992) cuestionan que sea el **criterio de restricción estructural** el único criterio capaz de limitar o restringir la información relevante que se transfiere. Por ello proponen la existencia de un nuevo criterio restrictivo, el **criterio pragmático**.

Por otro lado, tras hacer un análisis más profundo del *modelo de extrapolación estructural* y analizar la semejanza estructural, estos autores proponen la existencia de otro criterio restrictivo, el **criterio semántico**. Plantean, por lo tanto, la existencia de dos nuevos criterios que van a limitar la transferencia de conocimiento entre el análogo y el tópico. Así pues, se postulan tres criterios de restricción: estructural, pragmático y semántico.

El **criterio pragmático** es el responsable de las denominadas *restricciones pragmáticas*, que obedecen a la idea de que el razonamiento analógico es sensible al propósito o meta para el que se usa la analogía. Este propósito u objetivo es capaz de restringir –condicionar– la trama o relación analógica que va a intervenir en la transferencia de conocimiento. Esto significa que distintas metas pueden llevar a que intervengan en la transferencia de conocimiento, dentro de una misma analogía, unos nexos semejantes u otros.

El pragmatismo queda patente en la analogía con la que un profesor intenta explicar en clase de biología porqué los osos panda se las han manejado para sobrevivir durante millones de años siendo poco eficientes para alimentarse y reproducirse:

“En la evolución, como en la televisión, no es necesario ser bueno. Usted sólo tiene que ser mejor que la competencia” (Thagard, 1992, pág. 538).

Las restricciones pragmáticas están relacionadas con el contexto en el que se presenta y se pone en práctica la analogía. Este contexto determina el propósito para el que se usa la analogía, influyendo en la trama o relación analógica y, por lo tanto, en la información relevante que se transfiere.

Pero también se atribuyen al contexto las restricciones— independientemente del propósito para el que usa la analogía— que establece el profesor o el libro de texto al indicar a los alumnos que una comparación entre nexos es más importante que otra, o al elegir el orden con el que comenta las diferentes comparaciones entre nexos, el formato en el que presenta la analogía, su localización en la explicación, la orientación analógica, la posición, el nivel de abstracción, el nivel de enriquecimiento, la extensión y la multiplicidad. Estas restricciones pueden influir también en la trama o relación analógica y, por lo tanto, en la transferencia de conocimiento. Se explican con detalle en el apartado II.6.

La trama o relación analógica responsable de la transferencia de conocimiento en una analogía depende de las denominadas *restricciones contextuales* que se presentan, entendiendo por contexto la finalidad o meta que se persigue con el uso de la analogía y de forma en que dicha analogía se presenta.

El **criterio semántico** establece otro tipo de restricciones, las denominadas *restricciones semánticas*.

Holyoak y Thagard (1989) y Thagard (1992) fundamentan este nuevo tipo de restricciones al admitir que:

1. La semejanza entre nexos es *semejanza estructural*, y/o *semejanza semántica*. La *semejanza estructural* envuelve a aquellos nexos que presentan componentes con configuraciones similares<sup>2</sup>, mientras que la *semejanza*

---

<sup>2</sup>Se trata de nexos que presentan relaciones o proporciones semejantes entre sus componentes.



*semántica* es la que presentan los nexos que tienen significados semejantes.

2. La transferencia de conocimiento entre el análogo y el tópico tiene lugar, fundamentalmente, entre nexos que presentan *semejanza semántica*. Estos nexos actúan, por lo tanto, restringiendo el conocimiento que se transfiere entre el análogo y el tópico.

Un ejemplo de restricción semántica está en la analogía que ya se comentó anteriormente:

“En la evolución, como en la televisión, no es necesario ser bueno. Usted sólo tiene que ser mejor que la competencia” (Thagard, 1992, pág. 538).

Otro ejemplo de *semejanza semántica* se tiene en la siguiente analogía, con la que el profesor intenta explicar a los alumnos los enlaces químicos:

“Los enlaces químicos que unen los átomos pueden compararse a la lucha de la cuerda entre dos personas” (Thagard, 1992, pág. 540).

La trama o relación analógica que utiliza es, por ejemplo, la siguiente:

La cuerda y las dos personas constituyen una unidad.	↔	Los electrones y los dos átomos constituyen una unidad.
La longitud de la cuerda determina la distancia entre las dos personas.	↔	El número de electrones compartidos está relacionado con la distancia entre los dos átomos.
Lucha por la cuerda entre dos personas.	↔	Lucha por los electrones entre dos átomos.

Entre los átomos y los electrones y entre las personas y la cuerda existe *semejanza estructural*, al igual que entre la longitud de la cuerda y el número de electrones compartidos. No existe, sin embargo, *semejanza semántica*.

La *semejanza semántica* se manifiesta entre el enlace y el agarre de la cuerda y está presente en la última comparación de la trama: la lucha de la cuerda entre las dos personas y la lucha por los electrones entre los dos átomos. Es por tanto, esta comparación entre nexos con

*semejanza semántica* la que gobierna la transferencia de conocimiento entre el análogo (lucha de la cuerda) y el tópico ( el enlace químico).

#### **II.4. Efectividad de las analogías**

A las analogías se les atribuye efectividad cuando tienen poder explicativo, poder predictivo y eficacia.

El poder explicativo facilita la comprensión de los conceptos teóricos ya que permite la transferencia de conocimiento desde el análogo. El poder predictivo permite hacer inferencias y plantear hipótesis. La eficacia contribuye a que los alumnos transfieran sólo los aspectos relevantes para el aprendizaje.

La transferencia de conocimiento y el aprendizaje está gobernada, como se comentó en el apartado I.2.3.1, por la restricción estructural (semejanza estructural), restricción semántica (semejanza semántica) y por las restricciones contextuales.

La restricción estructural está relacionada con la estructura del análogo y del tópico. Establece que en la transferencia de conocimiento no interviene toda la estructura del análogo y del tópico, sino que interviene únicamente una parte de ella: la que comprende los nexos que son semejantes. Cuanto mayor sea el número de nexos semejantes mayor será la semejanza estructural entre el análogo y el tópico y, por consiguiente, mayor será la efectividad de la analogía.

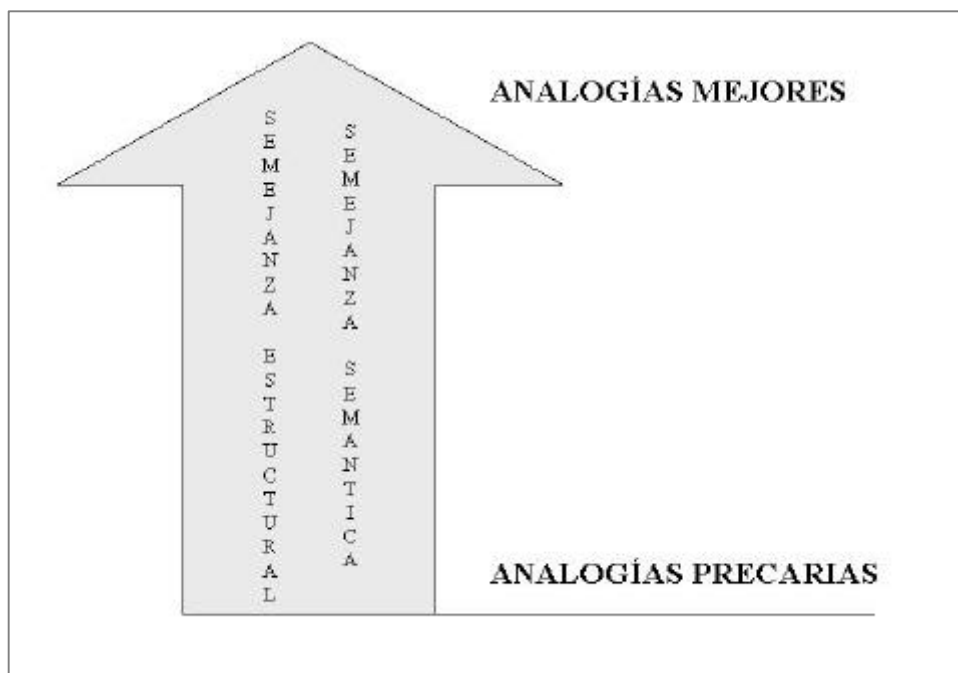
La semejanza entre nexos puede ser de dos tipos: *semejanza estructural* y *semejanza semántica*. La *semejanza estructural* envuelve a aquellos nexos que presentan componentes con configuraciones similares, mientras que la *semejanza semántica* es la que presentan los nexos que tienen significados semejantes.

La restricción semántica está relacionada con el significado de los nexos que se comparan. Establece que la transferencia de conocimiento ocurre, fundamentalmente, a través de las comparaciones entre nexos que son semejantes en el significado. Por lo tanto, cuanto mayor sea el número de nexos del análogo y del tópico que presenten *semejanza semántica* mayor será la efectividad de la analogía.

Las restricciones contextuales están relacionadas con el propósito para el que se usa la analogía y con el contexto en el que se presenta y se pone en práctica. Una analogía puede ser efectiva cuando se usa con

un propósito adecuado y cuando se presenta y se pone en práctica en un contexto determinado, permitiendo la transferencia de conocimiento, hacer inferencias e hipótesis y contribuir a que los alumnos transfieran sólo los aspectos relevantes para el aprendizaje. Pero puede ser poco efectiva cuando se utiliza con otra finalidad, o cuando se presenta y se pone en práctica en otro contexto. Por consiguiente, cuanto más relevante sea el contexto mayor será la efectividad de la analogía.

Como es lógico, no todas las analogías tienen la misma efectividad. Este hecho es el responsable de que algunas analogías hayan sido más aceptadas que otras por la comunidad científica para hacer inferencias y plantear hipótesis, o por la comunidad educativa para utilizarlas como recurso didáctico. Se admite que existen, por este motivo, *mejores analogías* o *analogías más efectivas* y *analogías precarias* o *analogías poco efectivas*.



**Figura II.6. Analogías mejores y analogías precarias**

## II.5. Analogías y otros tipos de comparaciones

Las razones que se han esgrimido permiten diferenciar la analogía de otras comparaciones en las que también interviene la semejanza entre atributos y nexos del análogo y tópico.

Así, se admite que cuando en la comparación entre el análogo y el tópico se establecen semejanzas entre un gran número de atributos y nexos, dicha analogía es una "semejanza literal" o "similitud". La siguiente expresión es un ejemplo, por tanto, de semejanza literal:

"Un átomo de helio es semejante a un átomo de neón" (Gentner, 1983, pág. 159).

También puede suceder que en el proceso de comparación se establezcan semejanzas entre atributos y no entre nexos; la comparación se denomina, en este caso, "comparación de mera apariencia". Las siguientes expresiones ejemplifican esta comparación de mera apariencia:

"Un girasol es parecido al Sol" (Gentner, 1983, pág. 161).

"El símbolo de infinito es similar a un ocho tumbado" (Gentner, 1983, pág.161).

El poder explicativo de la comparación de mera apariencia, como es obvio, está muy limitado.

Gentner (1983) distingue el caso de la analogía que se hace con comparaciones en las que el análogo es abstracto. Define así la "abstracción" como una comparación en la que el análogo es una estructura abstracta. En ella se establecen comparaciones entre todos los atributos y nexos del análogo. Además, las comparaciones relevantes son las comparaciones entre nexos. Un ejemplo de abstracción se tiene en la siguiente expresión:

"El átomo de hidrógeno es similar a un sistema de fuerza central" (Gentner, 1983, pág. 160).

Algunos investigadores consideran que la abstracción es una analogía en la que tanto el análogo como el tópico son abstractos (Curtis y Reigeluth, 1984; Thiele y Treagust, 1994). Otros consideran la abstracción como una analogía en la que el análogo es abstracto y en la que el grado de semejanza estructural es muy elevado.

Es frecuente observar que existe cierta confusión a la hora de emplear los términos "analogía" y "ejemplo". Esta confusión es aún mayor entre "analogía", "símil", "metáfora" y "modelo", probablemente porque son términos que implican una comparación entre dos situaciones. Por este motivo se establecen a la postre las diferencias entre ellos.

El ejemplo constituye uno de los recursos didácticos más utilizados por el profesor durante su práctica docente diaria.

Aunque el ejemplo no es una analogía, es frecuente observar cierta confusión a la hora de establecer la diferencia entre ambos. Los ejemplos sirven propósitos similares a las analogías en el proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias: ambos se usan para hacer cotidiano lo desconocido o poco familiar. Quizás sea ésta la causa de no diferenciar los ejemplos de las analogías. Sin embargo, los ejemplos y las analogías pueden quedar diferenciados si se tiene en cuenta lo siguiente: *"un ejemplo es un caso de constatación o ilustración de un fenómeno o situación que no lleva implícito el proceso de comparación entre dos situaciones, es decir, no es una comparación entre características semejantes de dos fenómenos o situaciones"* (Duit, 1991). Este proceso de comparación está presente en toda analogía.

Es decir, las analogías comparan parte de la estructura del análogo con parte de la estructura del tópico (conceptos que se enseñan) mientras que los ejemplos ilustran -desde situaciones cotidianas- características de los conceptos que se enseñan. Constituyen, por tanto, una constatación en el entorno de los conceptos (Treagust, Duit y Joslin, 1992).

Existen numerosas descripciones de ejemplos. A continuación se mencionan cuatro:

- Chispa eléctrica y relámpago.
- Movimiento circular y movimiento del caballito de un ti vivo.
- Presión y faquir apoyado en muchos clavos y en uno sólo.
- Precesión de la Tierra y movimiento de una peonza.

El relámpago es un ejemplo de chispa eléctrica ya que el relámpago no se parece a una gran chispa eléctrica, es una gran chispa eléctrica.

El movimiento del caballito de un ti vivo es una situación familiar para el alumno e ilustra perfectamente el movimiento circular.

El faquir apoyado en muchos clavos o en uno sólo ilustra, mediante una situación familiar para el alumno, que la presión (tópico) es inversamente proporcional a la superficie de contacto entre los dos cuerpos. Es decir, ilustra una característica del tópico.

La precesión de la Tierra -desplazamiento de su eje de giro debido a un momento externo- puede ilustrarse mediante una peonza cuyo eje de giro se desplaza, también, como consecuencia de un momento externo. Por tanto, se ha ilustrado mediante una situación muy familiar el concepto de precesión.

El símil es definido por la Enciclopedia Británica<sup>3</sup> como una figura del lenguaje que envuelve una comparación explícita entre dos entidades distintas. Se podría pensar por este motivo que no existe diferencia entre símil y analogía. Sin embargo, Ortony (1975) distingue entre símil y analogía al argumentar que en el símil se establecen más comparaciones entre atributos y menos comparaciones entre nexos que las que existen, normalmente, en una analogía. No se trata de una comparación de apariencia ya que en el símil también se transfieren nexos, a pesar de la poca semejanza estructural que existe entre el análogo y el tópico. Este hecho permite *definir el símil como una analogía precaria*.

La metáfora, tal como la define la Enciclopedia Británica<sup>4</sup>, es una figura de la lengua que implica comparación implícita entre dos entidades diferentes. No es, por tanto, una comparación en toda regla, sino una comparación insinuada. Además, las metáforas contienen una comparación figurada, es decir, una comparación aplicada en sentido distinto al que corresponde. Esto último constituye la esencia, el secreto y el misterio de la metáfora: ocultar los motivos de la comparación creando tensión y sorpresa, porque es una figura cuya interpretación va a depender del grado de conocimiento y capacidad de abstracción del lector. Sólo pretende incitar el proceso mental libre del que la percibe. La metáfora siempre tiene algún aspecto de sorpresa, provoca anomalía. Es esta "sorpresa" o aspecto "anómalo" de las metáforas lo que las hace significativas en el proceso de aprendizaje, fundamentalmente como herramientas valiosas en el cambio conceptual (Duit, 1991). Sirva como ejemplo de lo que se ha comentado la siguiente metáfora: *el átomo es una cebolla*.

La analogía, al contrario que la metáfora, es una comparación en toda regla. Formula o explicita la semejanza entre las dos situaciones que se comparan, el análogo y el tópico. En consecuencia se puede decir que la analogía y la metáfora difieren, por lo menos, en la forma. Se admite que la semejanza aparente de la analogía puede venir dada,

---

<sup>3</sup> Britannica.com and Encyclopaedia Britannica [en línea]

<sup>4</sup> Britannica.com and Encyclopaedia Britannica [en línea]

únicamente, por palabras que en el lenguaje cotidiano se le dan significados parecidos, tales como "análogo", "similar", "semejante", "parecido", ...

Duit (1991) confirma los argumentos anteriores cuando señala que la analogía compara explícitamente las estructuras del análogo y del tópico indicándonos los nexos semejantes entre ambos. La metáfora compara implícitamente, y es por tanto interpretable por cada individuo, resaltando las diferencias para incitar a la mente a buscar las similitudes. Tal como argumenta Ortony (1975), las metáforas son símiles reducidos.

A continuación se explicitan algunos ejemplos de metáforas y analogías.

METÁFORAS	ANALOGÍAS
Las plumas son pieles.	La célula tiene un comportamiento similar a una factoría.
El carbón es luz solar embotellada.	El funcionamiento del corazón es semejante al de una bomba hidráulica.
La ignorancia es una enfermedad.	Si el átomo tuviera el tamaño de un estadio de fútbol, el núcleo, situado en el centro de su césped, se parecería al tamaño de un guisante.
Un virus es un intruso invisible.	El estómago es parecido a una licuadora.

La disquisición entre modelo y analogía es más profunda. Tiene connotaciones con la línea de investigación didáctica sobre modelización en la enseñanza-aprendizaje, línea que ha llevado a trabajar en "modelos didácticos" y "tipologías de desarrollo profesional" al equipo que apoya esta investigación perteneciente a Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de La Laguna. Los pilares de dicha línea de investigación se han recogido en distintos trabajos (Fernández y cols., 1996, 1997 y 2001).

La observación del desarrollo de los modelos a lo largo de la historia sugiere una posible definición de Ciencia: *"la ciencia se puede definir*

como un proceso de construcción de modelos conceptuales predictivos” (Gilbert, S., 1991). Estos modelos no son más que representaciones más simples de fenómenos o situaciones complejas (tópicos) que existen en la naturaleza. Como comenta Gilbert (1991), son sistemas de palabras, números, dibujos, programas, acciones e imágenes que constituyen la comunicación científica.

Los modelos son de vital importancia en la enseñanza de la Ciencia: pueden ayudar a los alumnos a comprender las explicaciones científicas de aquellos fenómenos con los que no están familiarizados. Fundamentalmente Black (1966), y también Gilbert y Osborne (1980), Gilbert (1991) y Harrison y Treagust (1996), han contribuido de manera notable a su definición y clasificación, agrupándolos en categorías:

- Modelos análogos
- Modelos a escala
- Modelos analógicos
- Modelos matemáticos
- Modelos teóricos
- Modelos arquetipos

Antes de explicar cada una de estas categorías se debe aclarar que Gilbert y Osborne (1980) –autores que ponen en práctica las ideas de Hesse (1966)- consideran que la analogía está constituida por una serie de partes. En el presente trabajo de investigación se coincide con este planteamiento, si bien existe un contraste con las denominaciones que proponen los autores. Para que ambas estén en sintonía se acepta lo siguiente:

AUTORES	INTERPRETACIÓN DE ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
Parte positiva: analogía positiva	Parte de la TRAMA o RELACIÓN ANALÓGICA en la que se comparan nexos semejantes.
Explicandum	Explicaciones del TÓPICO
Parte neutra: modelo análogo	ANÁLOGO
Parte negativa: analogía negativa	Parte de la trama o relación analógica en la que se comparan atributos o nexos que no se explican o no son semejantes.



El modelo análogo o semejante consiste en *"cualquier objeto material, sistema o proceso destinado a reproducir de la manera más fiel posible, en otro medio, la estructura o trama de relaciones del original"* (Black, 1966). Puede ser considerado como "caricatura de la realidad" ya que retrata en parte, quizás de forma distorsionada, algunos rasgos del mundo real (Gilbert y Osborne, 1980). Considerado como analogía, existe en él una gran semejanza estructural entre el análogo y el tópico que justifica su uso racional y su validez (Black, 1966).

Existen numerosos ejemplos de modelos análogos, como los modelos moleculares (palos y bolas o de empaquetamiento espacial), el modelo cinético molecular de los gases (pelotas sólidas botantes), el modelo atómico de Thomson (pudín de pasas) o el modelo atómico de Rutherford (sistema solar). La finalidad de todos ellos es la de reproducir la trama de relaciones del tópico. Por tanto, el modelo análogo representa *"algunos objetos materiales, sistemas o diseño de procesos que reproducen tan fielmente como sea posible estructura o relaciones con el original"* (Black, 1966).

El modelo análogo tratado como una analogía se puede dividir en tres partes (Hesse, 1966):

- a) la parte positiva: formada por la trama de relaciones que se corresponden entre el análogo y el tópico.
- b) la parte negativa: trama de relaciones que no son transferibles al tópico.
- c) la parte neutral: trama de relaciones que aún no se sabe si son positivas o negativas y que permiten hacer predicciones.

El diseño de cualquier modelo análogo se centra en la parte positiva. Es la responsable de que los modelos análogos sean sumamente poderosos y de que nos permitan hacer hipótesis plausibles, predicciones, inferencias. En un modelo análogo, por tanto, la analogía negativa es imperceptible cuando la comparamos con la positiva.

Esto último lleva a considerar el modelo análogo, en cierta forma, como una buena analogía, de las mejores, en el sentido de que es una analogía fértil, efectiva, de gran capacidad de difusión y aceptación por parte de la comunidad científica, que ha sobrevivido -al menos durante un tiempo- frente a las demás. Los modelos análogos representan parte de la estructura y/o función del tópico (Duit, 1991) y su finalidad es la de ayudar a comprender dicho tópico.

Los modelos a escala -también llamados icónicos- son, tal como indican Gilbert y Osborne (1980), semejanzas de objetos materiales, sistemas o procesos -reales o imaginarios- que conservan las proporciones relativas. Ejemplos típicos de estos modelos son el avión expuesto en el escaparate de una agencia de viajes o el barco procedente de una caja de construcciones.

Los modelos a escala tienen unas "*convenciones de interpretación*" (Black, 1966). Al hacer un modelo a escala se trata, por una parte, que se parezca al original y que reproduzca algunas de sus características como la rigidez de las alas del aeroplano o el color. Por otra, que se conserven las proporciones relativas entre las magnitudes pertinentes. Sin embargo, esto no quiere decir que el aeroplano de modelismo sea capaz de volar: la relación entre la superficie del ala y el peso del aeroplano no se ha mantenido en el modelo. Estas *convenciones de interpretación* se deben explicar con total claridad a los alumnos.

Los mapas y diagramas pueden considerarse modelos a escala "icónicos" porque son representaciones esquemáticas de objetos, sistemas o procesos, reales o imaginarios, a escala, que conservan las proporciones relativas. Ejemplos de ellos son los mapas del tiempo, los diagramas de circuitos eléctricos, los diagramas de flujo de las síntesis químicas, las rutas metabólicas y las estructuras de los sistemas nervioso y circulatorio.

El modelo analógico o ANALOGÍA es, precisamente, el tema del presente trabajo de investigación en el campo de los modelos. Este hecho obliga a hacer una propuesta inicial de analogía (que junto a las propuestas y análisis de las definiciones de II.2. se completa en el capítulo V, apartado V.2).

Una analogía es una representación dotada de una estructura coherente. Enlaza algunos conocimientos (conceptos, principios, fórmulas, procedimientos, ..., que se denominan TÓPICO), con características similares de la representación (conocida como ANÁLOGO), a través de un esquema de relaciones.

Un modelo matemático es aquel que puede resumirse en, o representarse por, una ecuación matemática (Gilbert y Osborne, 1980). En el modelo matemático el fenómeno original se considera como "proyectado" sobre una colección de conjuntos y funciones, de modo

que cada símbolo corresponde a un concepto definido en el original. Un ejemplo de este tipo de modelos es la expresión siguiente:  $P \cdot V = Cte$ .

El modelo matemático explica el tipo de función que se ajusta, aproximadamente, a los datos conocidos del fenómeno o campo de aplicación. Tiene las ventajas que concede la introducción del análisis matemático a las investigaciones empíricas de un tópico determinado, como por ejemplo la precisión en la formulación de las relaciones que existen entre las variables y la facilidad con que se efectúan las inferencias a través del cálculo matemático. Sin embargo, las drásticas simplificaciones que se requieren para que pueda llevarse a cabo con éxito el análisis matemático involucran un grave riesgo de confundir la exactitud de las matemáticas con la fuerza de la verificación empírica. Siendo más simple y más abstracto que el original, debe ser acompañado por un catálogo de condiciones sobre su uso. Las explicaciones causales hay que buscarlas por otro lado, quizás mediante un modelo teórico.

Las fórmulas químicas y las ecuaciones químicas constituyen un modelo matemático implícito, pero relativo a los compuestos químicos y a las reacciones químicas, respectivamente. Las ecuaciones químicas representan la estequiometría de la reacción, los cambios termodinámicos, los cambios de electrones, los mecanismos de reacción y los estados de equilibrio.

El modelo teórico es un modelo que no está construido -al contrario de lo que sucede en el modelo a escala, modelo análogo o modelo analógico- en sentido literal: la clave del modelo teórico consiste en "hablar de cierta forma". Por este motivo se dice que el modelo teórico no necesita ser construido: basta con describirlo. La mera descripción de una estructura imaginaria y abstracta, pero posible, basta para facilitar la investigación científica (Black, 1966). Hay una aproximación a tales modelos como si fueran la realidad. Un ejemplo de este modelo se tiene en el campo magnético cuando se afirma que "*un campo magnético actúa como si consistiera en líneas de fuerza que unen los polos norte y sur*" (Gilbert y Osborne, 1980). Tanto las líneas de fuerza que representan al campo eléctrico y gravitatorio como el campo magnético son abstractas. Por lo tanto, tal como argumentan Harrison y Treagust (1996), los modelos teóricos son modelos abstractos que se usan para representar como "imágenes" la situación o fenómeno, suscitando la especulación acerca del mismo.

El modelo arquetipo es, tal como lo define Black (1966), "*un repertorio sistemático de ideas por medio del cual un pensador dado describe, por semejanza, cierto dominio -tópico- al que tales ideas no son aplicables inmediata y literalmente*".

Un ejemplo de este modelo se tiene en el intento de representar las relaciones dinámicas entre los hechos psicológicos por medio de construcciones interpretativas matemáticas (Black, 1966). Emplea un vocabulario vernáculo de la física, con palabras tales como campo, vector, espacio de fases, tensión, fuerza, límites, fluidez, como indicio de un voluminoso arquetipo que espera ser reconstruido por algún crítico paciente. Un arquetipo es bueno cuando es útil como instrumento especulativo. Es decir, se presta a realizar todo género de investigaciones empíricas interesantes. Ahora bien, si un arquetipo es suficientemente fructífero, podemos esperar que los lógicos y los matemáticos acabarán por reducir a cuantitativo lo cosechado con él (Black, 1966). Es decir, que acabe convirtiéndose en alguna de las otras categorías de modelos que hemos explicado anteriormente.

Se admite que todos los modelos, independientemente de la categoría a la que pertenezcan, tienen gran capacidad de difusión y aceptación por parte de la comunidad científica y que presentan una gran semejanza estructural con su campo de aplicación.

## **II.6. Criterios de clasificación de las analogías**

El sistema de clasificación que se desarrolla -con arreglo a los distintos marcos referenciales teóricos encontrados en la bibliografía- está basado, con modificaciones, en el de Curtis y Reigeluth (1984) y Thiele y Treagust (1994). Se fundamenta en que cada analogía se va a conocer por unas características que obedecen a los siguientes criterios: *localización* de la analogía, *formato de presentación* de la analogía, *orientación analógica*, *posición* del análogo respecto a la explicación del tópico, *nivel de abstracción* del análogo y del tópico, *relación analógica* entre el análogo y el tópico, *nivel de enriquecimiento* de la analogía y *multiplicidad*.

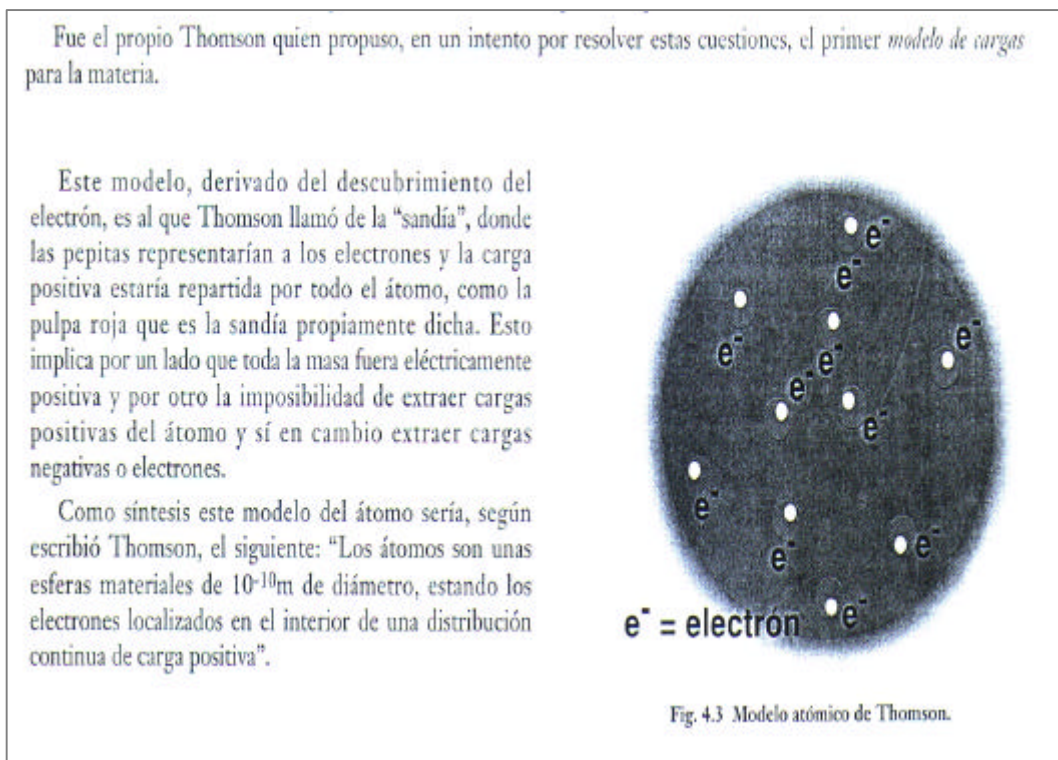
Esta clasificación obedece tanto a las influencias contextuales (restricciones contextuales) relacionadas con la presentación de la analogía, como a la semejanza estructural que presenten el análogo y el tópico (restricciones estructurales y restricciones semánticas).

Los criterios que obedecen a las influencias contextuales son: localización, formato de presentación, orientación analógica, posición, nivel de abstracción, nivel de enriquecimiento y multiplicidad.

La relación analógica es la trama de semejanzas -comparaciones entre componentes y entre nexos semejantes- que existe entre el análogo y el tópico. Está sujeta, por lo tanto, a la semejanza estructural que existe entre ambos.

Toda esta riqueza de criterios para clasificar las analogías se puede aplicar en los distintos campos de las CCEE: Ciencias de la Naturaleza, Física y Química, Biología y Geología, Física, Química, Biología, Geología, etc... Esto hace que se tenga otro criterio, el de los contenidos temáticos, para generar grandes bloques de estudio e investigación.

El paso previo a la clasificación de una analogía es su búsqueda e identificación. Durante la búsqueda es probable encontrar *modelos análogos* tales como el modelo atómico de Thomson, modelo atómico



de Rutherford, modelo de llave y cerradura, ... En este caso se debe tener en cuenta que estos modelos análogos se consideran analogías sólo cuando se hace referencia explícita al análogo, tal como sucede en la figura II.7 que se muestra en la página anterior. En el texto de la misma se puede observar que se hace mención explícita a la sandía (análogo), así como a sus componentes: pepitas y pulpa roja.

Son numerosas las analogías en las que el análogo es de un concepto previo (tópico) estudiado con anterioridad. En este caso se ha adoptado el criterio de que análogo y tópico deben estar en unidades didácticas diferentes del libro de texto o, cuando se trata de analogías que utiliza el profesor en el aula, formar parte de sesiones de clase diferentes.

### **II.6.1. Localización**

La localización de la analogía está referida a la unidad didáctica a la que pertenece y no guarda connotaciones con su posición en el libro de texto.

En las unidades didácticas que conforman los libros de texto se distinguen tres partes en relación con la posición de las analogías: *inicio*, *desarrollo* y *actividades finales*.

Localizar una analogía consiste en averiguar en cuál de estas tres partes se encuentra. En el caso de que se quiera localizar una analogía utilizada por el profesor en el aula se sigue el mismo criterio: al comienzo de la sesión, durante el desarrollo de la misma o en las actividades llevadas a cabo para concluir la sesión. La unidad didáctica del libro de texto es equivalente, por lo tanto, a la sesión de clase.

La propuesta de enseñanza con analogías de Glynn (1991, 1995, 1998), Harrison y Treagust (1993) y Thiele y Treagust (1994) conocida como TWA (Teaching with analogies) apunta que el análogo se presente después de la introducción del tópico, pero siempre antes que se describan las características y conclusiones de éste. Según Curtis y Reigeluth (1984) el análogo actúa, en este caso, como un "activador incrustado".

Esta propuesta sugiere, por lo tanto, que la puesta en acción de una analogía no tenga lugar en el inicio de la unidad didáctica del libro de texto o de la sesión de clase -ya que en el inicio no se explica el tópico- ni en las actividades finales -ya que las actividades finales son de síntesis y se desarrollan después de haber explicado el tópico-. La

puesta en acción de la analogía debe tener lugar durante el desarrollo de la unidad didáctica del libro de texto o de la sesión de clase.

Son numerosos los libros de texto que presentan margen. En este caso es probable que la analogía se encuentre localizada en él. Este es el motivo por el que las analogías presentes en los libros de texto incluyen la variable *margen* en cada una de las tres posibilidades de localización. Se puede dar, por tanto, la situación de localizar la analogía en el desarrollo de la unidad didáctica, o en el desarrollo, pero siempre en el margen.

La figura II.8 muestra una analogía situada en el desarrollo de la unidad didáctica de un libro de texto pero en el margen. Se utiliza para explicar la proporción que existe entre el tamaño del núcleo y el del átomo (tópico), tomando como análogo un guisante situado en el centro del césped de un estadio de fútbol.



Figura II.8. Ed. OXFORD, FYQ 3º ESO, pág. Nº58


La figura II.9 muestra una analogía, situada en el desarrollo de la unidad didáctica, con la que se pretende explicar el tópico siguiente: la polimerización de los alquenos. Se utiliza como análogo a tres hombres que, separados, representan los monómeros con sus correspondientes dobles enlaces y, cogidos de la mano, representan el polímero con sus correspondientes enlaces sencillos.

La figura II.10 muestra una analogía localizada en las actividades finales de la unidad didáctica. Los soportes de lámparas y las bombillas constituyen el análogo, mientras que el concepto de reactivo limitante que se intenta explicar constituye el tópico.

La figura II.11 muestra una analogía situada en el inicio de la unidad didáctica. No todas las combinaciones posibles de las piezas del mecano pueden dar lugar a un helicóptero (análogo) ni todas las combinaciones posibles de átomos pueden dar lugar a un compuesto químico (tópico).

La reacción principal de los alquenos es la **adición**, y consiste en abrir una unión del doble enlace y permitir que un nuevo átomo se una a cada uno de los átomos de carbono del enlace.

La reacción de **adición** más importante del eteno se llama **polimerización**, y consiste en la unión de muchas moléculas de eteno llamadas **monómeros**, para formar moléculas gigantes llamadas **polímeros**.



Los monómeros (hombres separados) se unen para formar polímeros (hombres en cadena).

La polimerización consiste en la unión de moléculas pequeñas, llamadas monómeros, para obtener moléculas gigantes, llamadas polímeros.

Figura II.9. Ed. SM, FYQ 3ºESO(Newton), pág. Nº 116

**Una cuestión a tener en cuenta: el reactivo limitante**

Podemos mezclar masas cualquiera de reactivos y lograr que se transformen totalmente? Esta cuestión es muy importante en Química ya que cuando la reacción finaliza pueden haberse agotado todos los reactivos o quedar en exceso uno de ellos.

Algo semejante ocurre en la actividad siguiente en la que queremos montar lámparas con soportes y bombillas.

**12** Un soporte de una lámpara necesita tres bombillas:

- ¿Cuántas lámparas puedes preparar con 10 soportes y 30 bombillas?
- ¿Y con 20 soportes y 45 bombillas?
- ¿Y con 18 soportes y 60 bombillas?

Si en una reacción química intervienen dos o más reactivos el proceso viene condicionado por la sustancia que se agota en primer lugar. Llamaremos a esta sustancia **reactivo limitante**. Como veremos a continuación los cálculos en la ecuación química hay que realizarlos con el reactivo limitante, nunca con los que están en exceso.

Figura II.10. Ed. ECIR, FYQ 3º ESO, Pág. Nº 74



15

## Hay átomos que son amigos

Todas las sustancias se han formado por la combinación de átomos, del mismo elemento o de elementos diferentes.

**Pero:**

¿Son probables todas las combinaciones entre átomos?

¿Dependen las características de las sustancias de los átomos que las forman?



En esta unidad aprenderás a:

- Saber interpretar las fórmulas químicas.
- Conocer los diferentes tipos de unión entre átomos para formar compuestos.
- Reconocer que cada tipo de unión entre átomos da lugar a compuestos que presentan características típicas de esa unión.
- Calcular la masa molecular de los compuestos químicos.

**Figura II.11. Ed. SM, CCNN 2º ESO (Ozono), Pág. Nº 224**

Cuando la analogía presenta un formato pictórico-verbal, formato que se discute a continuación, existe la posibilidad de que su descripción textual se encuentre en el espacio de copia del libro de texto y que la imagen del análogo se encuentre en el margen. Se admite en este caso, a efectos de clasificación de la analogía, que se encuentra localizada en el margen.

Algunas analogías pueden encontrarse en el desarrollo de la unidad didáctica del libro de texto como notas al pie de página. Se admite entonces que la analogía se encuentra localizada en el desarrollo de la misma, sin más. Es decir, se obvia que se encuentre como nota al pie de página.

### II.6.2. Formato de presentación

Se asignan tres formatos a las analogías que figuran en los libros de texto o que utiliza el profesor en el aula: *formato pictórico*, *formato verbal* y *formato pictórico-verbal*.

Una analogía se presenta en formato verbal cuando en el texto o en la explicación del profesor no figura la imagen del análogo, por lo que sólo tiene texto y carece de dibujo o representación del análogo. La

figura II.12 muestra un ejemplo de analogía verbal en la que se utiliza como análogo el campo gravitatorio.

## 4 EL CAMPO ELÉCTRICO ES CONSERVATIVO. CONSECUENCIAS

### El campo eléctrico es conservativo

El campo eléctrico creado por una carga puntual o por una superficie esférica cargada presenta muchas semejanzas con el campo gravitatorio; por ejemplo, ambos campos son *campos centrales* y por tanto son *campos conservativos*.

Figura II.12. Ed. ECIR, FÍSICA 2º BACH., Pág. 197

Una analogía se presenta en formato pictórico cuando en el texto, o en la explicación del profesor, la única información disponible del análogo es una imagen. Sólo lleva, por lo tanto, un dibujo o representación del análogo. La figura II.13 es un ejemplo de analogía pictórica; la única información del análogo (balanza desequilibrada) es la que aporta la imagen.

### EJEMPLO 11

Se tienen 100 mL de una disolución de ácido acético 1 M. Indica el posible efecto que causará sobre el equilibrio  $\text{HAc}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{Ac}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ , la adición de agua hasta obtener 1 L de disolución.

**Sol.:** Sea la concentración inicial de ácido acético:

$[\text{HAc}]_0 = c_0 = \frac{n_0}{V}$ , siendo  $n_0$  la cantidad de sustancia inicial de HAc.

El grado de disociación es  $\alpha = \frac{x}{[\text{HAc}]_0} = \frac{x}{c_0}$ , es decir:  $x = c_0 \cdot \alpha$ .

Por tanto, en el equilibrio:

Inicial	$c_0$	+	$\text{H}_2\text{O}(\ell)$	$\rightleftharpoons$	$\text{Ac}^-(\text{aq})$	+	$\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
Equilibrio	$c_0 - x$				$x$		$x$
	$c_0 \cdot (1-\alpha)$				$c_0 \cdot \alpha$		$c_0 \cdot \alpha$

Y se cumple:  $K_a = \frac{[\text{Ac}^-]_{\text{eq}} [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{[\text{HAc}]_{\text{eq}}} = \frac{c_0^2 \cdot \alpha^2}{c_0 \cdot (1-\alpha)} = \frac{c_0 \cdot \alpha^2}{1-\alpha}$ ,  $c_0 = \alpha^2 = \frac{n_0}{V} \cdot \alpha^2$

Al diluir aumentamos el volumen. Como la cantidad de sustancia de HAc inicial ( $n_0$ ) no se modifica, para que se cumpla la ley del equilibrio químico tiene que aumentar el grado de disociación. Por consiguiente, hay más iones en disolución, pero como se ha incrementado el volumen la  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  disminuye y el pH aumenta.

Resolviendo el ejercicio numéricamente se obtiene:

1) CUANDO  $c_0 = 1\text{M}$

$\alpha_c$	$[\text{H}_3\text{O}^+]$	pH
$4,24 \cdot 10^{-3}$	$4,24 \cdot 10^{-4}\text{M}$	2,37

2) CUANDO SE DILUYE HASTA 1L DE DISOLUCIÓN  $c_0 = 0,1\text{M}$

$\alpha_c$	$[\text{H}_3\text{O}^+]$	pH
$13,4 \cdot 10^{-3}$	$1,34 \cdot 10^{-4}\text{M}$	2,87

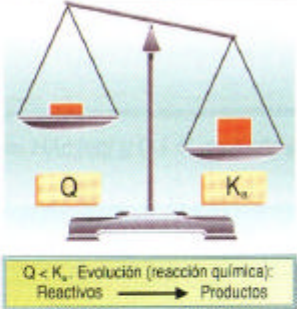
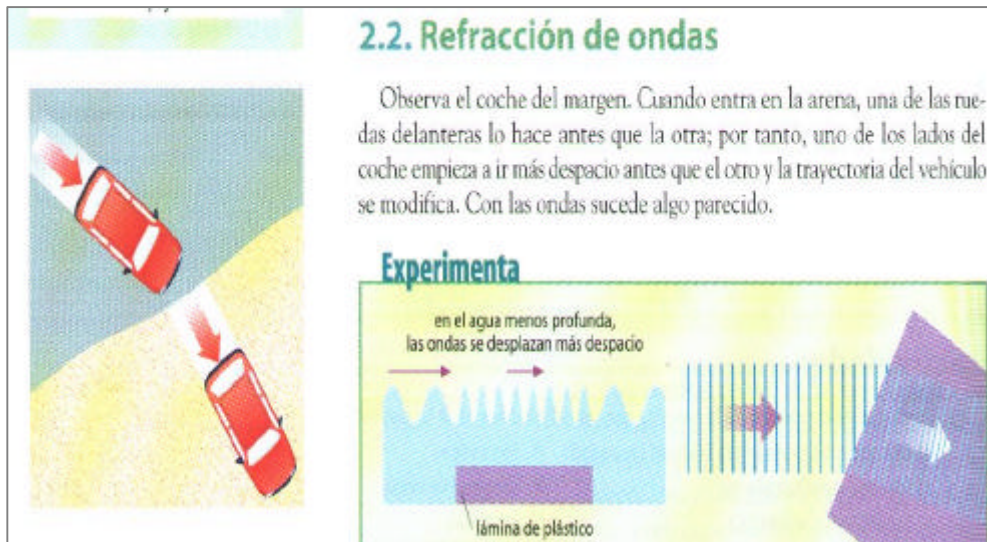


Fig. 7.4

Figura II.13. Ed. ECIR, QUÍMICA 2º BACH., Pág. 229

Por último, una analogía se presenta en formato pictórico-verbal cuando figura en el texto, o en la explicación del profesor, una imagen con texto. Es decir, está en ambos formatos, pictórico y verbal. La figura II.14 (refracción de ondas y coche circulando por distintos medios) es un ejemplo de este tipo de analogías.



**Figura II.14** Ed. OXFORD, FYQ 4º ESO, Pág. 116

Las figuras II.8 (tamaño relativo del átomo con el guisante situado en el centro del césped de un estadio de fútbol) y II.9 (la polimerización de los alquenos y personas separadas y unidas de mano) son dos ejemplos de analogías que se presentan en formato pictórico-verbal. La figura II.10 (reactivo limitante y soportes de lámparas y bombillas) muestra una analogía que se presenta en formato verbal. La figura II.11 (compuestos químicos y helicóptero) muestra una analogía de formato pictórico.

Obviamente, no todas las imágenes que figuran en los libros de texto o que utilizan los profesores en el aula forman parte de una analogía. Es muy importante, por tanto, saber clasificarlas y distinguirlas. En este sentido se acepta la clasificación de Issing (1990), según la cual las imágenes usadas comúnmente como ilustraciones en los textos educativos pueden clasificarse en las tres categorías siguientes :

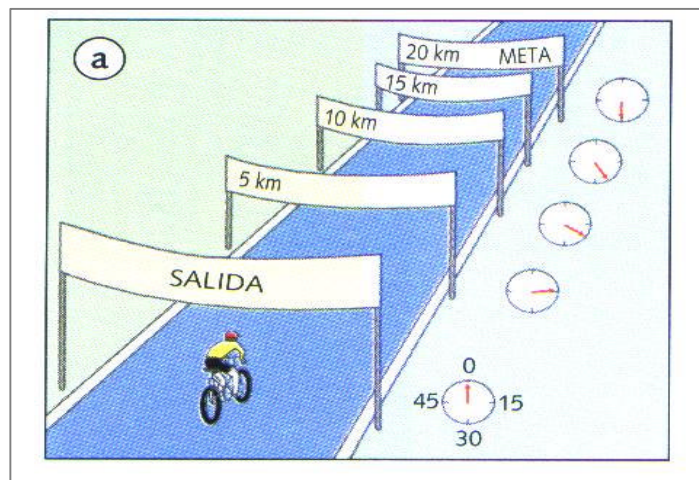
- a) imágenes representacionales (o reales)
- b) imágenes lógicas (o arbitrarias)
- c) analogías pictóricas

Las imágenes representacionales –o realistas- tienen un parecido físico, en mayor o menor grado, a las cosas o conceptos que representan. Dicho parecido depende de la cantidad de detalles reales que la imagen representacional tiene con su objeto de referencia.

Juegan un papel importante en los textos de primaria y secundaria ya que retratan el contenido de los conceptos o fenómenos que se explicitan en el texto. Los conceptos abstractos (movimiento, calor, presión, tiempo, ...) no se pueden retratar directamente, pero sí mediante objetos relacionados con ellos; este es el caso de la imagen de un reloj para expresar el concepto de tiempo.

Existen investigaciones que evidencian que las imágenes representacionales facilitan el aprendizaje, especialmente en los textos de primaria y secundaria. Los textos de niveles superiores van dirigidos a alumnos que presentan un nivel de comprensión mayor y pueden, por lo tanto, prestar menor atención a este tipo de imágenes.

La figura II.15 muestra una imagen representacional del concepto "movimiento" para un ciclista en la que quedan patentes las dos variables que lo definen: posición y tiempo.



**Figura II.15.** Ed. SANTILLANA, CCNN 2º ESO, Pág. 122

Las imágenes lógicas –o arbitrarias- son representaciones más simples de fenómenos y procesos complejos. Son, por tanto, modelos<sup>5</sup>. No muestran semejanza con las cosas que representan, pero están relacionadas con sus referentes. Comprenden diagramas, gráficos, mapas, organigramas. Se pueden encontrar, por ejemplo, en la mayoría de los textos de secundaria y en la mayoría de los textos

<sup>5</sup> Se trata de modelos a escala "icónicos", tal como se explica en el apartado II.5.

científicos; permiten la explicación de estructuras complejas y relacionan de manera más fácil y económica que las palabras únicamente. Bastante a menudo los textos tienen solamente una función suplementaria a las imágenes lógicas que los acompañan y pueden llevar éstas la mayor parte de la información que necesita ser transmitida.

La figura II.16 (localización intracelular de las principales rutas metabólicas) es un ejemplo de imagen lógica.

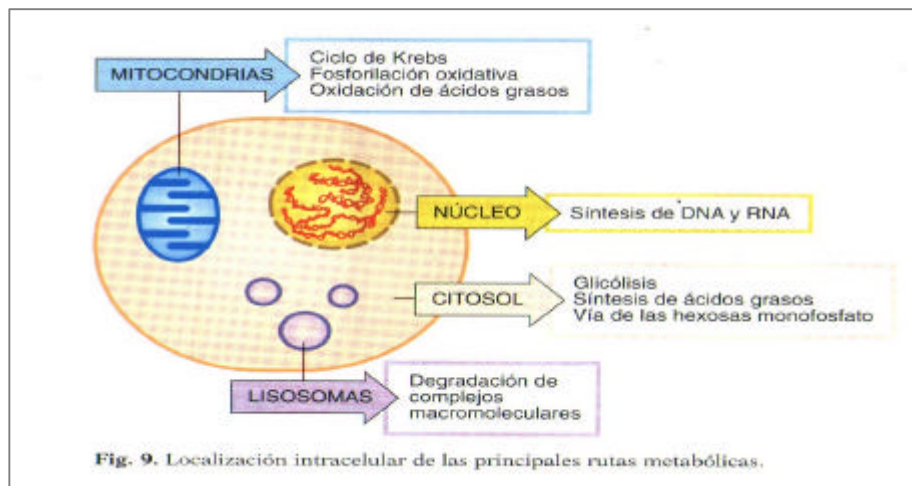


Figura II.16. Ed. ECIR, *BIOLOGÍA 2º BACH.*, Pág. 211

Dagher y Cossman (1992) añaden a la clasificación anterior un cuarto tipo de imágenes, las denominadas "imágenes antropomórficas". Se trata de imágenes que se pueden encontrar en algunos libros de texto y en los que los conceptos abstractos que se representan tienen forma humana.

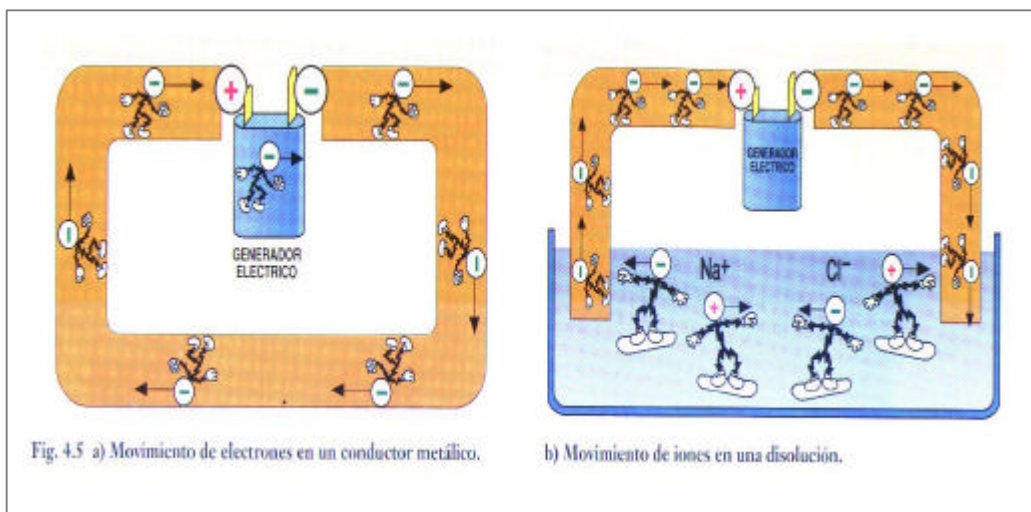


Figura II.17 Ed. ECIR, *FYQ 3º ESO*, Pág. 96

Un ejemplo de ello lo constituye la editorial ECIR. En algunos de sus textos las imágenes representacionales incorporan imágenes humanas para mostrar las cargas eléctricas en movimiento, tal como expresa la figura II.17.

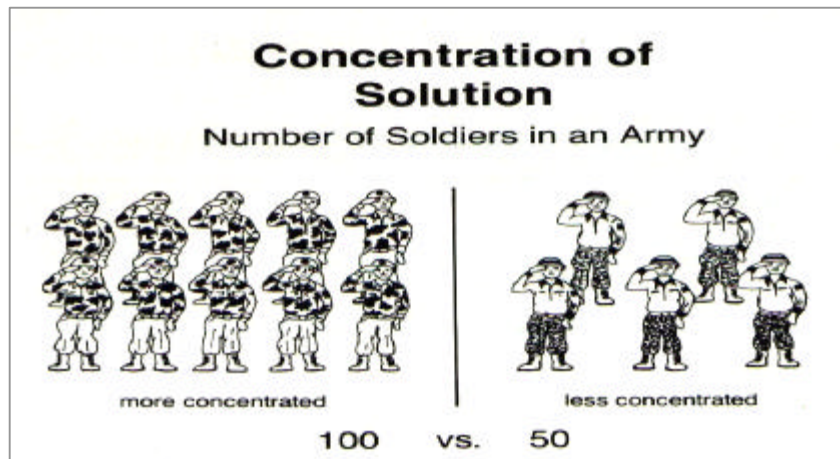
Las analogías pictóricas se parecen a las imágenes representacionales -pueden mostrar objetos reales- pero se refieren a otras cosas que el contenido para el que aparecen en el texto o en la explicación del profesor. Es decir, aunque se utilizan para explicar un determinado concepto o tópico, hacen referencia a un tema que en principio no guarda relación con él.

Son numerosas las analogías pictóricas que se plasman en las publicaciones periódicas del *Journal of Chemical Education*. Ejemplos de ellas son las que se muestran en las 17 figuras siguientes (se inicia con II.18 y termina con II.35).

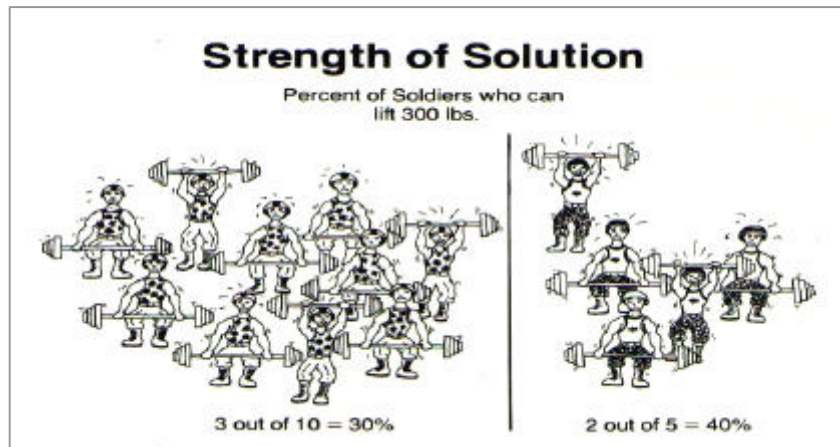
Las figuras que van desde la II.18 a la II.23 están relacionadas con las disoluciones acuosas de los ácidos, en las que los alumnos confunden con bastante frecuencia la concentración de un reactivo ácido con la fuerza del mismo. Por este motivo la analogía de la figura II.18 utiliza como análogo el número de soldados en un ejército para explicar la concentración de una disolución (tópico). El ejército -un ejército- es semejante a la unidad de volumen, por lo que el número de soldados va a determinar la mayor o menor concentración de la disolución.

Sin embargo, la fuerza de la disolución de un ácido viene dada por su grado de disociación (capacidad para donar protones), hecho que se explica utilizando como análogo a aquellos soldados que son capaces de levantar unas pesas, tal como muestra la analogía de la figura II.19. No importa que hayan menos soldados, lo importante ahora para medir la fuerza del ácido es conocer la proporción de soldados que son capaces de levantar las pesas.

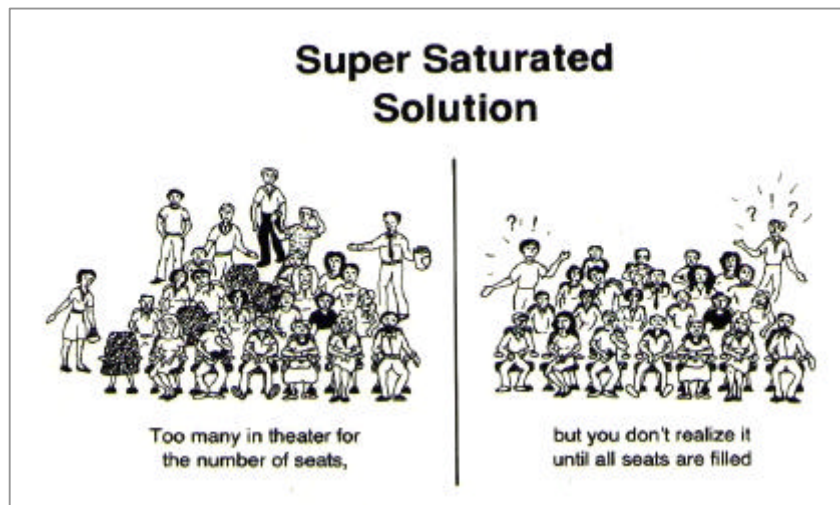
La analogía de la figura II.20 intenta explicar el concepto de disolución sobresaturada (tópico). El soluto disuelto en la disolución es semejante a las personas que están en un teatro y que deben ocupar sus respectivos asientos (análogo). Aunque hay más personas que asientos, el excedente de personas no se conoce hasta que se produce un cierto orden y todos los asientos son ocupados. La ocupación de los asientos por las personas es, por tanto, semejante a lo que sucede en la disolución cuando se produce un aumento del orden molecular si se disminuye la temperatura, ocasionando una disolución sobresaturada.



**Figura II.18.** J.C.E., vol.71, nº5, pág. 431



**Figura II.19.** J.C.E., vol. 71, nº 5, pág. 431



**Figura II.20.** J.C.E. vol. 71, nº 5, pág. 431

La analogía de la figura II.21 explica el par conjugado ácido-base (tópico), concepto de difícil comprensión para los alumnos.

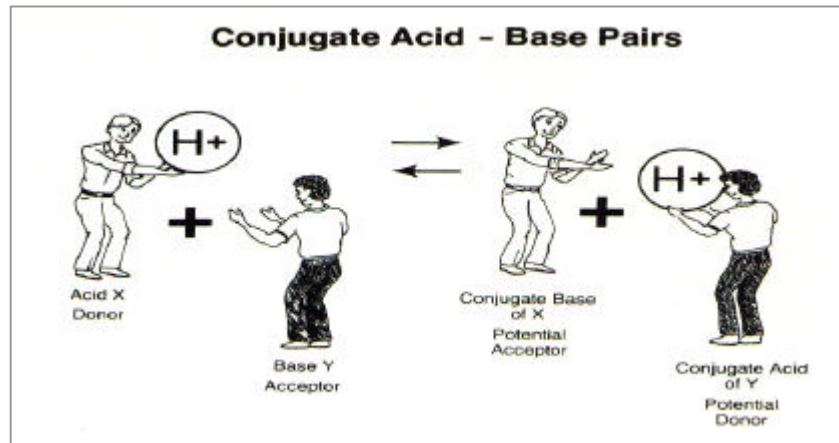


Figura II.21. J.C.E., vol.71, nº 5, pág. 431

Muestra dos personas pasándose una y otra vez un balón de playa. Las dos personas y el balón –que es semejante a un protón– constituyen el análogo. La persona acepta el balón (protón) porque tiene un par de manos (par de electrones), según la teoría de Bronsted-Lowry. Además, si una de las dos personas es muy fuerte y pasa el balón muy enérgicamente a otra débil, es menos propensa a aceptarlo de vuelta.

La analogía de la figura II.22 explica el siguiente tópico: la relación que existe en una disolución entre la concentración de protones y la concentración de iones hidróxido. Dicha relación es semejante a lo que sucede en un columpio (análogo), es decir, cuando una de las concentraciones sube la otra baja.

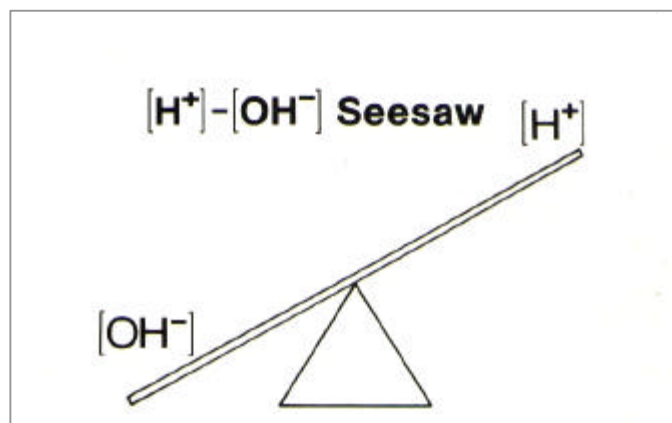


Figura II.22. J.C.E., vol. 71, nº 5, pág. 431



El concepto de "pH" y su relación con la concentración de protones origina, a menudo, confusión en los alumnos debido a la definición logarítmica negativa. La analogía de la figura II.23 utiliza, de nuevo, un columpio como análogo para explicar dicha relación.

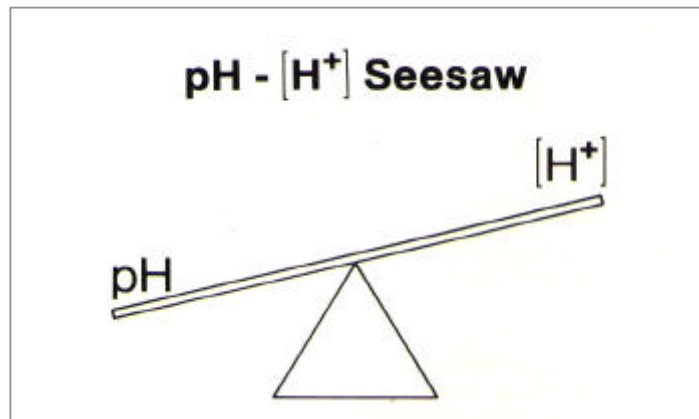


Figura II.23 J.C.E., vol. 71, nº 5, pág. 431

A continuación se muestran cinco analogías relacionadas con las disoluciones de electrolitos. La figura II.24 muestra las moléculas no disociadas de un soluto en disolución (tópico) que no es electrolito. Las tuercas unidas a los tornillos (análogo) están inmersas en una caja que es semejante al recipiente que contiene la disolución.

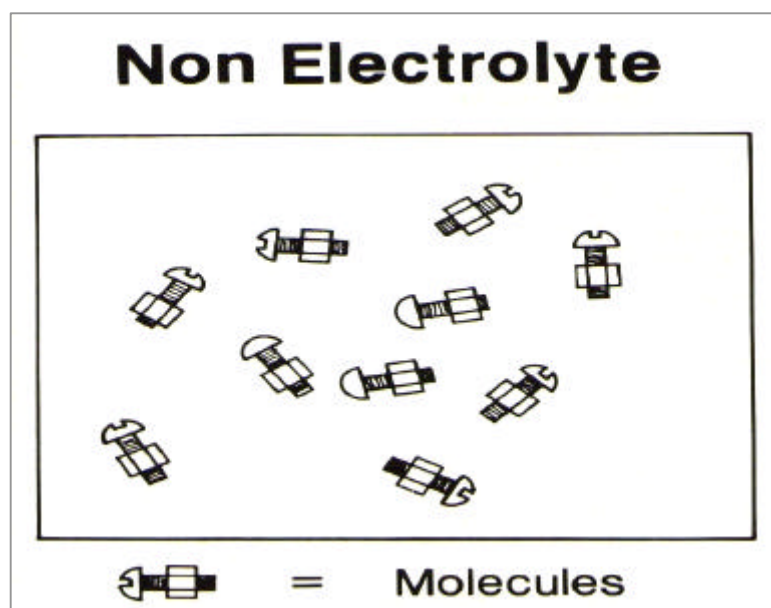


Figura II.24. J.C.E., vol.71, nº1, pág. 27

La figura II.25 muestra los iones de un electrolito fuerte (tópico) en disolución mediante tuercas y tornillos (análogo) separados. El número de tuercas coincide con el de tornillos.

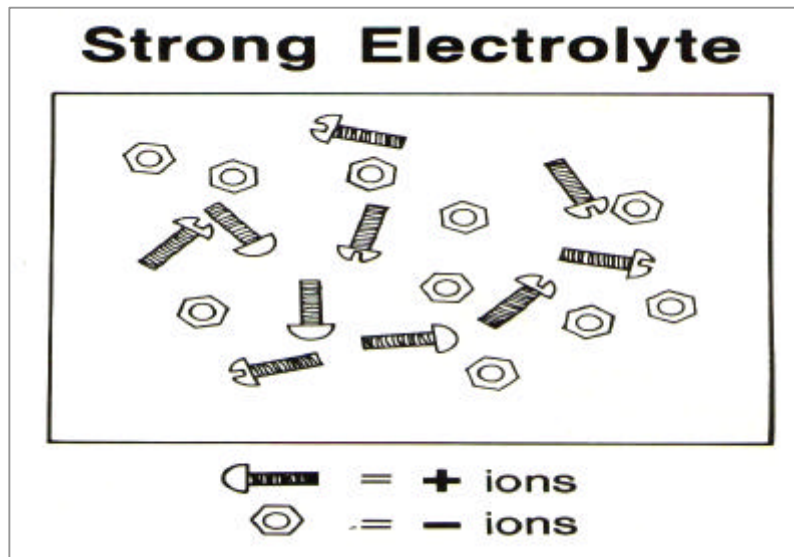


Figura II.25 J.C.E., vol.71, nº1, pág. 27

La figura II.26 muestra una visión analógica de lo que le sucede a las moléculas de un electrolito débil (tópico) en disolución. La mayor parte de las tuercas y tornillos (análogo) permanecen enroscados, mientras que sólo unos pocos están separados ya que el grado de ionización es muy bajo. El número de moléculas que se ionizan aumenta en la disolución a medida que ésta es más concentrada, pero el grado de ionización disminuye al aumentar la concentración del electrolito en la disolución. Este efecto se muestra la analogía de la figura II.27.

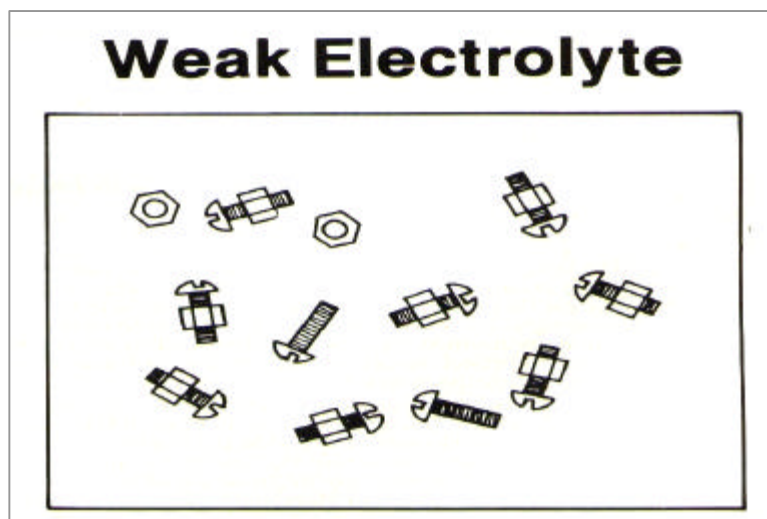
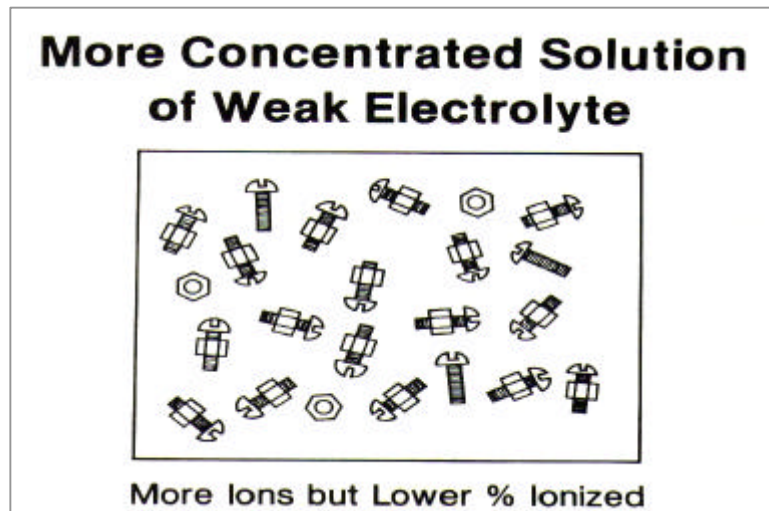
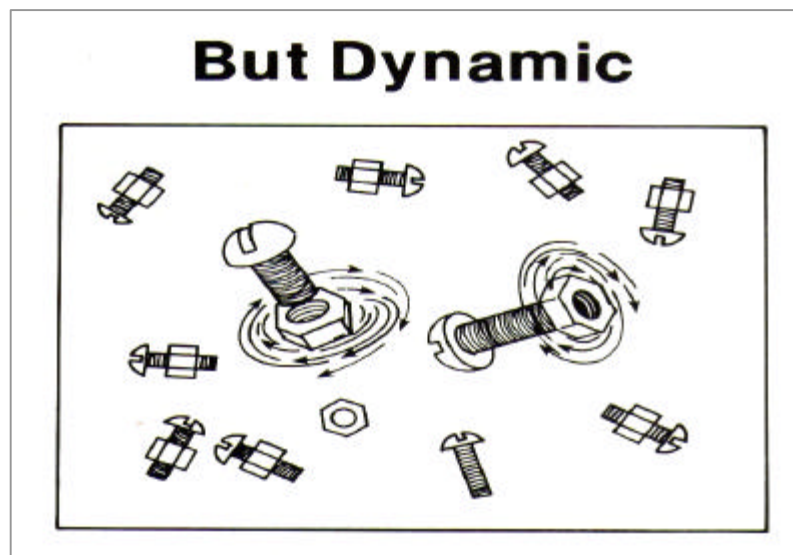


Figura II.26 J.C.E., vol.71, nº1, pág. 27



*Figura II.27. J.C.E., vol. 71, n° 1, pág. 28*

Sin embargo, en los electrolitos débiles existe un equilibrio dinámico entre las moléculas (tuercas y tornillos enroscados) y los iones (tuercas y tornillos aislados). Es este concepto de equilibrio dinámico (tópico) el que explica la analogía de la figura II.28.



*Figura II.28. J.C.E., vol. 71, n° 1, pág. 28*

Los sólidos tienen forma y volumen rígidos mientras que los líquidos pueden adoptar la forma del recipiente que los contiene. Los gases no sólo adoptan la forma del recipiente que los contiene sino que también pueden expandirse o contraerse. La explicación de estas diferencias en términos de estructura y movimiento de moléculas individuales requiere

que los alumnos imaginen algo que no pueden ver. Se puede ayudar a los alumnos a crear un modelo mental de estas propiedades con analogías tales como las que muestran las figuras II.29, II.30 y II.31. Las personas, en cada una de las imágenes realizando distintas actividades, representan el análogo. Las moléculas, en cada uno de los estados de agregación, el tópic.

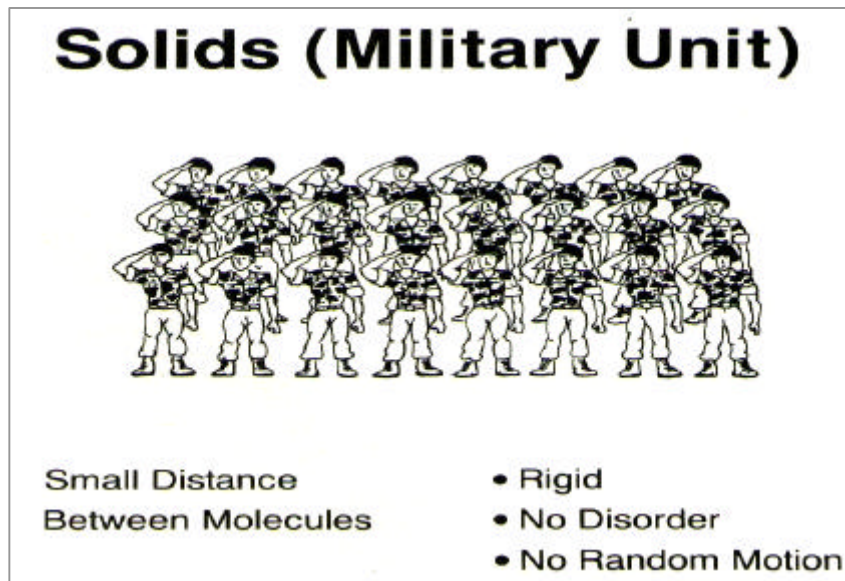


Figura II.29 J.C.E., vol. 70, n° 1, pág. 56

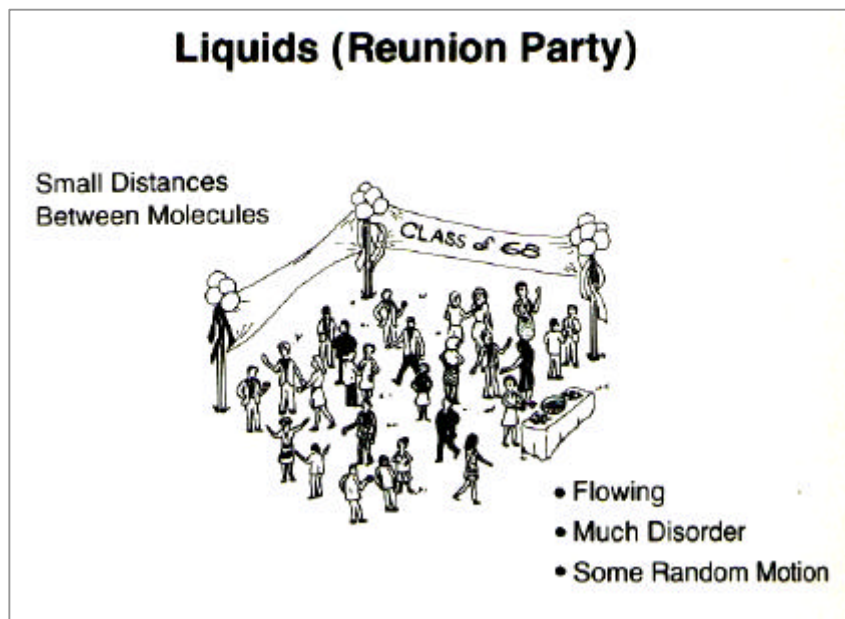
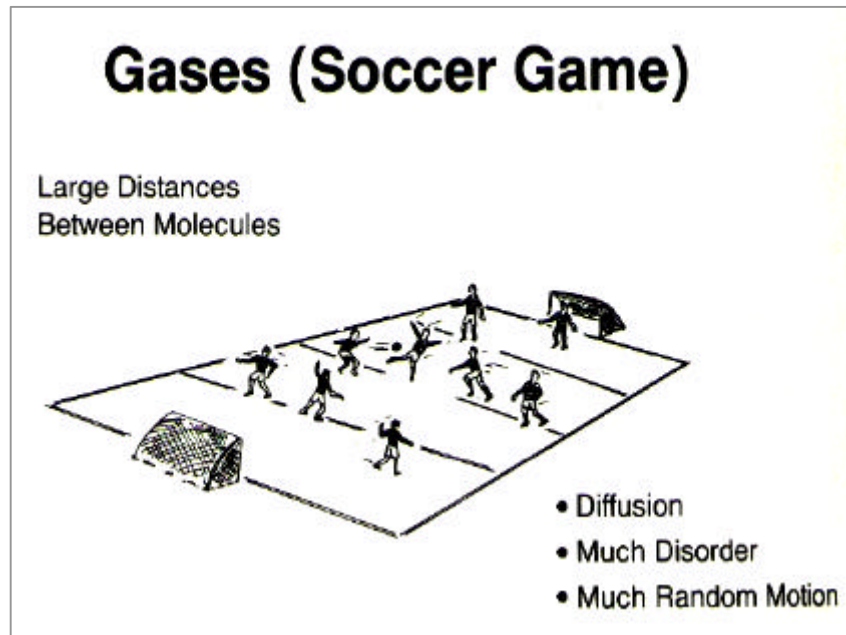


Figura II.30. J.C.E., vol. 70, n° 1, pág. 56



**Figura II.31.** J.C.E., vol. 70, nº 1, pág. 56

Las propiedades del estado sólido (tópico) se explican con la formación militar (análogo) de la figura II.29 en la que los soldados están muy cerca, ocupando cada uno de ellos una posición determinada, en perfecto orden y sin movilidad individual, de manera que existe una distancia definida entre unos y otros. Los soldados se comportan de manera semejante a las moléculas del estado sólido.

La analogía de la figura II.30 muestra una reunión muy concurrida de un grupo de personas (análogo) que están muy juntas, no se distancian pero se mueven de manera desordenada: las orientaciones y posiciones de cada una de ellas cambia constantemente. Las personas se comportan, por tanto, de manera semejante a las moléculas del estado líquido.

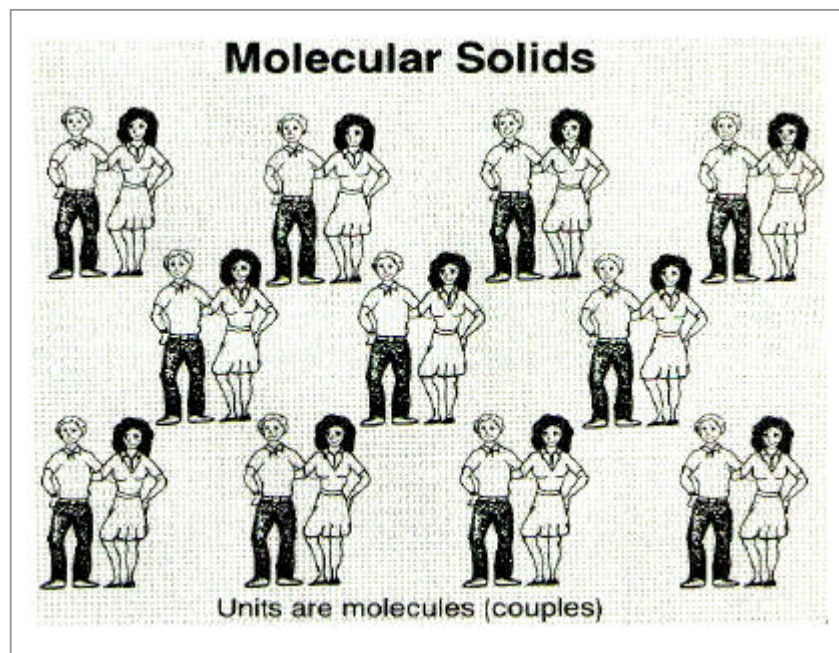
Las comparaciones que se establecen entre las personas y las moléculas pueden conducir a los alumnos a pensar, erróneamente, que entre las moléculas de los estados sólido y líquido hay espacio. O que, como el número de personas es diferente en cada una de las tres analogías, no se cumple la ley de conservación de la materia cuando una misma cantidad de sustancia cambia de estado.

Las moléculas del estado gaseoso presentan propiedades diferentes (tópico). Se mueven más rápidamente y las distancias entre ellas son muy variables. Algo semejante a lo que sucede con un grupo de jugadores en un partido de fútbol (análogo), tal como se muestra en la analogía de la figura II.31.

Si se admite que el profesor en el aula -o el autor del libro de texto- describe que las personas en cada una de las tres situaciones son semejantes a las moléculas en cada uno de los tres estados de agregación de la materia, y además describe las dos limitaciones anteriores, estas analogías son con limitaciones del tipo EL1.

Pero no todos los sólidos se comportan de la misma manera. Existen propiedades que diferencian a unos sólidos de otros y este hecho es el que explican las cuatro analogías siguientes que se muestran en las figuras II.32, II.33, II.34 y II.35.

La analogía de la figura II.32 explica que a nivel microscópico los sólidos moleculares (tópico) están constituidos por moléculas semejantes a las parejas entre personas (análogos). La unión dentro de la pareja es muy fuerte -enlaces covalentes- pero entre las distintas parejas -enlaces intermoleculares- la unión es muy débil. El azúcar es un ejemplo de sólido molecular.



**Figura II.32** J.C.E., vol. 70, nº 1, pág. 57

Los sólidos iónicos (tópico) presentan una estructura regular en la que se alternan iones positivos (cationes) y negativos (aniones) que se atraen muy fuertemente. La figura II.33 muestra una analogía de este tipo de sólidos en la que se presentan hombres y mujeres (análogo) unidos por fuerzas románticas atractivas semejantes a las que existen entre los iones. La sal común es un ejemplo de este tipo de sólidos.

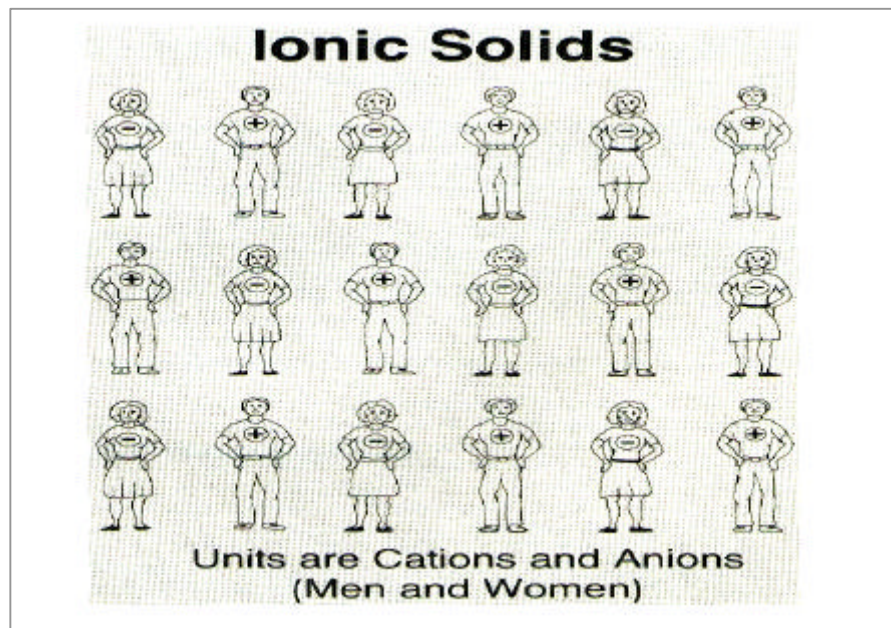


Figura II.33. J.C.E., vol. 70, nº 1, pág. 57

Existen sólidos, como el diamante, cuya estructura microscópica es un enrejado de enlaces covalentes que conforman una gran molécula. La analogía de la figura II.34 explica, mediante el enrejillado de individuos (análogo) con cuatro vecinos, la estructura de estos sólidos denominados macromoleculares (tópico).

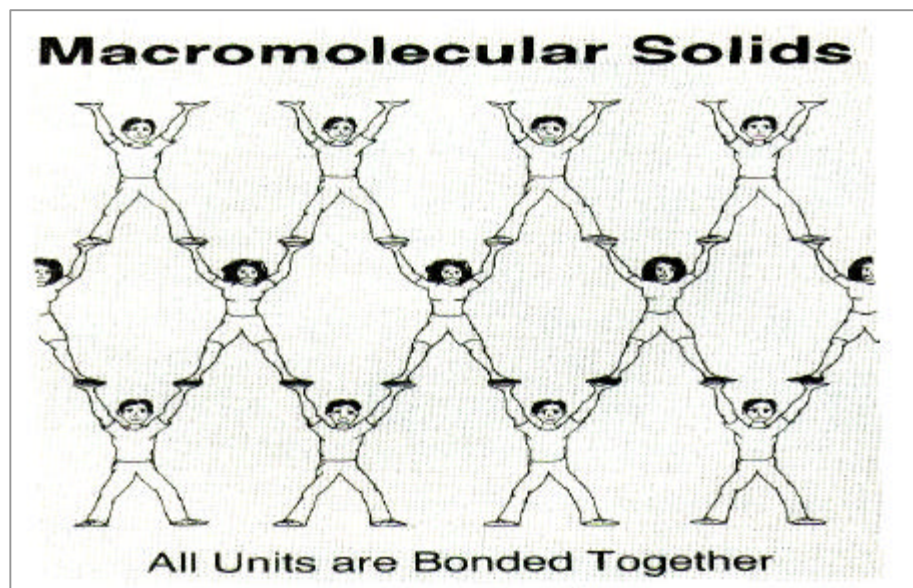
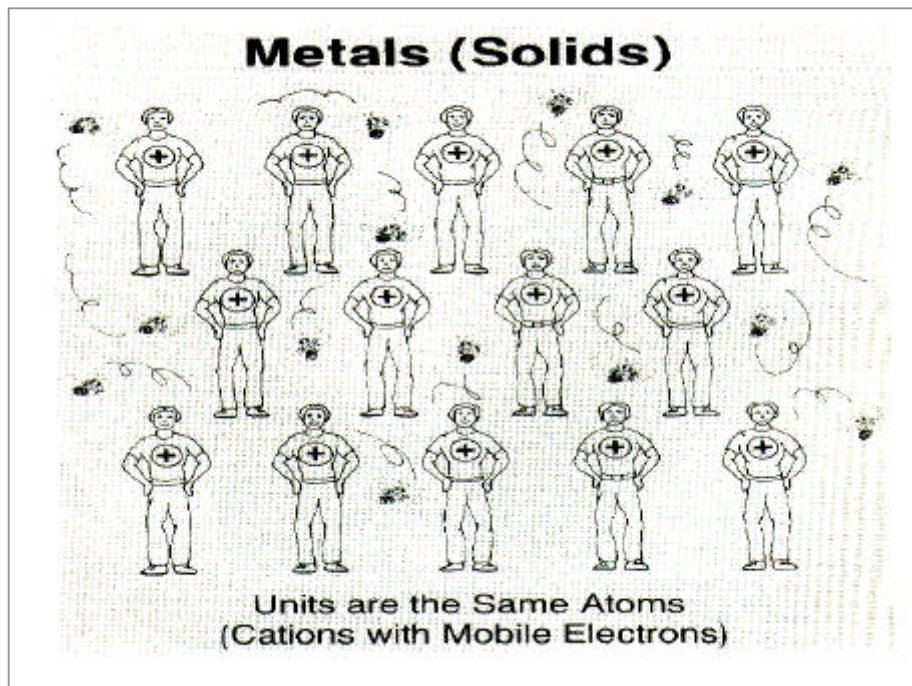


Figura II.34. J.C.E., vol. 70, nº 1, pág. 58



**Figura II.35.** J.C.E., vol. 70, nº 1, pág. 58

La figura II.35 muestra una analogía que explica la estructura microscópica de los sólidos metálicos (tópico). El enrejillado de hombres -cationes- con abejas volando entre ellos constituye el análogo y justifica el que los metales sean buenos conductores, gracias a los electrones móviles que poseen.

### II.6.3. Orientación analógica

En una analogía existe orientación analógica cuando -en el texto o el profesor en clase- se explica y describe el análogo, con sus componentes, atributos y nexos más relevantes, y cuando advierte a los alumnos de que la técnica de aprendizaje que se está utilizando es una analogía. Con esto se garantiza que el alumno, por un lado, se familiarice con las características más relevantes del análogo -puede que no lo conozca- y, por otro lado, sea consciente de que el análogo no es la realidad. La advertencia viene indicada con las palabras *analogía*, *análogo/a*, *símil*, *similar*, *asemeja* o *semejante*.

No existe orientación analógica cuando no se presenta ninguna de las dos condiciones anteriores, es decir, ni se explica el análogo ni se advierte.



**Analogía para explicar el espectro del hidrógeno según el modelo de Bohr**

El siguiente diálogo corresponde al de una profesora y su alumnado con el objetivo de explicar el espectro de hidrógeno según el modelo de Bohr.

**Profesora.** Una analogía que podemos usar para explicar la formación del espectro de hidrógeno según el modelo de Bohr, es representar los distintos niveles energéticos posibles en forma de escalera, tal como se representa en el dibujo 4.7. A cada peldaño de la escalera se le asigna un número, que coincide con el valor de  $n$ , y un valor energético establecido como consecuencia de los postulados de Bohr.

**Antonio.** ¿Por qué cada escalón tiene distinta altura?

**Profesora.** Cada peldaño de la escalera representa un nivel energético posible del átomo de hidrógeno. La diferencia de altura entre los peldaños corresponde a la diferencia energética entre dichos niveles. Puesto que al aumentar  $n$  disminuye la diferencia energética entre niveles, disminuirá la altura de los escalones al subir la escalera.

**Irene.** En realidad, ¿en el átomo de hidrógeno existen esos escalones o niveles?

**Profesora.** Debemos tener presente que estamos usando un modelo, y que explicamos una consecuencia del modelo usando una analogía, por lo que sólo existirán esos escalones ficticios cuando estén ocupados por electrones.

Recuerda que los niveles y las órbitas son debidas a la existencia de los electrones; si no hay electrón no habrá órbita. Según el modelo de Bohr, el átomo de hidrógeno está constituido por un núcleo, y un electrón girando en una órbita estable. Al átomo le corresponde una cierta cantidad de energía, como consecuencia del movimiento del electrón y la interacción electrón-núcleo.



**Fig. 4.7.** Representación de la analogía de la escalera energética del átomo de hidrógeno

**Figura II.36.a. Ed. ECIR, FYQ 1º BACH., Pág. Nº 261**

Las analogías de las figuras II.8 (tamaño relativo del átomo) y II.9 (polimerización de los alquenos) no presentan orientación analógica. La analogía de la figura II.36.a –para explicar el espectro del átomo de hidrógeno– y II.36.b –para explicar los niveles energéticos– presenta orientación analógica puesto que, como se comentó anteriormente, el autor explica y describe el análogo y advierte al alumno sobre la técnica de aprendizaje que se está utilizando.

**Figura II.36.b Ed. ECIR, FYQ 1º BACH., Pág. Nº 262**

**Pepe.** ¿Y por qué mencionar los posibles niveles energéticos si no existen?

**Profesora.** La validez de los modelos se fundamenta en sus explicaciones. Según el modelo de Bohr sólo son posibles ciertos niveles energéticos, y el electrón sólo puede "saltar" entre dichos niveles. La energía requerida para saltar viene determinada por la diferencia energética entre niveles, y la proporciona una partícula energética denominada fotón.

Así por ejemplo, para saltar del escalón 1 (estado fundamental) al escalón 3, la energía proporcionada por el fotón viene dada por la ecuación  $E_{\text{fotón}} = E_3 - E_1$ . Por lo tanto, a cada salto posible le corresponde una cierta cantidad de energía.

**Concha.** ¿Y por qué una cierta cantidad? ¿No puede ser cualquier valor superior a una cantidad mínima?

**Profesora.** No, puesto que al electrón le transferimos ciertas cantidades indivisibles de energía, en forma de partículas energéticas, denominadas fotones.

La energía transferida debe ser la que le permita saltar a un nivel superior. Pero si la energía transferida por el fotón al electrón es inferior a un posible salto, el electrón no puede saltar, y si es mayor tampoco puede saltar, puesto que la energía transferida por el fotón es indivisible. Por lo tanto, el átomo de hidrógeno sólo puede "tomar" ciertas cantidades de energía que coinciden con la diferencia de energía entre dos escalones.

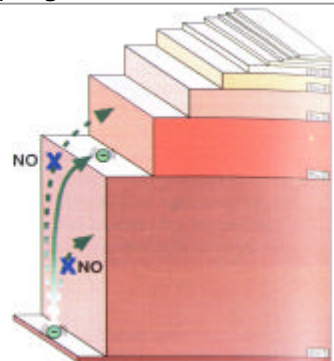
En el espectro de absorción cada raya oscura corresponde a un gran número de fotones iguales absorbidos al saltar electrones entre dos posibles niveles energéticos.

**Maribel.** ¿Qué sucede cuando el electrón se encuentra en un nivel energético superior al fundamental?

**Profesora.** Debemos tener en cuenta que el átomo evoluciona hasta alcanzar la máxima estabilidad, para lo cual el electrón regresará al nivel inicial (estado fundamental).

**Juan.** Entonces el electrón irá descendiendo por la escalera energética dando saltos. A cada salto les corresponde un fotón energética, y una raya de espectro de emisión. ¿Puede bajar directamente del tercer escalón al primero o bien del tercero al segundo y del segundo al primero?

**Profesora.** Sí, a cada posible salto le corresponde un fotón distinto y dará lugar a una determinada raya espectral. Un electrón sólo puede presentar una de las opciones indicadas, o vuelve a su estado inicial de un salto o mediante varios saltos sucesivos. Pero debemos tener presente que en los procesos de excitación y desexcitación de las sustancias participan muchos átomos, y por lo tanto podremos apreciar en los espectros de dichas sustancias todos los posibles saltos.



**Fig. 4.8.** Representación de un salto posible en la escalera.

#### II.6.4. Posición del análogo respecto al tópico

El análogo puede presentarse en cada una de las tres posiciones siguientes:

- a) antes de conocer o tener una explicación del tópico, como un *organizador avanzado*.
- b) durante la explicación del tópico, como un *activador incrustado*.
- c) después de explicar y enseñar el tópico, como un *pos sintetizador*.

La figura II.8 muestra una analogía en la que el análogo –estadio de fútbol y guisante- se presenta después de la explicación del tópico: proporción entre el tamaño del núcleo y el del átomo.

En la figura II.9 el análogo se presenta durante la explicación del tópico. Los hombres separados y unidos de la mano formando una cadena (análogo) están insertos en la explicación de la polimerización (tópico).

La analogía de la figura II.11 presenta el análogo -helicóptero formado por la unión de las piezas de un puzzle- antes de la explicación del tópico, en el inicio de la unidad didáctica del libro de texto. Dicho tópico –formación de los compuestos químicos- se explica durante el desarrollo de la unidad didáctica.

Muchos investigadores han postulado que la eficacia de una analogía puede residir en si el análogo es presentado antes, durante o después de la explicación del tópico. Así, por ejemplo, Glynn (1991, 1995, 1998), Harrison y Treagust (1993) y Thiele y Treagust (1994) proponen que el análogo sea presentado después de la introducción del tópico, pero antes de que comiencen a describirse las conclusiones sobre dicho tópico.

#### II.6.5. Nivel de abstracción

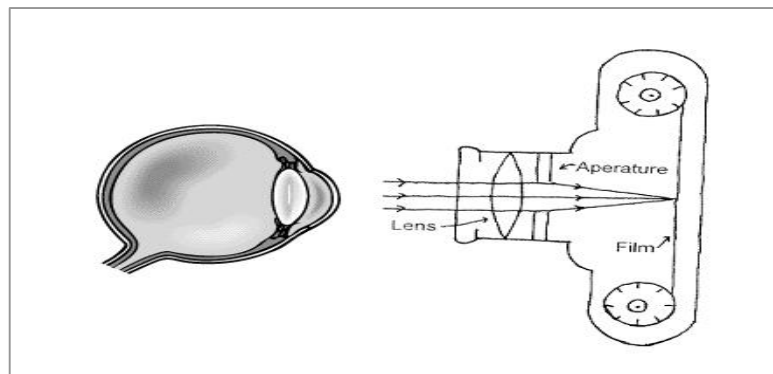
Dependiendo del nivel de abstracción que presenten el análogo y el tópico las analogías pueden clasificarse en:

- a) *concreto-concreto*: tanto el análogo como el tópico son concretos.
- b) *concreto-abstracto*: el análogo es concreto y el tópico es abstracto.
- c) *abstracto-abstracto*: tanto el análogo como el tópico son abstractos.

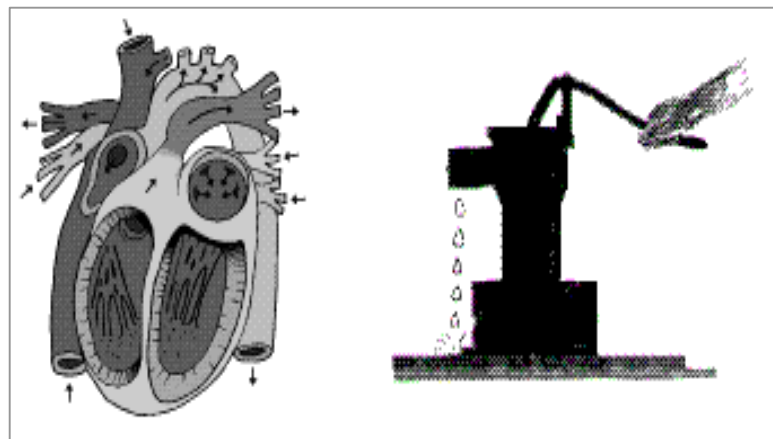
Se admite por *concreto* toda situación o concepto que puede ser percibido por nuestros sentidos, que es familiar a nuestras experiencias cotidianas. Cuando sucede lo contrario la situación es abstracta.

Las analogías en las que tanto el análogo como el tópicos son concretos son comunes en las experiencias cotidianas de la vida en las que el tópicos es capaz de insinuar sensaciones sensoriales. Se presentan, fundamentalmente, para explicar conceptos de biología o de geología porque tienen un nivel de abstracción inferior a los de química o física. Ejemplos de este tipo de analogías son las que utilizan la cámara fotográfica para explicar el funcionamiento del ojo humano, tal como se muestra en la figura II.37, una bomba hidráulica para explicar el funcionamiento del corazón, tal como se muestra en la figura II.38, o la que se ejemplifica en la siguiente expresión:

“El esqueleto se asemeja a un conjunto de vigas y cables” (Ed. ECIR, Biología y Geología de 3º de ESO, pág. 177).



**Figura II.37** Glynn [en línea]. 1997



**Figura II.38** Glynn [en línea]. 1997

El nivel de abstracción más habitual, como es lógico, es el *concreto-abstracto*. Ejemplos de este tipo de analogías son las que se muestran en las figuras II.8 (tamaño relativo del átomo), II.9 (polimerización de los alquenos), II.10 (reactivo limitante), II.11 (compuestos químicos y helicóptero) y II.36 (a y b) (espectro y niveles energéticos del átomo). Otros ejemplos de este tipo son las analogías del *Journal of Chemical Education* anteriores, que se muestran en las figuras que van desde la II.18 a la II.35, y las que se exponen a continuación.

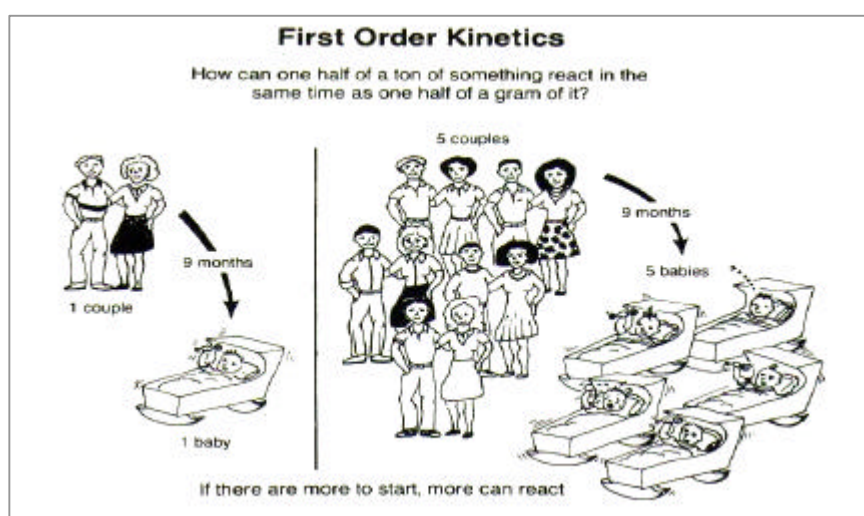


Figura II.39 J.C.E., vol. 71, nº 10, pág. 848

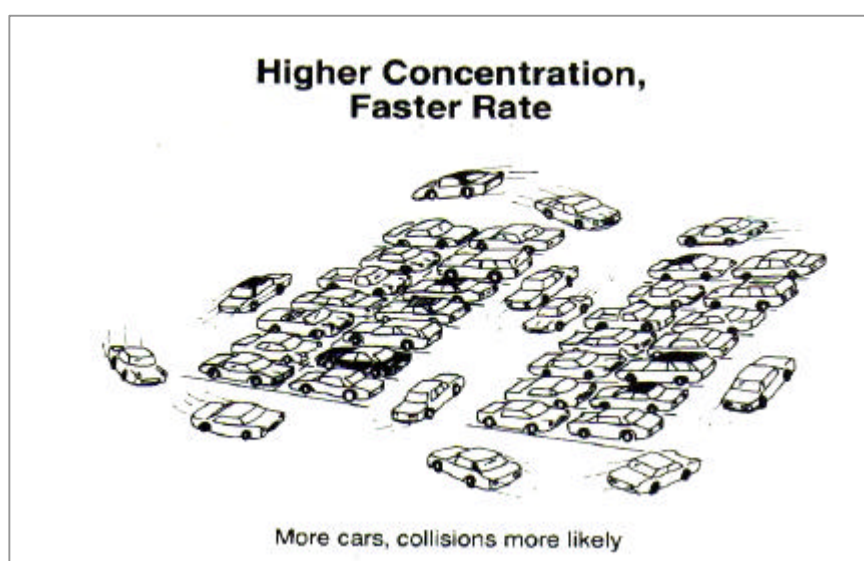
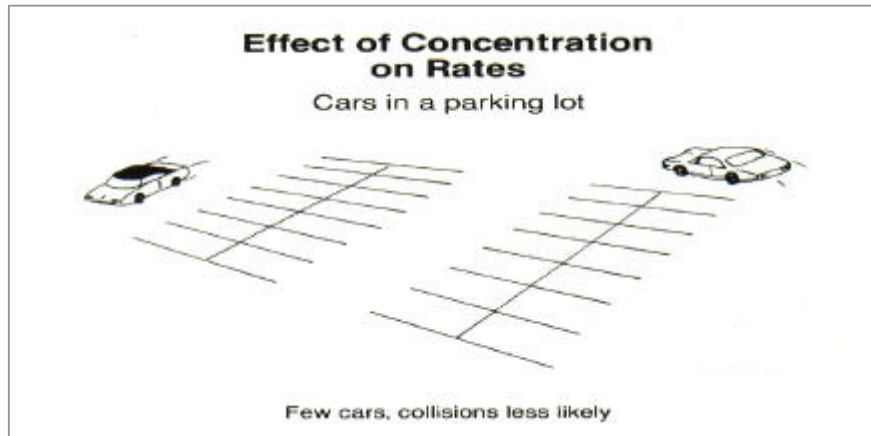
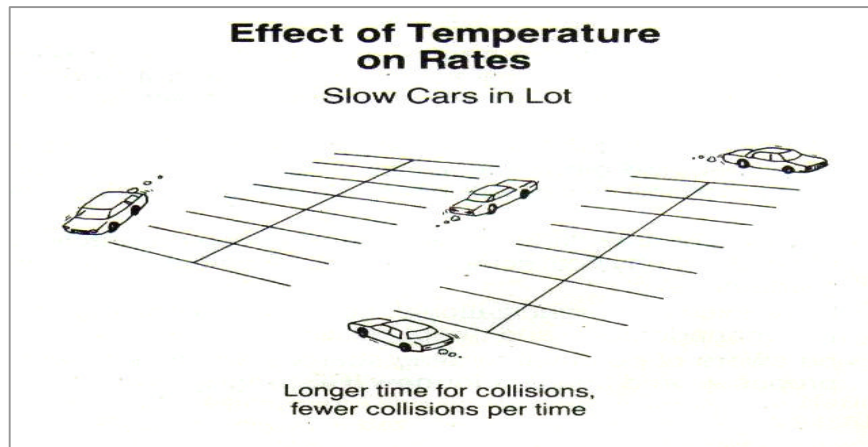


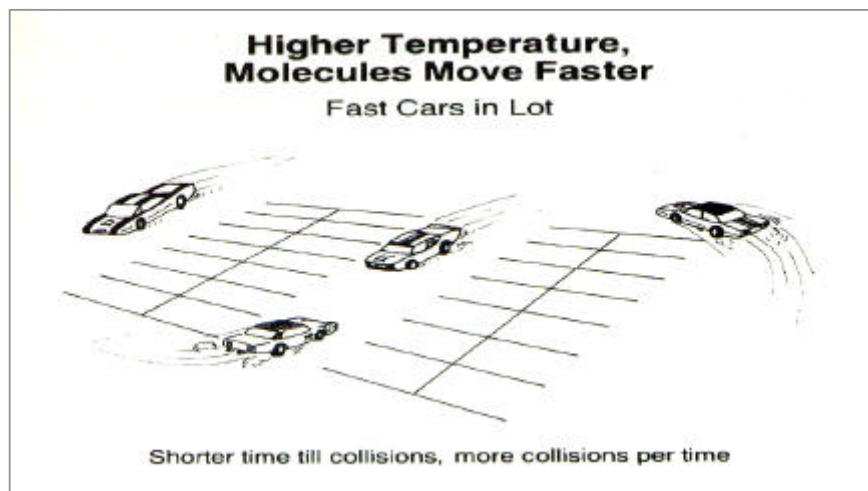
Figura II.40 J.C.E., vol. 71, nº 10, pág. 848



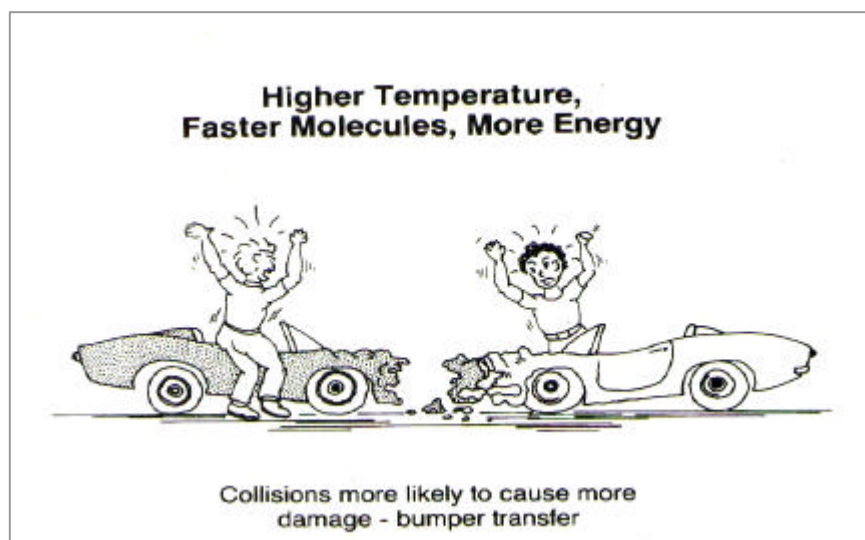
**Figura II.41** J.C.E., vol. 71, nº 10, pág. 848



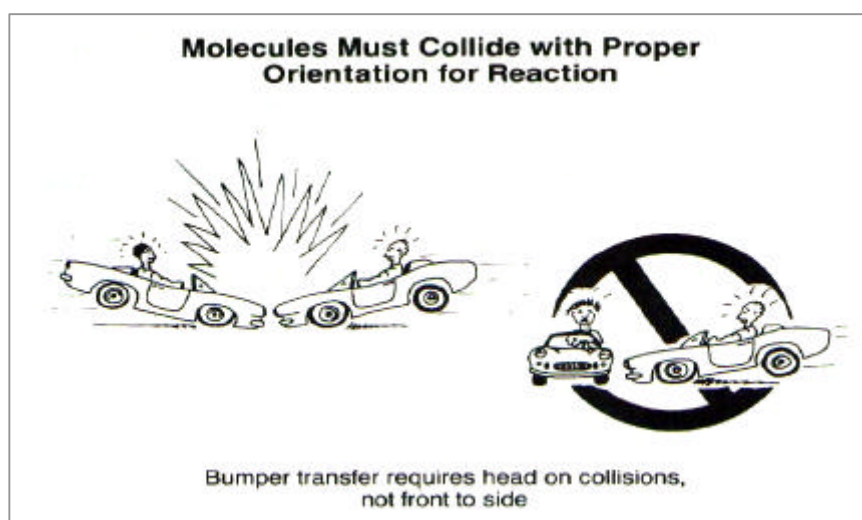
**Figura II.42** J.C.E., vol. 71, nº 10, pág. 848



**Figura II.43** J.C.E., vol. 71, nº 10, pág. 849



**Figura II.44** J.C.E., vol. 71, nº 10, pág. 849



**Figura II.45** J.C.E., vol. 71, nº 10, pág. 849

En una reacción de primer orden la vida media es constante (tópico). En este tipo de reacciones los alumnos suelen tener dificultad para comprender cómo una tonelada de sustancia puede reaccionar para reducirse a la mitad en el mismo tiempo que lo hace un gramo de ella. La explicación está en que al haber más cantidad de partida hay más cantidad que puede reaccionar simultáneamente. La figura II.39 muestra una analogía, para explicar este tópico, en la que se comparan los nueve meses que lleva un embarazo para traer un bebé con los nueve meses de cinco embarazos para traer cinco bebés (análogo). El tiempo es el mismo, pero no la cantidad de embarazos de partida.

Las analogías que se muestran en las figuras II.40 (aumento de la probabilidad de colisiones intermoleculares con la concentración), II.41 (disminución de la probabilidad de colisiones cuando disminuye la concentración), II.42 (disminución de las colisiones por unidad de tiempo al disminuir la temperatura), II.43 (aumento de las colisiones por unidad de tiempo al aumentar la temperatura), II.44 (efectividad de las colisiones) y II.45 (orientación adecuada de las moléculas al colisionar) están relacionadas con las variables que gobiernan las colisiones bimoleculares que tienen lugar en las reacciones químicas: concentración, temperatura y orientación.

La probabilidad de colisiones bimoleculares aumenta con la concentración (tópico) de manera semejante a como aumenta la probabilidad de colisiones entre coches cuanto mayor es el número de ellos que se encuentran moviéndose en un área determinada (análogo). Cuando la concentración se mantiene constante, la probabilidad de colisionar aumenta con la temperatura, de manera semejante a lo que sucede cuando los coches situados en un área determinada aumentan su velocidad.

Al aumentar la temperatura en las reacciones químicas se suministra más energía, de manera que las colisiones intermoleculares van a ser más efectivas y van a permitir que la reacción se lleve a cabo (tópico), originándose moléculas diferentes. Algo semejante ocurre cuando dos coches aumentan su velocidad y chocan entre sí (análogo); el daño causado es muy grande y los coches, tal como se muestra en la analogía de la figura II.44, han sufrido modificaciones.

Las moléculas deben colisionar con una orientación adecuada para que una reacción química se produzca (tópico), de manera que sólo los choques con esa orientación van a ser efectivos. Se puede imaginar algo similar con los choques entre coches, de manera que sólo estuviesen permitidos los choques frontales (análogo), tal como se muestra en la analogía de la figura II.45.

Un ejemplo de analogía *abstracto-abstracto* es el que se muestra en las figuras II.46 y II.47. En esta analogía, tanto el campo de fuerzas gravitatorio (tópico) como el campo de fuerzas eléctrico (análogo) son conceptos abstractos. Se intenta explicar, en base a la gran semejanza que existe entre la ley de la fuerza eléctrica de Coulomb y la ley de la fuerza gravitatoria de Newton, el concepto de campo de fuerzas gravitatorio.

Otro ejemplo es la representación de cómo se distribuyen los electrones en el átomo (cualquier modelo atómico), es decir, el de la distribución electrónica en los átomos.

**El campo gravitatorio**

Una masa  $M$  crea a su alrededor una propiedad o perturbación denominada *campo gravitatorio*.

Las características de este campo de fuerzas son muy semejantes a las del *campo eléctrico* creado por una carga negativa; ello es debido a la semejanza que existe entre las leyes de Coulomb y de Newton:

$$\mathbf{F}_{\text{elct}} = K \frac{Qq}{r^2} \mathbf{u}_r \qquad \mathbf{F}_{\text{grav}} = G \frac{Mm}{r^2} (-\mathbf{u}_r)$$

Los dos campos de fuerzas son **campos radiales** porque la fuerza está dirigida en la dirección del radio vector que une los centros de las cargas o de las masas; este tipo de campo se llama también **campo central** y es el más importante en Física.

Figura II.46. Ed. ECIR, FÍSICA 2º BACH., Pág. Nº 77

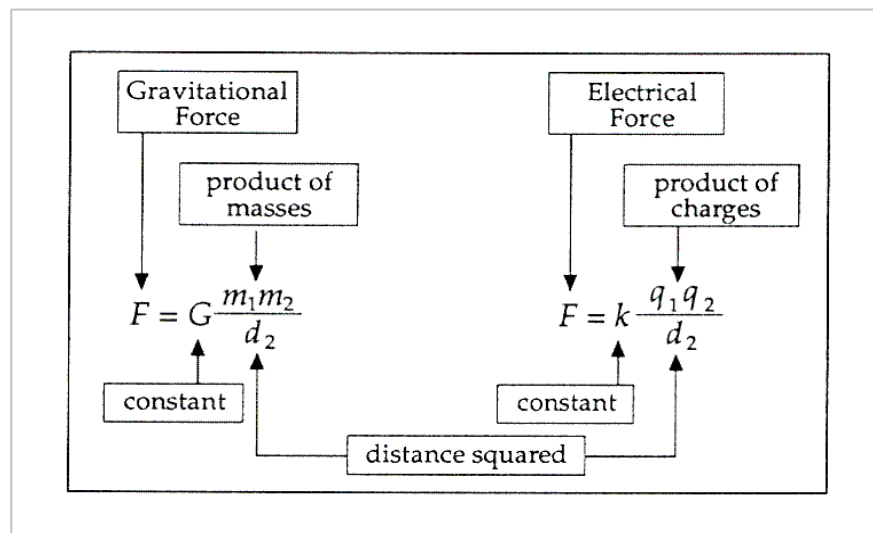


Figura II.47 Glynn [en línea]. 1997

### II.6.6. Relación analógica

Se han establecido comparaciones entre el análogo y el tópico de componentes, atributos de componentes, nexos (relaciones entre componentes), conexiones funcionales de los atributos, ... A este tejido de conexiones, comparaciones y semejanzas compartidas entre el análogo y el tópico se denomina *relación analógica*.



La relación analógica se representa por la *semejanza compartida* entre el análogo y el tópico. Si se presenta semejanza en la apariencia física externa o interna, la relación analógica es estructural. Cuando análogo y tópico presentan semejanzas en la función o en el comportamiento, la relación analógica es funcional. Si presentan ambos tipos de semejanza la relación analógica es estructural-funcional.

Hasta el momento se ha argumentado con la semejanza superficial, la semejanza estructural y la semejanza semántica. La semejanza superficial es la semejanza que existe entre los atributos de los componentes mientras que la semejanza estructural es la que presentan los nexos (que tienen configuraciones similares, es decir, relaciones o proporciones semejantes entre sus componentes). La semejanza semántica es la que presentan los nexos con significados semejantes.

La existencia de la semejanza estructural y la semejanza funcional va a dar lugar a que la relación analógica entre análogo y tópico pueda ser estructural, funcional o estructural-funcional. Por tal motivo se admite:

1. Que la relación analógica estructural es la que presentan análogo y tópico cuando comparten semejanza superficial (componentes con apariencia física externa semejante) y semejanza estructural (nexos con apariencia física interna, es decir, con configuraciones similares, con relaciones o proporciones semejantes entre sus componentes).
2. Que la relación analógica funcional es la que presentan análogo y tópico cuando comparten semejanza semántica (nexos con significados semejantes, con estructuras de conexiones funcionales semejantes), motivo por el cual presentan una función o comportamiento semejantes.

Un ejemplo de relación analógica estructural se tiene en la analogía de la figura II.8. Entre el análogo (estadio de fútbol y guisante) y el tópico (átomo y núcleo) existen atributos semejantes como son la forma curva elíptica del estadio y del átomo bidimensional y la forma esférica del núcleo y del guisante, pero también existe semejanza en la relación que existe entre el tamaño del guisante y el diámetro del estadio y el tamaño del núcleo y el diámetro atómico.

Otros ejemplos de relación analógica estructural son los que se muestran en las siguientes analogías:

“Las ondulaciones de los estratos son semejantes a una onda” (Ed. ANAYA, BYG 1º Bach., pág. 54 ).

“La superficie de la Tierra es similar a la de un balón de fútbol” (Ed. ECIR, BYG 4º ESO, pág. 76).

“La corteza electrónica de un átomo es similar a una cebolla” (Ed. SM, FYQ 3º ESO, pág. 39).

“Las células de la cáscara de cebolla son como las habitaciones de una casa” (Curtis y Reigeluth, 1984, pág. 103))

Un ejemplo de relación analógica funcional es el que se muestra a continuación:

“Los enlaces químicos que unen a los átomos pueden compararse a la lucha de la cuerda entre dos personas” (Thagard, 1992, pág. 540).

La semejanza semántica se manifiesta entre el enlace y el agarre de la cuerda, es decir, entre la lucha de la cuerda entre las dos personas y la lucha por los electrones entre los dos átomos. Esta semejanza semántica es la responsable de que análogo y tópico se comporten de manera similar y que, por tanto, presenten relación analógica funcional.

Otros ejemplos de relación analógica funcional entre el análogo y el tópico son los que se muestran en las siguientes analogías:

“La Luna es como un gran espejo que refleja la luz” (Ed. EDEBÉ, CCNN 1º ESO, pág. 153).

“Los ultrasonidos se comportan de forma parecida a los rayos luminosos” (Ed. ANAYA, FÍSICA 2º Bach., pág. 140).

La relación analógica estructural-funcional es la que está presente en la siguiente analogía:

“La piel de los peces está recubierta de escamas imbricadas como las tejas de un tejado” (Ed. SANTILLANA, BYG 1º Bach., pág. 133).

Se aprecia que en ella está presente tanto la relación analógica estructural (semejanza superficial y semejanza estructural) como la relación analógica funcional (las tejas y las escamas tienen una función similar).

La analogía de la figura II.36 (a y b) para explicar el espectro del hidrógeno y los niveles energéticos muestra, también, una relación analógica estructural-funcional. En esta relación la apariencia de los escalones y de las órbitas planas, en lo que respecta a su separación, es semejante. Pero también es semejante el comportamiento del electrón en la escalera y en el átomo.

Otro ejemplo es la analogía de la figura II.37 en la que se aprecia semejanza en la apariencia, en la estructura y en el funcionamiento de la máquina fotográfica y del ojo humano.

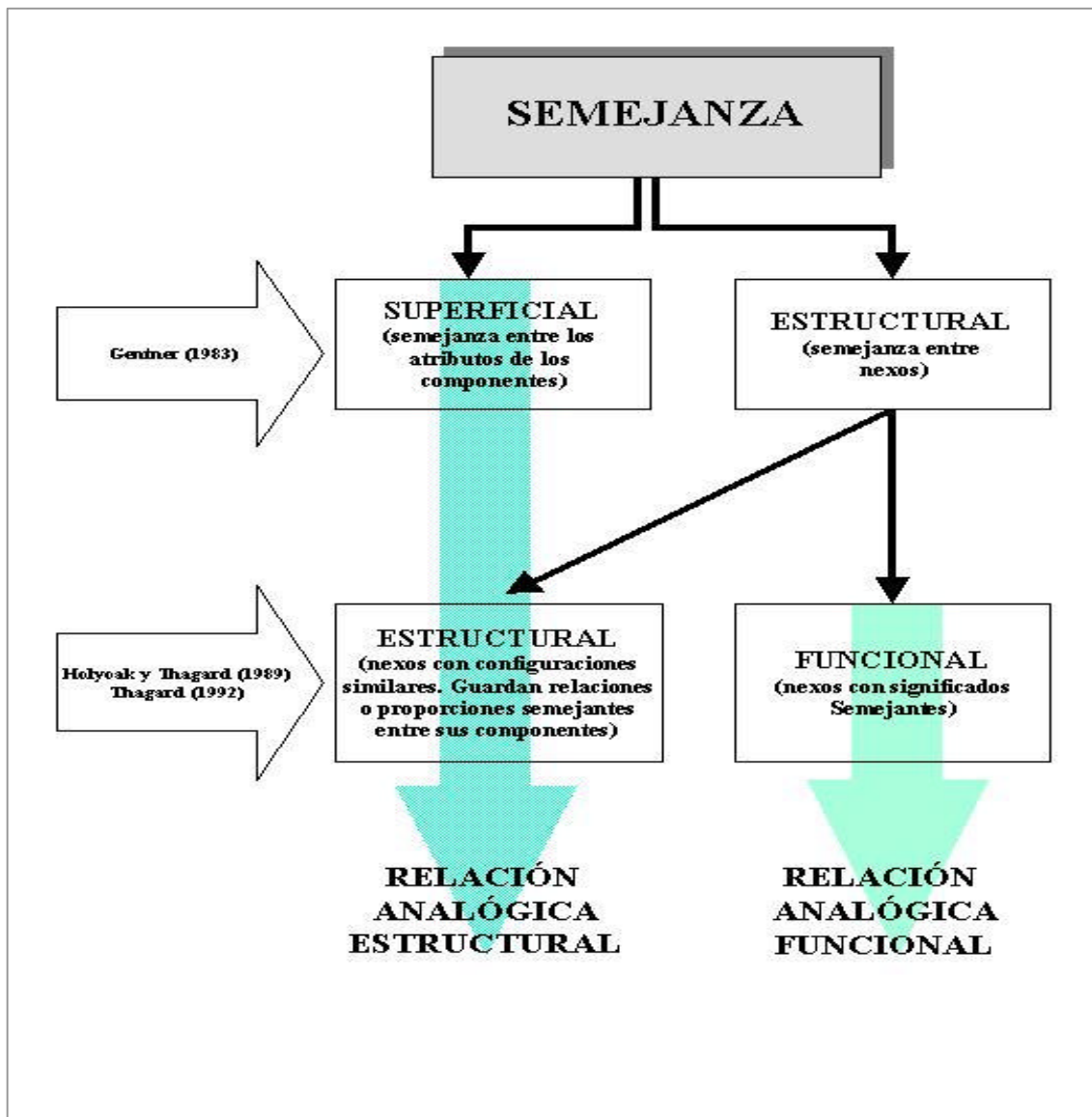


Figura II.48 Tipos de semejanza entre el análogo y el tópic

El esquema que se muestra en la figura II.48 de la página anterior clarifica las afirmaciones que se han hecho en este capítulo relativas a los tipos de semejanza entre el análogo y el tópico. Facilita, por tanto, la comprensión de la relación analógica en cada uno de los ejemplos de analogías que se han mencionado, y en los que se muestran a continuación.

Otro ejemplo interesante de relación analógica estructural-funcional es el que describe Gee (1978), en la analogía hidráulica (hidrodinámica) usada por Maxwell para explicar los fenómenos electrostáticos. Se puede interpretar de su propuesta que la trama o relación analógica es la siguiente:

<b>ANÁLOGO</b>		<b>TÓPICO</b>
Canalización de un nacimiento de agua	⇔	Fenómenos electrostáticos
Nacimiento de agua	⇔	Carga positiva
Infiltraciones	⇔	Carga negativa
El tubo por el que fluye	⇔	Líneas de fuerza
Dirección y velocidad del fluido	⇔	Campo de fuerza
Diferencia de presión en el fluido	⇔	Diferencia de potencial electrostático
Porcentaje de fluido por unidad de área	⇔	Densidad de carga superficial
Fluido con viscosidad resistente al avance	⇔	Medio dieléctrico

Algunos de los nexos guardan entre sí una relación analógica estructural (canalización de un nacimiento de agua y fenómenos electrostáticos), mientras que otros guardan una relación analógica funcional (dirección y velocidad del fluido y campo de fuerza).

El *Journal of Chemical Education* ofrece una gran variedad de analogías con diferente relación analógica entre el análogo y el tópico. A continuación se muestran algunos ejemplos:

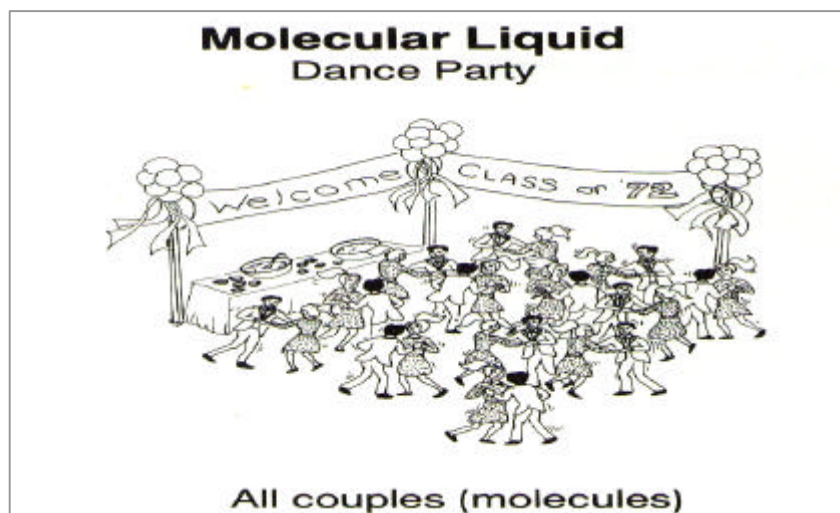
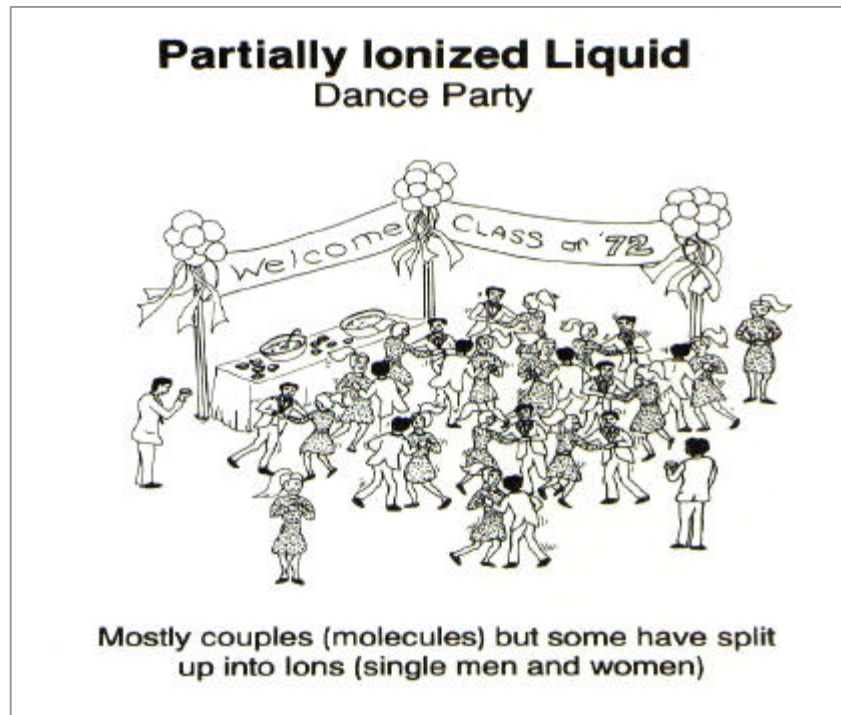


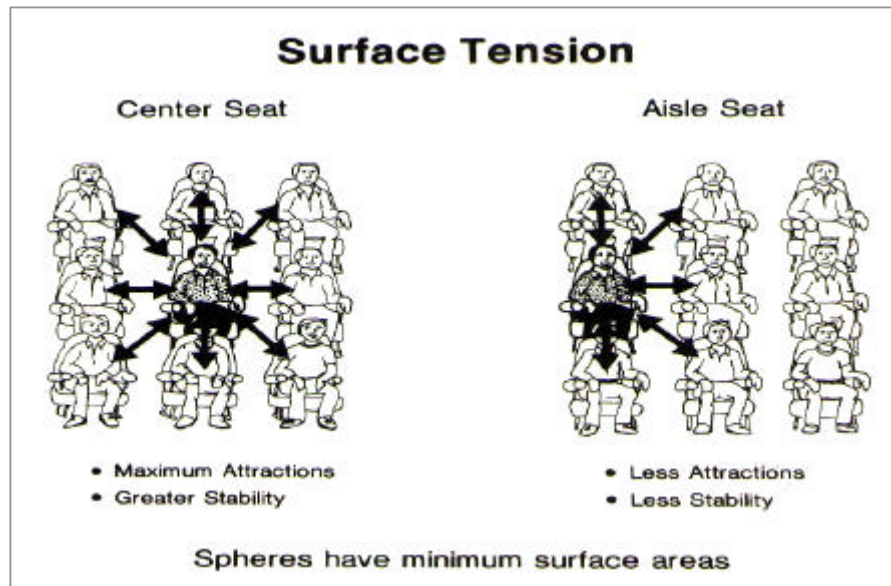
Figura II.49 J.C.E., vol. 70, nº 11, pág. 881



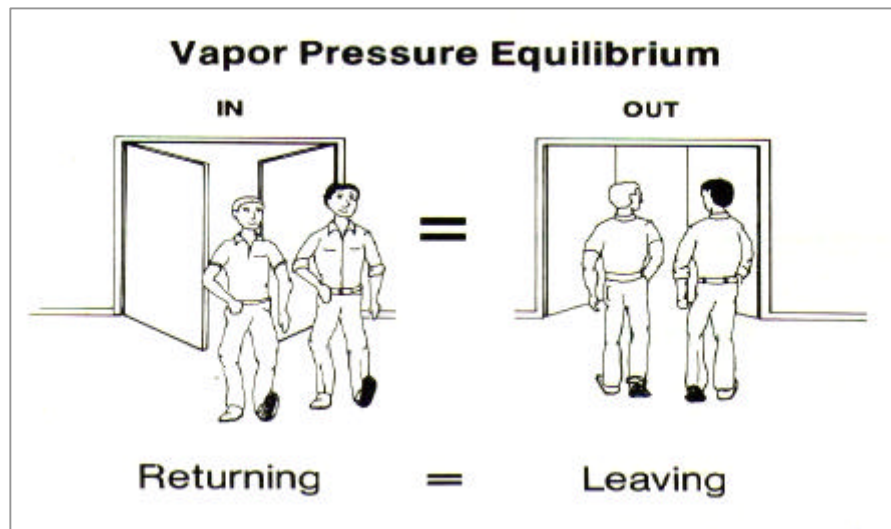
**Figura II.50** J.C.E., vol. 70, n° 11, pág. 881

Las moléculas en un líquido (tópico) se pueden comparar a un grupo de personas (análogo) que se reúnen en una celebración. Se mueven desordenadamente, entran en contacto y se sienten atraídas unas por otras. La analogía es válida tanto para los líquidos moleculares como el éter, tal como muestra la figura II.49, como para líquidos parcialmente ionizados como el agua, tal como muestra la figura II.50. En los líquidos moleculares (tópico) todas las personas se encuentran bailando en parejas (análogo), mientras que en los líquidos parcialmente ionizados hay algunos hombres y mujeres que no bailan en parejas y que, por lo tanto están separados; pueden compararse a los iones del líquido. Se trata, por tanto, de dos analogías que presentan una relación analógica estructural-funcional.

Entre las moléculas de un líquido pueden existir fuertes fuerzas atractivas intermoleculares y este hecho se puede manifestar en la denominada tensión superficial. La analogía de la figura II.51 explica este fenómeno (tópico) a partir de las fuerzas de atracción a que se encuentra sometida una persona (análogo) dependiendo del lugar donde se encuentre sentada en el interior de un teatro. Cuando el asiento no es central la resultante de las fuerzas atractivas está dirigida hacia el interior, no se anula, y es la responsable de la tensión superficial. La relación analógica es estructural.



**Figura II.51** J.C.E., vol. 70, nº 11, pág. 881



**Figura II.52** J.C.E., vol. 70, nº 11, pág. 882

Una analogía que ayuda a explicar el equilibrio de la presión de vapor (tópico), producido cuando las moléculas de disolvente abandonan y retornan a la superficie del líquido a la misma velocidad, es la de los estudiantes que entran y abandonan una clase con la misma rapidez (análogo) y que se muestra en la figura II.52. La relación analógica entre el análogo y el tópico es estructural-funcional.

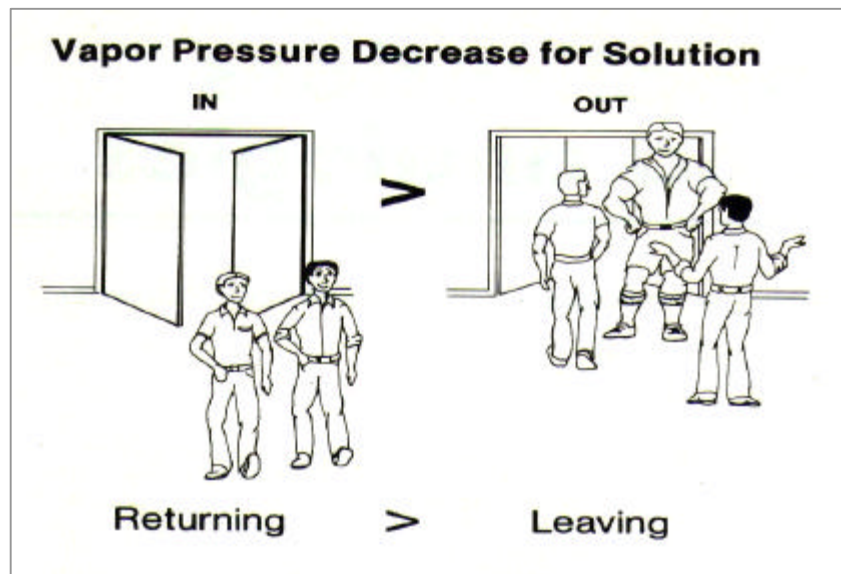


Figura II.53 J.C.E., vol. 70, nº 11, pág. 882

Las moléculas de un soluto no volátil disminuyen la presión de vapor del disolvente. Este hecho (tópico) se puede explicar cuando el profesor de guardia se pone en la puerta de salida de la clase, reduciendo de esta forma la velocidad de salida de los alumnos (análogo). Esta analogía se muestra en la figura II.53 y es estructural-funcional.

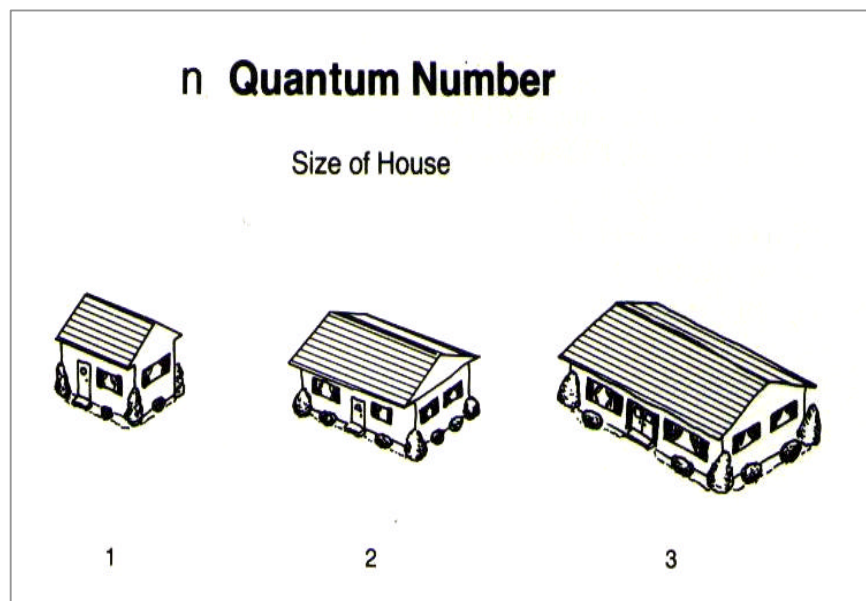


Figura II.54 J.C.E., vol. 70, nº 8, pág. 649

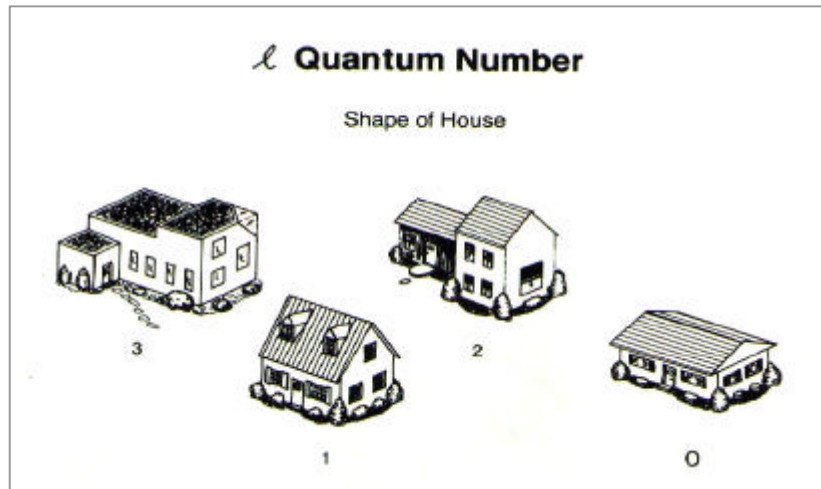


Figura II.55 J.C.E., vol. 70, nº 8, pág. 649

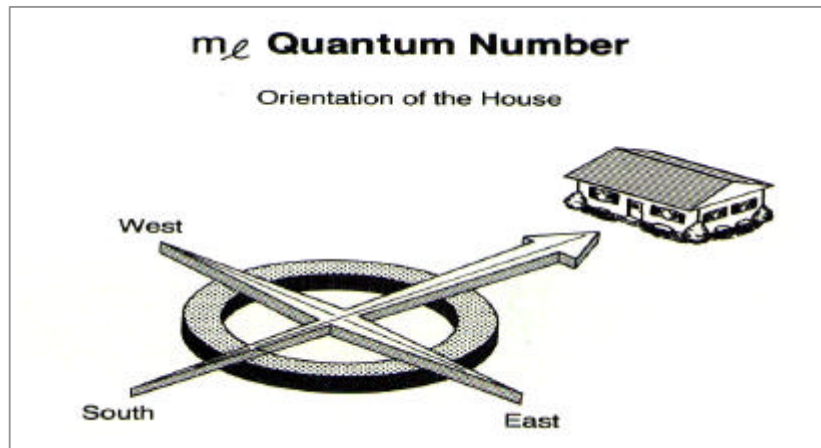


Figura II.56 J.C.E., vol. 70, nº 8, pág. 649

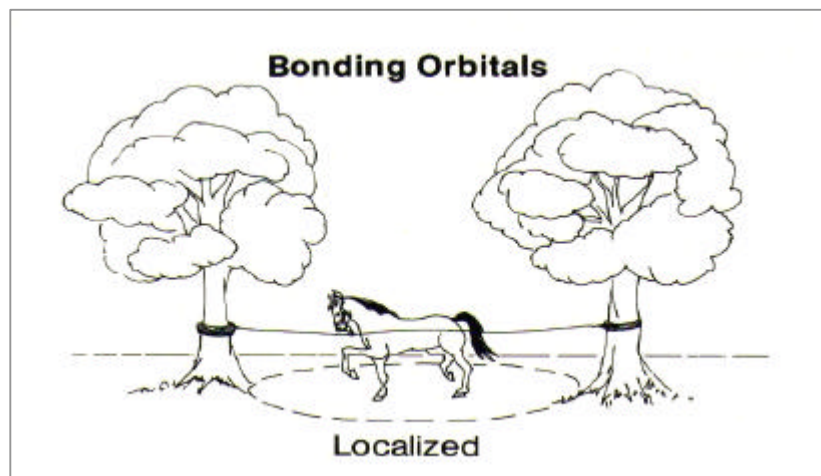
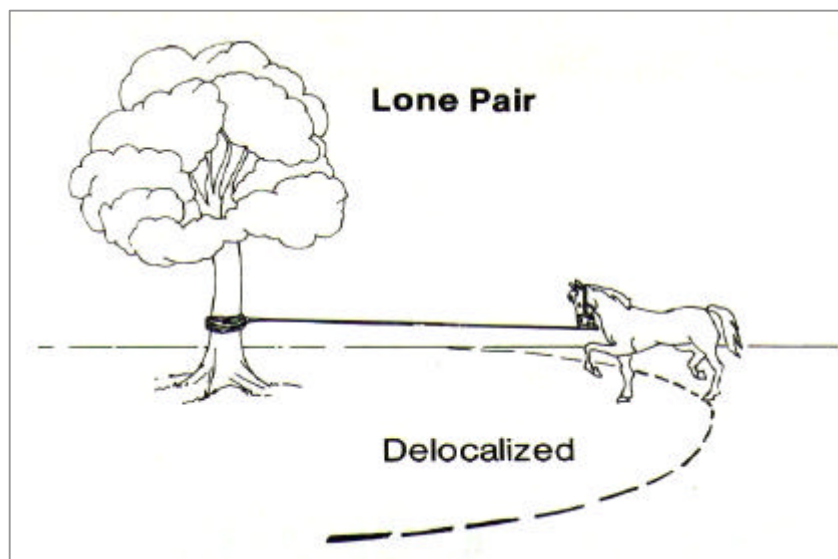


Figura II.57 J.C.E., vol. 70, nº 8, pág. 650





**Figura II.58** J.C.E., vol. 70, nº 8, pág. 650

Los números cuánticos son conceptos abstractos para los alumnos. El número cuántico principal "n" puede adoptar distintos valores, de manera que el tamaño del orbital aumenta con el valor de "n" (tópico), tal como muestra la analogía de la figura II.54. El análogo está representado por tres casas que se diferencian, únicamente, en su tamaño.

El número cuántico secundario "l" (tópico) da la forma del orbital, por lo que una analogía que lo explica es la que se muestra en la figura II.55 y en la que el análogo lo constituyen las cuatro casas que figuran en ella.

El tercer número cuántico, "m<sub>l</sub>" tiene que ver con la orientación del orbital en un campo magnético. La figura II.56 muestra una analogía en la que el análogo es una casa que puede presentar diferentes orientaciones.

Estas tres analogías (figuras II.54, II.55 y II.56) presentan una relación analógica estructural. No existe semejanza semántica que implique un comportamiento o funcionamiento semejante en el análogo y en el tópico.

Los electrones de un orbital de enlace están más localizados porque son atraídos por la carga nuclear de los dos átomos del enlace. Cuando el orbital no está implicado en un enlace los electrones del mismo son atraídos únicamente por un núcleo, por lo que el orbital está menos localizado. Estos conceptos (tópicos) se pueden explicar con las analogías de las figuras II.57 y II.58 en las que se muestra un caballo atado mediante una cuerda a dos árboles y a un único árbol (análogos). La relación analógica en las dos analogías es funcional.

### II.6.7. Nivel de enriquecimiento

El nivel de enriquecimiento de una analogía es la extensión con que el profesor o autor del libro de texto describe las comparaciones entre los distintos *componentes* y *nexos* del análogo y del tópico. Las analogías se clasifican, según su nivel de enriquecimiento, en *simples*, *enriquecidas*, *enriquecidas con limitaciones* y *extendidas*.

Muchas analogías se muestran con una simple frase en la que figura el análogo, el tópico y un conector tal como "es parecido a", "es semejante a", o "es análogo a". Está ausente en este caso la descripción o explicación de las comparaciones entre el análogo y el tópico, motivo por el que la analogía se denomina analogía simple. El tópico es parecido al análogo, sin más explicaciones, como algo obvio.

Las analogías enriquecidas describen (explican) las semejanzas entre el análogo y el tópico. Indican algunas matizaciones de los componentes y nexos que intervienen en el proceso de comparación.

Cuando en una analogía se especifica la limitación que presenta alguna de las comparaciones propuestas, dicha limitación se considera como un ejemplo de enriquecimiento y la analogía se denomina enriquecida con limitaciones tipo EL1. Si lo que se describe es la limitación que presenta alguna de las posibles comparaciones entre el análogo y el tópico, y que no se han propuesto en la puesta en acción de la analogía, dicha limitación se considera también un ejemplo de enriquecimiento y se denomina enriquecida con limitaciones tipo EL2. Por tanto, se trata de advertir a los alumnos de las limitaciones de las comparaciones que se han propuesto y de aquellas comparaciones que no se deben establecer entre el análogo y el tópico.

Cuando se especifican las limitaciones entre comparaciones propuestas y entre comparaciones no propuestas, la analogía es enriquecida con limitaciones del tipo EL1-EL2.

Las figuras II.10 (reactivo limitante y personas aisladas y unidas de mano) y II.11 (compuesto químico y helicóptero) muestran dos analogías simples. En ninguna de ellas se describen o explican las comparaciones entre los componentes y nexos del análogo y del tópico. Otros ejemplos de analogías simples son los que se muestran seguidamente:

"La atmósfera actúa como una trampa térmica" (Ed. ECIR, FYQ 1º Bach., pág. 137). (Simple)

“Cuando la reacción química finaliza pueden haberse agotado todos los reactivos o quedar en exceso uno de ellos. Algo semejante ocurre cuando queremos montar lámparas con soportes y bombillas” (Ed. ECIR, FYQ 3º ESO, Pág. 74). (Simple)

Las figuras II.8, II.9 y II.36 (a y b) muestran tres analogías enriquecidas. En la figura II.8 se describe la comparación entre el átomo y el estadio de fútbol y entre el guisante y el núcleo. Lo mismo sucede con la comparación entre hombres separados y monómeros y hombres en cadena y polímeros de la figura II.9. La comparación entre los peldaños de la escalera y los niveles energéticos del átomo de hidrógeno queda patente en las figuras II.36 (a y b).

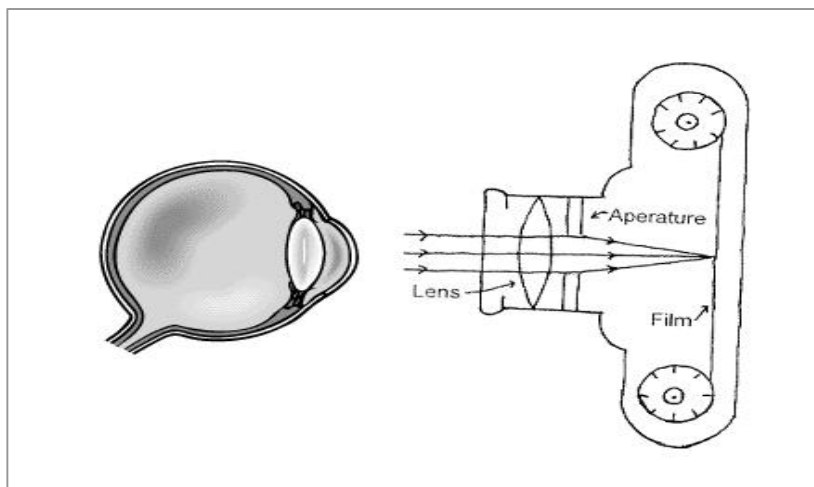
En una analogía enriquecida, la descripción de las comparaciones de componentes y nexos entre el análogo y el tópicos es mucho más evidente para los alumnos cuando figura en forma de esquema o trama. Sirva como ejemplo de ello la siguiente analogía:

“Para que exista corriente en un circuito tiene que haber una diferencia de potencial entre sus extremos. La existencia de la diferencia de potencial es la causa de la aparición de la corriente, que es el efecto. Lo que ocurre en un circuito puede compararse con el efecto que produce una fuerza al aplicarla a un muelle: si aumenta la fuerza aumenta el alargamiento.

	MUELLE	CIRCUITO
<i>Fenómeno producido</i>	alargamiento	circulación de cargas
<i>Causa</i>	la fuerza aplicada	la ddp aplicada
<i>Efecto</i>	el alargamiento	la intensidad”

( Ed. ECIR, FYQ 3º ESO, Pág. 104). (Enriquecida)

La figura II.37 muestra la analogía de la máquina fotográfica para explicar el funcionamiento del ojo humano.

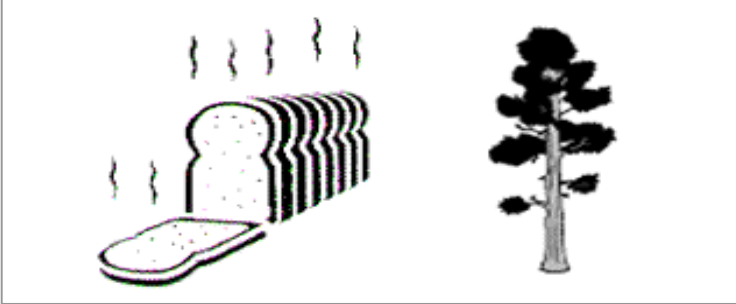


**Figura II.37** Glynn [en línea]. 1997

Cuando la semejanza entre el análogo (máquina fotográfica) y el tópico (ojo humano) se describe mediante la trama siguiente, la analogía es enriquecida:

Objetivo	↔	Cristalino
Apertura	↔	Pupila
Diafragma	↔	Iris
Film	↔	Retina
Imagen invertida	↔	Imagen invertida

Otro ejemplo de analogía enriquecida es el que se muestra en la figura II.59. Nuevamente se describe la trama entre el análogo (pan horneado) y el tópico (fotosíntesis).



ANALOGÍA ENTRE LA BARRA DE PAN Y LA FOTOSÍNTESIS		
Proceso	Barra de pan	Fotosíntesis
Materia prima	Harina, leche, agua, mantequilla, huevos, etc.	Dióxido de carbono, agua
Fuente de energía	Calor del horno	Luz solar
Producto final	Pan	Azúcar (Glucosa) Oxígeno

**Figura II.59 Glynn [en línea]. 1997**

La trama puede venir descrita de manera implícita en la analogía. Un ejemplo de ello se muestra en las dos analogías enriquecidas correspondientes a las figuras II.60 y II.61. Es obvio que en la analogía de la figura II.60 la válvula del circuito de agua (análogo) es semejante al interruptor del circuito eléctrico, que el estrechamiento de la tubería es semejante a la resistencia eléctrica, que... Lo mismo sucede en la analogía de la figura II.61 en la que el análogo es una fábrica y el tópico la célula.

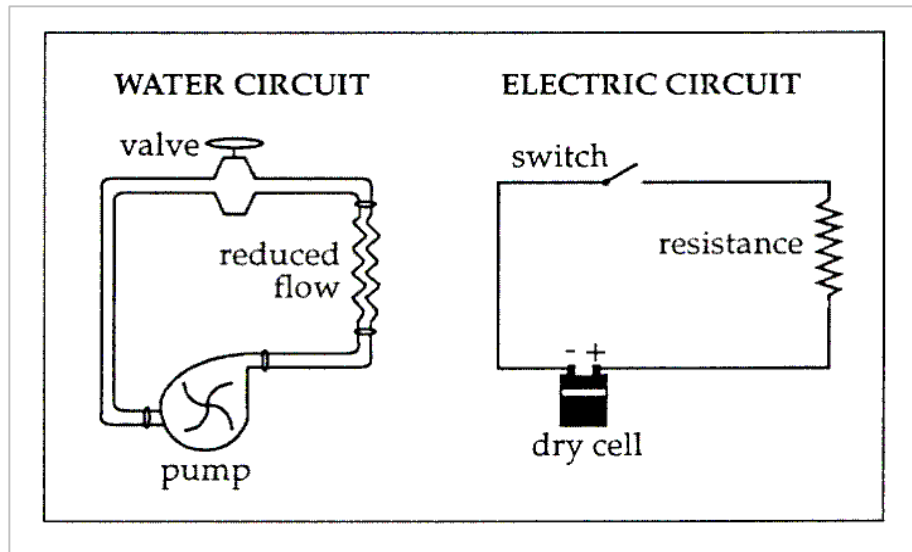


Figura II.60 Glynn [en línea]. 1997

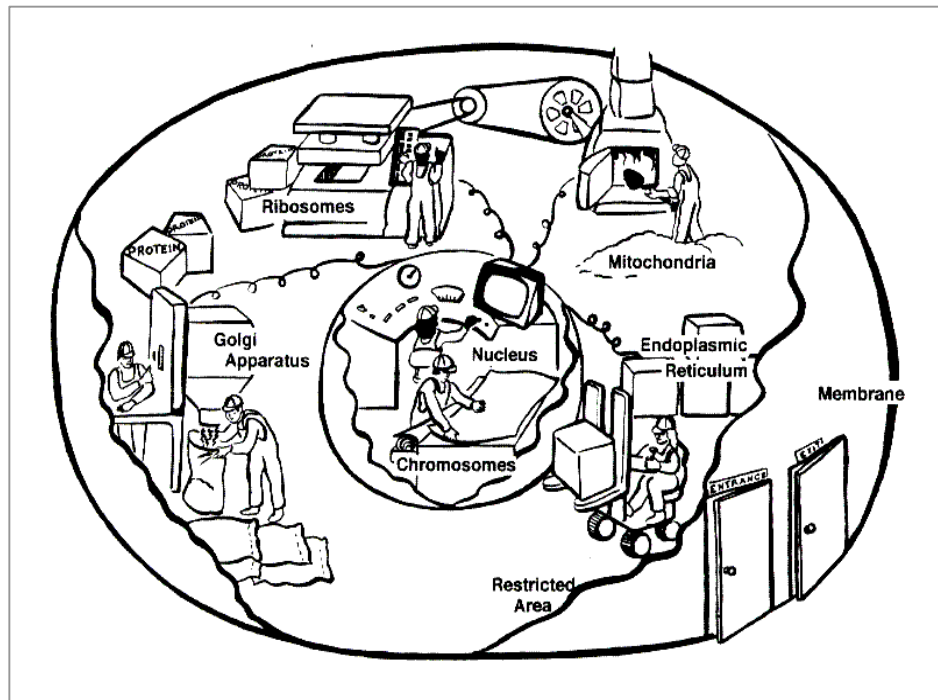


Figura II.61 Glynn [en línea]. 1997

Existen analogías enriquecidas con limitaciones. Un ejemplo es la analogía enriquecida con limitaciones tipo EL1 que se describe a continuación.

“Existe una analogía entre la caída de las fichas de dominó en serie y los impulsos nerviosos. Al igual que la analogía, el impulso debe recorrer la totalidad de la fibra, antes de que ésta se recupere para conducir un nuevo impulso. Sin embargo, este período de recuperación es muy breve, únicamente de unas pocas milésimas de segundo. Hay otra similitud entre las fichas de dominó y los impulsos nerviosos: si la primera ficha no recibe un impulso suficiente que la tumbe, podrá balancearse sin caer y no desencadenará la caída en cascada de las demás fichas. Algo igual ocurre con los estímulos. Si su intensidad no sobrepasa un cierto nivel (umbral), no excitarán al receptor sensorial y no se generará un impulso nervioso” (Ed. ANAYA, BYG 1º BACH., Pág. 270-271). (Enriquecida. EL1)

Una analogía puede ser simple y presentar en su descripción limitaciones. Se trata, tal como se comentó anteriormente, de una analogía simple tipo EL2. En este tipo de analogías no se describen las comparaciones entre componentes y nexos semejantes del análogo y del tópic, pero sí se describen limitaciones, como la que se explicita en el siguiente párrafo y que corresponde a la analogía que se muestra en la figura II.62.

“... Sin embargo, el valor de “k” depende del medio, por lo que no es una constante universal (he aquí una diferencia con la ley de gravitación universal, cuya formulación matemática es tan similar)...”

La fuerza con que se atraen o repelen dos cargas es directamente proporcional al producto de las cargas, inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa y actúa en la dirección de la recta que las une. 14.1

$$F = k \frac{|Q| |Q'|}{r^2}$$

Como ya vimos en la UNIDAD 10, la unidad de fuerza en el Sistema Internacional es el newton (N).

El valor de la constante de proporcionalidad  $k$  depende de las unidades elegidas. Hoy en día, la unidad del Sistema Internacional para la carga eléctrica es el culombio (C), que se define en función de la corriente eléctrica, como veremos más adelante.

Eligiendo el culombio como unidad de carga, el valor de la constante  $k$ , medida en el vacío, es de:

$$k \approx 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$$

Sin embargo, el valor de  $k$  depende del medio, por lo que no es una constante universal (he aquí una diferencia con la ley de la gravitación universal, cuya formulación matemática es tan similar). Por este motivo, es muy común expresar la constante  $k$  en términos de otra constante llamada **permitividad del medio ( $\epsilon$ )**, de modo que:

$$k = \frac{1}{4 \pi \epsilon}$$

En el caso del vacío  $\epsilon = \epsilon_0$ , de valor aproximado:

$$\epsilon_0 \approx 8,9 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N m}^2$$

Y como la fuerza es una magnitud vectorial, podemos expresarla de la siguiente forma:

$$\vec{F} = k \frac{QQ'}{r^2} \vec{u}_r$$
 14.2

donde  $\vec{u}_r$  es el vector unitario en la dirección de la recta que une ambas cargas. Las cargas  $Q$  y  $Q'$  son magnitudes escalares que pueden tener signo positivo o negativo. Cuando son de distinto signo, la fuerza es atractiva; así pues, el signo negativo de la fuerza, al igual que ocurría con la expresión de la fuerza gravitacional, indica que la fuerza es atractiva.

Figura II.62 Ed. OXFORD, FYQ 1º BACH., Pág. 414 (Simple. EL2)

No se han encontrado en los libros de texto analogías enriquecidas del tipo EL1-EL2. Tampoco analogías enriquecidas y con limitaciones del tipo EL2. Como ejemplo de este tipo de analogías se citan dos versiones de la analogía cámara fotográfica-ojo humano publicadas por Glynn:

“Un ojo es parecido a una máquina fotográfica. El diafragma regula la cantidad de luz que entra por el objetivo mientras que el iris regula la cantidad de luz que entra por el cristalino. Por lo tanto, la apertura del objetivo es similar a la pupila. Sin embargo debemos tener en cuenta que el objetivo enfoca acercándose y alejándose mientras que el cristalino lo hace cambiando de forma. Además, la imagen en el ojo es tridimensional mientras que en la cámara es plana” (Glynn [en línea]. 1997).

“Un ojo es parecido a una máquina fotográfica. El diafragma regula la cantidad de luz que entra por el objetivo mientras que el iris regula la cantidad de luz que entra por el cristalino. Por lo tanto la apertura del objetivo es similar a la pupila. Sin embargo debemos tener en cuenta que la imagen en el ojo es tridimensional mientras que en la cámara es plana” (Glynn [en línea]. 1997).

La primera analogía es enriquecida y presenta dos limitaciones: una referente a una comparación que se explicita en la analogía, la del objetivo y el cristalino y la otra referente a una comparación que no se explicita en la analogía, la imagen formada en la cámara y en el ojo. Se trata, por lo tanto, de una analogía enriquecida del tipo EL1-EL2.

La segunda analogía es enriquecida y presenta una única limitación que se refiere a la imagen formada en la cámara y en ojo. En ninguna de las comparaciones que se explicitan entre el análogo y el tópico se hace referencia a la imagen formada, por lo que se trata de una analogía enriquecida tipo EL2.

Existen analogías en las que se emplean varios análogos para explicar un único tópico, o un único análogo para explicar varios tópicos. Estas analogías se consideran enriquecidas, como las anteriores, y reciben el nombre de analogías extendidas.

En el primer caso la analogía es extendida en el análogo mientras que en el segundo lo es en el tópico.

Las figuras II.63 y II.64 muestran dos ejemplos de estos tipos de analogías.

**Intensidad de corriente**

Ya sabemos en qué consiste una corriente eléctrica. Ahora tenemos que pensar cómo averiguar si es intensa o por el contrario es débil. Es una situación semejante a la que se presenta al tener que calcular la "densidad de tráfico" en un cierto punto de una carretera o al determinar el caudal de un río o una acequia.

**13** Si la corriente equivale al paso de cargas por una sección del circuito, ¿cómo se podría definir la intensidad de la corriente?

La *intensidad de corriente* nos informa del ritmo con que la carga atraviesa una sección del circuito; por ello esta magnitud ha de tener en cuenta a la vez la carga y el intervalo de tiempo. En definitiva, la **intensidad de corriente** se define como la carga que atraviesa una sección del circuito en la unidad de tiempo:


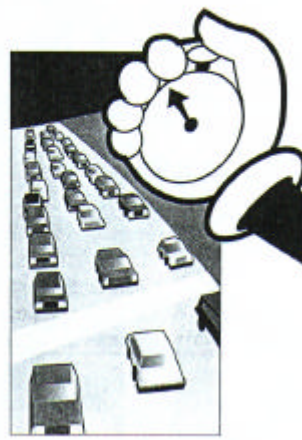
$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$



Fig. 5.5 La intensidad de corriente.

Figura II.63 Ed. ECIR, FYQ 3º ESO, pág. 99

Para explicar por qué cada estado de la materia presenta unas características determinadas en cuanto a forma y volumen, vamos a analizar el siguiente ejemplo:

Imagina un montón de arena de playa con la que puedes llenar moldes de diferentes formas. Cada vez que llenas un molde, la arena cambia de forma, exactamente igual que si se tratara de un líquido. Esto es posible porque la arena está compuesta por granos que se «deslizan» unos sobre otros.

Si los granos de arena estuvieran pegados unos a otros de modo que no pudieran moverse, sería imposible llenar los moldes y cambiar la forma primitiva del montón. La arena se comportaría, en este caso, como una piedra (es decir, como si fuera un sólido).

Imagina ahora que los granos de nuestro montón de arena son muy finos y están muy secos. Una ráfaga de viento podría levantarlos y dispersarlos en el aire, y los granos se moverían rápidamente, de un lado para otro, sin adoptar una forma determinada. En estas condiciones, la arena se asemejaría a un gas.






Figura II.64 Ed. OXFORD, CCNN 1º ESO, pág. 29



La analogía extendida en el análogo (figura II.63) utiliza dos análogos para explicar la intensidad de corriente eléctrica (tópico): la densidad de tráfico y el caudal de un río o de una acequia. La analogía extendida en el tópico (figura II.64) utiliza como análogo la arena de la playa para explicar los tres estados de agregación de la materia (3 tópicos).

Otro ejemplo de analogía extendida en el tópico es la que se muestra a continuación. Se utiliza un análogo –dos recipientes con distinto nivel de agua y conectados por una llave– para explicar dos tópicos: distribución de carga eléctrica en dos esferas metálicas iguales y distribución de carga eléctrica en dos esferas metálicas de distinto tamaño.

“Imagina dos recipientes con distinto nivel de agua y conectados por una llave. ¿Qué ocurrirá al abrir la llave que comunica ambos recipientes? ¿Cuándo quedará en equilibrio el sistema?.

Imagina ahora dos esferas metálicas iguales, una cargada y otra descargada. Si las ponemos en contacto parece lógico admitir que la carga pasará de una a otra y se repartirá por igual entre ambas esferas. En esta situación se dice que ambas esferas tienen el mismo potencial eléctrico.

Si las esferas fuesen de distinto tamaño y quedasen con la misma carga, las cargas de la esfera menor estarían más cerca unas de otras y se repelerían con más fuerza que las de la esfera mayor. Por ello parece lógico aceptar que el conductor de mayor radio se quedará con la mayor parte de la carga disponible. En efecto, la carga pasa de una a otra hasta que el potencial entre las dos esferas es el mismo.

La situación es comparable a lo que ha ocurrido con el nivel de agua en los dos recipientes iniciales” (Ed. ECIR, FYQ 3º ESO, Pág. 96-97).

### **II.6.8. Analogías múltiples**

Las analogías múltiples son aquellas en las que se emplean varios análogos para explicar aspectos distintos de un tópico muy amplio o complejo. Tienen la finalidad de evitar los errores conceptuales que podrían generarse con la utilización de un único análogo.

No se deben confundir las analogías múltiples con las analogías extendidas comentadas en el apartado anterior. Las analogías extendidas son empleadas, fundamentalmente, para explicar un mismo aspecto del tópico, es decir, para explicar un mismo concepto (analogías extendidas en el análogo, que son las más frecuentes).

Un ejemplo de analogía múltiple es el que se muestra a continuación, en la figura II.65. En ella se puede observar cómo se utilizan dos análogos –torre Eiffel y ciudad- para transferir al tópic –célula- las dos funciones del cito esqueleto: armazón interno rígido y estructura dinámica.

8

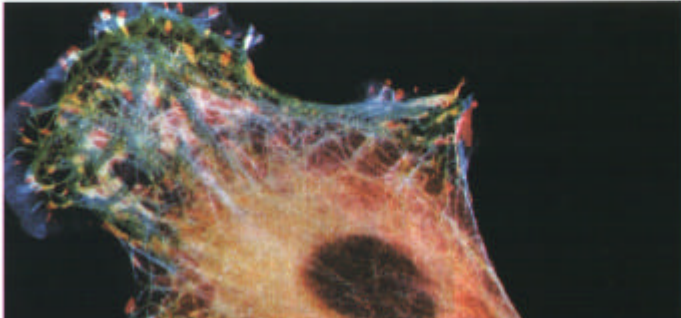
## CITOSOL Y CITOESQUELETO

La torre Eiffel construida en 1889 fue el edificio más alto del mundo hasta 1931. Está hecha de vigas de hierro y se necesitaron 2,5 millones de remaches para mantener la torre firme. Eiffel decía que el entramado de las vigas obedecía a la necesidad de dar estabilidad a la torre frente a los vendavales, pero su diseño fue pronto admirado por su simetría.

Las células contienen una red de fibras sólidas y tubos huecos que se entrecruzan y se unen formando como una especie de andamiaje o armazón interno. Este andamiaje, denominado "citoesqueleto", mantiene todo el volumen citoplasmático, de la misma forma que el esqueleto formado por vigas contribuye a mantener la torre Eiffel.

Sin embargo, el citoesqueleto es además una estructura dinámica que se encarga de crear y mantener un elevado nivel de organización en el citoplasma, convirtiendo a la célula viva en algo parecido a una ciudad, con servicios especializados concentrados en regiones diferentes pero conectados entre sí mediante vías de comunicación. Es capaz de reorganizarse cuando la célula cambia de forma y se mueve, de ahí que podría llamarse también "citomusculatura".

Los componentes del citoesqueleto alcanzan longitudes impresionantes dentro de la célula, llegando a cruzarla de un extremo a otro; además, se unen entre sí formando estructuras de espectacular belleza y gran regularidad.



**Figura II.65** Ed. ECIR, *BIOLOGÍA 2º Bach.,* pág. 133

### **II.7. Aspectos didácticos de las analogías**

La analogía facilita el aprendizaje del tópic y contribuye, también, a reestructurar el análogo. El uso de una analogía es, por tanto, un proceso doble en el que se desarrollan el análogo y el tópic (Duit,

1991). Este hecho es muy importante en el aprendizaje por cambio conceptual.

En este sentido, Mason (1996) sostiene que las analogías pueden usarse para:

- a) codificar y organizar el nuevo conocimiento
- b) acceder a información relacionada previamente en la memoria
- c) crear anomalías en un esquema conceptual
- d) superar los errores conceptuales
- e) crear nuevos esquemas

Rumelhart y Norman (1981) han publicado una perspectiva teórica del aprendizaje. Se fundamenta en la existencia de tres tipos de aprendizaje: acrecentamiento, sintonización (o esquema evolutivo) y reestructuración (o esquema creativo).

En el aprendizaje de acrecentamiento la nueva información es codificada en el esquema existente, por lo que no se desarrollan nuevos esquemas. Es la forma más común de aprendizaje. Parece ser bastante similar al proceso de asimilación de Piaget (García Madruga, 1998, pág. 16).

La generación de nuevos esquemas ocurre solamente en los otros dos tipos de aprendizaje. Los nuevos esquemas son generados por analogía, modelando los esquemas existentes al transferir estructuras desde el análogo al tópico. Estos dos tipos de aprendizaje comparten características importantes con los procesos de acomodación de Piaget (García Madruga, 1998, pág. 9).

Otra aportación muy importante a la función de las analogías en el proceso de aprendizaje es la síntesis de revisiones teóricas que hace Simons (1984). Según Simons, las analogías tienen tres funciones en el proceso de aprendizaje que justifican el porqué son ayudas efectivas en la explicación: función **concretizante**, función **estructurante** y función de **asimilación activa**.

Las analogías son ayudas efectivas en el aprendizaje porque hacen la información abstracta más imaginable y concreta (función concretizante).

Cuando se crea un nuevo esquema, un esquema analógico puede ser usado como una estructura formal, que puede ser la base del nuevo esquema. La estructura formal del nuevo esquema no necesita ser aprendida. Todo lo que uno necesita hacer es suplir la estructura formal con la nueva información. En este camino las analogías funcionan principalmente para estructurar la nueva información.

La tercera función teórica de las analogías es la asimilación activa. Según la "teoría de asimilación" de Mayer (1989) la presentación de analogías permite, al menos bajo algunas condiciones, la disponibilidad de las ideas relevantes intuitivas y estimular a los alumnos a integrar activamente la nueva información y la información previamente aprendida en la estructura cognitiva.

Las analogías ayudan más a los alumnos menos hábiles que a los más hábiles (Duit, 1991) y más a los alumnos que desconocen el tópico que a los expertos (Mayer, 1989). A estos últimos las analogías podrían resultarles superfluas.

Este hecho confiere gran importancia a la semejanza superficial -o semejanza de atributos entre el análogo y el tópico- ya que es la semejanza que inicialmente detectan los alumnos y que va a permitir a éstos acceder al análogo.

El acceso al análogo se inicia con la identificación de uno o más atributos del tópico y con la posterior relación con los atributos similares del análogo (Newby y Stepich, 1987).

Goswami (1992) indica que para que la analogía sea efectiva a alumnos inexpertos, éstos deben poder construir con facilidad la trama de comparaciones semejantes entre el análogo y el tópico.

Vosniadou (1989b) afirma que los alumnos más inexpertos tienen menos dificultad en razonar analógicamente cuando la relación analógica entre el análogo y el tópico se puede detectar fácilmente.

El hecho de que las comparaciones tengan lugar, fundamentalmente, entre nexos semejantes otorga a la analogía poder inferencial (Gentner, 1982). Por este motivo, Dupin y Johsua (1989, 1990), Glynn (1991) y Thagard (1992) argumentan que las buenas analogías deben tener gran poder inferencial y, por tanto, deben presentar gran semejanza estructural entre el análogo y el tópico.

Las manifestaciones anteriores implican reconocer que las analogías mejores son las que combinan ambos tipos de semejanza. Es decir, aquellas en las que la relación analógica entre el análogo y el tópico es del tipo estructural-funcional.

Además de por el tipo de semejanza compartida entre el análogo y el tópico, las analogías se conocen por una serie de características extrínsecas, características relacionadas con el contexto en el que se presentan. Dicho contexto influye en la trama de relaciones que el alumno establece entre el análogo y el tópico, restringiendo el proceso de extrapolación e influyendo en la información relevante que se transfiere. Se trata, por tanto, de restricciones contextuales.

Las restricciones contextuales pueden ser pragmáticas -finalidad o propósito para el que se usa la analogía- o venir establecidas por el profesor (o el autor del libro de texto) en sus explicaciones al indicar a los alumnos que una comparación entre nexos es más importante que otra. También pueden tener su origen al elegir el orden con el que comentan las diferentes comparaciones entre nexos, el formato en el que presenta la analogía, su localización en la explicación, la orientación analógica, la posición del análogo respecto a la explicación del tópico, el nivel de abstracción, el nivel de enriquecimiento, la extensión y la multiplicidad.

Las analogías se utilizan, generalmente, como herramientas de ayuda al aprendizaje. Si se tiene en cuenta que los conceptos se explican durante el desarrollo de la unidad didáctica o de la clase, resulta apropiado que las analogías figuren incrustadas en este desarrollo.

Las analogías que figuran en el inicio de la unidad didáctica o en el margen del libro de texto presentan un carácter secundario en el aprendizaje. Su utilización en el inicio de la unidad didáctica obedece más a una táctica de imagen y familiaridad para con el alumno que a una apuesta en la ayuda al aprendizaje.

Cuando las analogías se presentan al final de la clase o en las actividades finales de la unidad didáctica del libro de texto tienen un función de síntesis, aclaratoria, de relacionar los conceptos estudiados durante la misma, de complemento a las explicaciones aportadas durante el desarrollo.

Las imágenes ayudan a los alumnos a focalizar la atención y a establecer las comparaciones entre los *componentes* y *nexos* del análogo y del tópico. Ayudan al proceso de visualización favoreciendo la comprensión, tal como argumentan Mayer (1989) y Thiele y Treagust (1995).

Aunque en muchas analogías el formato verbal puede ser suficiente para visualizar el tópico, para los alumnos menos habilidosos o de cursos inferiores las analogías son más efectivas cuando se presentan en formato pictórico-verbal.

Muchos alumnos fracasan en el proceso de extrapolación porque el análogo no les es familiar, no lo conocen. Es conveniente, por tanto, que las analogías presenten orientación analógica. Por este motivo los autores de libros de texto y profesores deben explicar y describir el análogo. Incluso cuando el análogo es familiar pero complejo, es conveniente añadir una explicación o descripción adicional.

De esta forma se ayudaría, sobre todo, a los alumnos de cursos más bajos que tienen un conocimiento menor sobre el tópico y a los alumnos con más dificultades en el aprendizaje.

También fracasan porque no son advertidos de la técnica de aprendizaje que se está utilizando. Esta advertencia puede evitar que los alumnos no reconozcan un pasaje del texto o una explicación analógica del profesor y, por tanto, que establezcan comparaciones no deseables entre el análogo y el tópico.

El análogo puede presentarse:

- a) antes de la explicación del tópico, como un *organizador avanzado*.
- b) durante la explicación del tópico, como un *activador incrustado*.
- c) después de la instrucción del tópico, como un *pos sintetizador*.

La mayoría de las investigaciones apuntan a que son los atributos semejantes del análogo y del tópico los que conducen a asumir comprensivamente el análogo. Por este motivo, para que tenga lugar la recuperación y aceptación del análogo, éste debe presentarse durante la explicación del tópico ya que en este momento se tiene la garantía de que los alumnos conocen sus atributos.

Las analogías proporcionan un puente desde lo cotidiano a lo desconocido. Hacen que el contenido difícil y abstracto del tópico aparezca más simple y más familiar como consecuencia de relacionarlo con el análogo. El nivel de abstracción de las analogías debe ser, por tanto concreto-abstracto. Es decir, en las analogías un análogo concreto debe explicar un tópico abstracto.

Las analogías en las que el autor o profesor emplea como análogo un concepto abordado con anterioridad son muy efectivas ya que existe garantía de que el análogo es conocido por los alumnos. Con analogías de este tipo se puede introducir, por ejemplo, a los alumnos en el concepto de energía potencial eléctrica a partir del concepto anterior de energía potencial gravitatoria, o en el de campo eléctrico a partir del campo gravitatorio, o en el de campo magnético a partir del campo gravitatorio o eléctrico.

El uso de analogías simples comporta que sea el alumno el que establezca la trama de relaciones relevantes entre el análogo y el tópico. Los alumnos tienen, por tanto, libertad para llegar a sus propias

conclusiones sobre el contenido del tópico. Las analogías simples deben usarse, por tanto, en aquellos casos donde la relación analógica es obvia y necesita poca o ninguna explicación.

Las analogías con limitaciones aparecen como advertencias a los alumnos sobre las limitaciones de aquellas comparaciones que se han hecho, o de aquellas que no debe establecer, entre el análogo y el tópico. Se ratifica que las analogías deben, consecuentemente, ser enriquecidas e incluir:

- a) una información general de la limitación del uso de la analogía.
- b) una información relatando los componentes, atributos y nexos no incluidos en la analogía (o que no fueron incluidos en la trama o relación analógica).

Los profesores y autores de libros de texto deben procurar que el análogo sea familiar al alumno y, además, que sea más accesible que el tópico para lograr que tenga lugar el razonamiento analógico. Una forma de garantizar esto es utilizar analogías extendidas en el análogo, es decir, presentar al alumno varios análogos para explicar un único tópico.

Cuando un análogo es familiar y accesible al alumno y, además, presenta una trama de relaciones común a varios tópicos, se puede emplear en la explicación de éstos. Esta es la finalidad de utilizar analogías extendidas en el tópico.

Las analogías múltiples tienen un gran valor explicativo y deben emplearse siempre que se expliquen tópicos muy amplios y/o complejos para evitar los errores conceptuales que podrían generarse con la utilización de un único análogo.

Se concluye resaltando algunos de los aspectos didácticos que se consideran fundamentales, tanto para los profesores como para los autores o editores de libros de texto en sus explicaciones:

- Investigaciones recientes sugieren que se deberían emplear analogías enriquecidas, más que analogías simples, si se quiere que el contenido del tópico se comprenda mejor como consecuencia del uso de la analogía. Es posible, sin embargo, que los autores de libros de texto hayan asumido que sea el profesor en el aula el que las emplee (Thiele y Treagust, 1994).

- Tal como advierte Glynn (1991), cuando la analogía se emplea en el texto sin explicarla, la comprensión del tópico puede ser incompleta e incorrecta. Lo mismo puede suceder cuando la utiliza el profesor en el aula. Por este motivo no se debe asumir que los alumnos son capaces de efectuar la transferencia analógica correcta sin ayuda, y se deben describir las comparaciones entre el análogo y el tópico y sus limitaciones.
- Se está de acuerdo en que, tal como argumenta Idding (1997), las analogías ayudan a los estudiantes que tienen poco conocimiento sobre el tópico con mucha mayor intensidad que a los que lo conocen. A estos últimos las analogías podrían resultarles superfluas. Además, ayudan más a los alumnos menos hábiles que a los más hábiles. Por ello se recomienda que en los textos la analogía esté bien estructurada y explicada. Lo mismo debe suceder en las explicaciones analógicas del profesor. Se garantiza de esta forma un aprendizaje óptimo, previniendo posibles errores conceptuales.
- Se debe procurar que el análogo no sólo sea familiar al alumno, sino que sea más accesible que el tópico. Su estructura debe ser comprendida por lo alumnos para evitar posibles errores conceptuales, por lo que se debe incluir una explicación de él.
- Una analogía es solamente una herramienta de ayuda en el aprendizaje si el alumno comprende el análogo a fondo y si identifica las comparaciones entre el análogo y el tópico. Este proceso de comprensión, extracción y establecimiento de comparaciones deber ser suministrado por el autor del libro de texto o por el profesor en el aula.
- Para que una estrategia instruccional de enseñanza-aprendizaje sea efectiva es conveniente que los alumnos la conozcan y que sean advertidos de su presencia y de su utilización. En este sentido se considera muy interesante la propuesta metodológica conocida con el nombre **TWA** o *Teaching With Analogies* (Glynn, 1995, 1998; Harrison y Treagust, 1993; Thiele y Treagust, 1995), propuesta que recomienda seguir los siguientes pasos a la hora de construir las explicaciones analógicas:

1. Introducir el tópico.



2. Recordar a los alumnos el análogo.
3. Identificar las características relevantes del análogo.
4. Establecer las comparaciones entre el análogo y el tópico.
5. Identificar las limitaciones de la analogía.
6. Describir las conclusiones sobre el tópico.

Según la propuesta acerca del proceso analógico de enseñanza-aprendizaje de una analogía, descrita en el apartado V.4, para que el razonamiento analógico tenga lugar se debe diseñar y adaptar la analogía.

Para ello se propone una puesta en acción del proceso analógico como variante del TWA, que se denomina *Aprendizaje Con Analogías (ACA)*, y que aporta en relación al TWA la idea de que todo el proceso previo ejecutado por el profesor al diseñar el análogo, adaptarlo a los alumnos en cuestión, y la investigación de las dificultades con que se ha encontrado en otras ocasiones para su puesta en práctica, también forma parte (e importante) del proceso analógico de enseñanza-aprendizaje de una analogía.



### **III. OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN. HIPÓTESIS Y LÍMITES**

En este capítulo se describe el objeto del presente trabajo de investigación, las hipótesis de partida en el momento de afrontarlo, los objetivos que se han planteado en el mismo, y los límites que conlleva.

El papel de las analogías en la construcción y desarrollo del conocimiento científico y en su posterior comunicación, así como en el aprendizaje de las ciencias, es sobradamente reconocido por los investigadores en el campo de la didáctica. Este hecho ha llevado a considerar el estudio de las analogías como una investigación destacada, y a considerar como:

1ª HIPÓTESIS:

La aportación de las analogías al proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias es relevante.

2ª HIPÓTESIS:

La contribución de las analogías se puede mejorar sustancialmente si se diseña un método comprensivo de enseñanza-aprendizaje.

3ª HIPÓTESIS:

Los autores y editores de libros de texto de las editoriales que publican en nuestro país para la Educación Secundaria desconocen el potencial de las analogías como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias y, por lo tanto, su uso ni es habitual ni es el adecuado.

La investigación se ha acotado tomando como objeto de análisis una amplia revisión bibliográfica que permita el estudio y el posicionamiento de la contribución de las analogías al proceso de enseñanza-aprendizaje. Por otro lado se ha buscado sintonizar las concepciones de los distintos investigadores de cómo se lleva a cabo un proceso integral de formación con analogías en sintonía con los avances e innovaciones de la didáctica. Por último, se ha buscado el análisis de los libros de texto de Educación Secundaria de las editoriales de mayor arraigo a nivel nacional.

Para contrastar estas hipótesis se han diseñado una serie de objetivos de corto alcance que van a aportar explicaciones y datos. Los objetivos que se han planteado son los siguientes:

- 1. Explicitar la concepción y la estructura de la analogía.**
- 2. Proponer una puesta en acción del proceso analógico de enseñanza-aprendizaje.**
- 3. Diferenciar la analogía de otros tipos de comparaciones.**
- 4. Establecer unos criterios de clasificación de las analogías.**
- 5. Proponer una serie de recomendaciones sobre la utilización de las analogías en el proceso de enseñanza-aprendizaje.**
- 6. Detectar las analogías y averiguar su distribución en los libros de texto analizados. Contrastar la frecuencia en las diferentes editoriales y materias.**
- 7. Precisar el tipo de temas o tópicos que los autores de libros de texto eligen para tratarlos analógicamente y revelar si son los mismos o difieren de unas editoriales a otras.**

- 8. Examinar la “naturaleza de las analogías” que figuran en los textos analizados y averiguar si difieren de unos textos a otros, o de unas editoriales a otras.**
- 9. Confrontar la “naturaleza de las analogías” de los diferentes textos y editoriales con las recomendaciones para la enseñanza (se plasman en la revisión bibliográfica que se ha llevado a cabo).**
- 10. Averiguar qué estrategias de enseñanza han incorporado los autores de los libros de texto para ayudar a los alumnos a usar las analogías que describen.**

De esta contextualización se desprende que el trabajo de investigación presenta limitaciones y que plantea numerosos interrogantes, tales como:

- ¿Son igualmente válidas las analogías en todas las edades, en los distintos niveles educativos, en las distintas áreas de conocimiento de la ciencia (Biología, Física, Química,...), en los distintos bloques temáticos (estructura atómica, fotosíntesis, ...) y en los distintos tipos de conceptos?.
- ¿Son igualmente válidas las analogías cuando se emplean modelos didácticos diferentes, diferentes concepciones del aprendizaje, diferentes procesos de ejecución analógica y diferentes tipologías de contextos educativos?

Sin embargo, a través del estudio de campo se podrán esbozar nuevas líneas de investigación en esta área, y acotar, dentro de los rangos de validez, algunas limitaciones propuestas.



## **IV. METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

En el presente capítulo se describe el diseño de la investigación y la forma y el cómo se ha hecho y se ha llevado a cabo. Para ello se aborda, en primer lugar, el método seguido y, en segundo lugar, los instrumentos y las técnicas de recogida de información que se han utilizado.

#### **IV.1. Metodología de investigación**

La primera fase ha consistido en una amplia revisión bibliográfica con traducción, en la mayoría de los casos, y en la elaboración de la "ficha resumen" del apéndice IV.1.

La investigación se ha desarrollado, fundamentalmente, a partir de los análisis siguientes:

1. Análisis descriptivo y cualitativo de la revisión bibliográfica acerca de la aportación de las analogías al proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.
2. Análisis cuantitativo de las editoriales de libros de texto de Educación Secundaria que mayor arraigo tienen dentro del ámbito nacional.

El primer análisis -el análisis cualitativo de la revisión bibliográfica- ha permitido organizar, conocer, contrastar y extraer conclusiones de las aportaciones de las analogías al proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, tal como se recoge en los capítulos I.1, I.2, I.3, I.4, I.5 y II.

Esto ha posibilitado, además, el desarrollo de un posicionamiento en cuanto a la concepción de lo que es una analogía, su estructura, su adecuación al proceso de enseñanza-aprendizaje, su diferenciación de otros tipos de comparaciones, el establecimiento de criterios de clasificación y la explicitación de recomendaciones didácticas, tal como se describe en el *Planteamiento básico* (capítulo V).

El segundo análisis es cuantitativo y se refiere a las editoriales de libros de texto de Educación Secundaria que mayor arraigo tienen dentro del ámbito nacional.

Se realiza de forma esmerada y cuidadosa y permite identificar, una vez establecida en este trabajo la concepción de analogía, en los 84 libros de texto de las editoriales analizadas un total de 399 analogías. El apéndice IV.2 muestra cómo están distribuidos estos 84 libros de texto por materias y editoriales.

Las analogías identificadas se fotocopian y, posteriormente, se clasifican, de acuerdo con los criterios de clasificación adoptados en el apartado V.7 como consecuencia del posicionamiento que se ha postulado en este trabajo, esto es:

- Localización
- Formato de presentación
- Orientación analógica
- Posición del análogo
- Nivel de abstracción
- Relación analógica
- Nivel de enriquecimiento
- Multiplicidad

En la clasificación anterior se emplea la ficha que se muestra en el apéndice IV.3.

Tanto la identificación como la clasificación se llevó a cabo, de manera independiente, por tres investigadores del grupo de trabajo en el que se ha desarrollado esta investigación. En reuniones periódicas se contrastaron los resultados obtenidos con el fin de discutir aquellos aspectos en los que existían posturas divergentes, hasta llegar a un acuerdo unánime.

Los datos anteriores -contrastados y consensuados- relativos a la identificación y clasificación de las analogías presentes en los libros de texto permitieron generar, posteriormente, la base de datos que se incluye en el apéndice IV.4.

## **IV.2. Instrumentos y técnicas de recogida de información**

Los instrumentos de recogida de información que se han utilizado en este trabajo de investigación son los siguientes:



- “Ficha resumen” del apéndice IV.1. Se trata de una ficha que tiene la finalidad de organizar la revisión bibliográfica y de identificar cada una de las referencias bibliográficas mediante su nombre, resumen y observaciones tales como opinión, aspectos interesantes y aspectos en desacuerdo.
- Ficha de clasificación de las analogías del apéndice IV.3. Esta ficha se utiliza para cada uno de los libros de texto que se analizan, por lo que en su cabecera se anotan los datos siguientes: título del libro de texto, editorial, materia, curso, año de publicación y autor o autores. Cuando se identifica en el texto una analogía, ésta se describe brevemente en la columna “DESCRIPCIÓN BREVE” y, a continuación, se clasifica teniendo en cuenta las claves de interpretación que figuran en el pie de la misma. En la columna de “OBSERVACIONES” se anota la página en la que se encuentra la analogía y cualquier observación que se considere pertinente para contrastar y discutir con el resto de los investigadores del grupo de trabajo.

Las técnicas de recogida de información que se han utilizado en este trabajo de investigación son las siguientes:

- Reproducción de las analogías que se identifican.
- Contraste de las valoraciones hechas para la clasificación de las analogías.
- Base de datos del apéndice IV.4. Esta base de datos se ha elaborado a partir de los datos contrastados que figuran en las fichas, una vez cumplimentadas, del apéndice IV.3. El hecho de que una analogía obedezca a alguno de los criterios de clasificación que figuran en las columnas de la base de datos se expresa mediante el número “1”. El no obedecer a alguno de dichos criterios se expresa mediante el número “0”.

Los recursos que se han utilizado en este trabajo de investigación son:

- Las bases de datos siguientes: PSYCLIT (American Psychological Association), C.S.I.C. (ISOC: Ciencias sociales y humanidades), Dissertation Abstracts, Science Citation Index y Social Sciences Citation Index.
- INTERNET (para consultar las páginas web, para consultar la base de datos ERIC, para consultar la Enciclopedia Británica y para solicitar bibliografía relacionada con el trabajo de investigación).
- Programa *Microsoft Access* para generar la base de datos del apéndice IV.4.



## **V. PLANTEAMIENTO BÁSICO**

## V.1. Introducción a un posicionamiento

El proceso de enseñanza-aprendizaje lleva implícito la comprensión y el razonamiento y, para tal fin, la elaboración de modelos. La comprensión supone la construcción de un modelo mental que es particular para cada uno de los alumnos. Sin embargo, cuando un alumno se encuentra frente a un concepto teórico y abstracto para el que no existen ejemplos perceptibles en el entorno, la construcción de un modelo de comprensión puede no ser fácil. Se facilita ofreciendo uno inicial, ya confeccionado, en forma de comparación.

Este modelo de comprensión es el objetivo de la analogía. La analogía es, por tanto, un intento más de modelizar en aras del aprendizaje. Puede considerarse como un recurso didáctico útil para aplicar en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Facilita la visualización de los conceptos teóricos abstractos, facilita el recuerdo de la información y su contextualización y favorece una disposición positiva hacia el aprendizaje. Permite construir el conocimiento y desarrollar el pensamiento creativo. Contribuye a que los alumnos tengan un aprendizaje significativo.

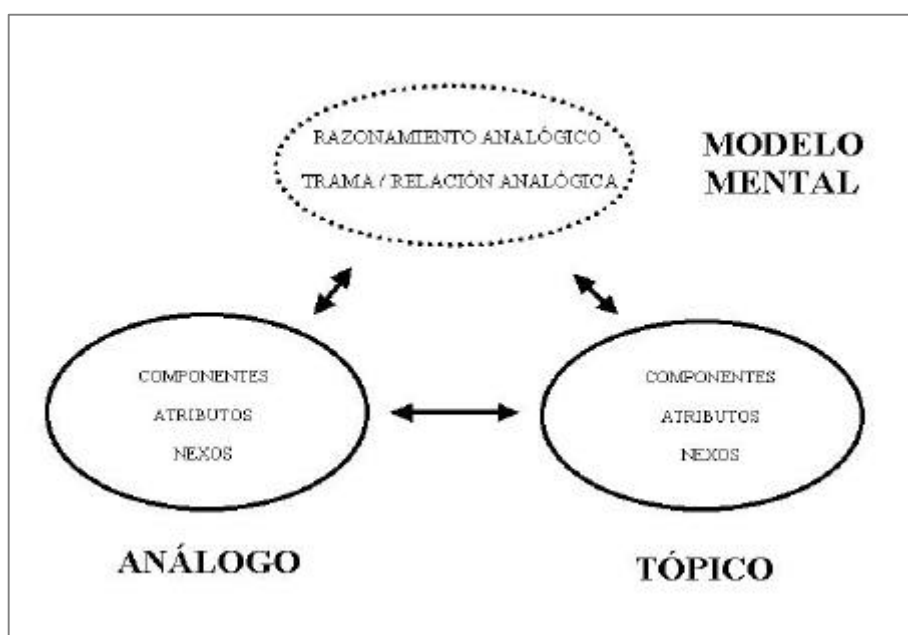
La analogía conecta el nuevo conocimiento con el que ya tienen los alumnos. El profesor debe, por tanto, averiguar en primer lugar el conocimiento que poseen los alumnos y conectarlo posteriormente con el nuevo conocimiento a aprender. De esta manera se posibilita que cada uno de los alumnos adquiera un modelo mental inicial que sirva de base para organizar la información de lo que se aprende.

## V.2. Concepción de analogía

La comparación relaciona una situación familiar al alumno, denominada análogo, con el concepto teórico y abstracto desconocido, denominado tópico. Facilita, por tanto, la conexión entre el conocimiento adquirido previamente y lo que se pretende aprender para que tenga lugar una transferencia de conocimiento desde el análogo al tópico.

La estructura mental que comprende la comparación y la transferencia de conocimiento desde el análogo al tópico se denomina **analogía**. El razonamiento que tiene lugar cuando se usa la analogía y que permite que sólo se transfiera aquello que es semejante y útil del análogo para la comprensión del tópico se denomina **razonamiento analógico**.

El alumno dispone de esta forma, mediante la analogía y el razonamiento analógico asociado a ella, de un modelo mental adecuado e imprescindible para posteriores aprendizajes, constituido por la estructura común de las relaciones que se establecen entre el análogo y el tópico.



**Figura V.1 Estructura de la analogía, base del razonamiento analógico**

Siempre que se usa una analogía no sólo se desarrolla el tópico sino también el análogo. Esto es debido a que el análogo puede verse desde una nueva perspectiva, la perspectiva del tópico. Por este motivo el profesor puede alternar en sus explicaciones el rol del análogo y del tópico y contribuir a un aprendizaje más profundo del análogo. Esta es la razón por la que en la figura anterior, donde se ha representado la estructura de una analogía, se ha relacionado el análogo, el tópico y el modelo mental con flechas dobles.

Se pretende dar a continuación una posible concepción de analogía, coherente con las distintas propuestas de definiciones de analogía que se reflejaron y discutieron en el capítulo II.

Se adelantaba allí que en el campo de la modelización se engloban los modelos analógicos o ANALOGÍAS como:

“una representación dotada de una estructura coherente. Enlaza algunos conocimientos (conceptos, principios, fórmulas, procedimientos, ..., que se denominan TÓPICO) con características similares de la representación (conocida como ANÁLOGO), a través de un esquema de relaciones”.

Los profesores y autores de libros de texto utilizan con bastante frecuencia las analogías y que, de una manera elemental y a modo de introducción, se puede enunciar la analogía como:

“recurso metodológico del discurso explicativo del profesor o del libro de texto en el que se usa una situación cotidiana similar para explicar un fenómeno poco conocido”.

O bien,

“se denomina analogía al conjunto formado por el análogo, el tópico y por una estructura mental que conlleva un proceso de comparaciones y correlaciones entre algo que es conocido y familiar, el análogo, y algo semejante pero desconocido, el tópico”.

También se infería de distintos planteamientos que:

“la analogía es un recurso didáctico que se utiliza en la explicación de una situación o concepto nuevo, denominado tópico, mediante una situación o concepto conocido, denominado análogo. Su finalidad es la comprensión y el aprendizaje del tópico mediante el desarrollo de modelos conceptuales que permiten que haya una transferencia de conocimiento desde el análogo al tópico”.

Un ejemplo se tiene en la analogía del Sistema Solar utilizada para la explicación del átomo de Rutherford.

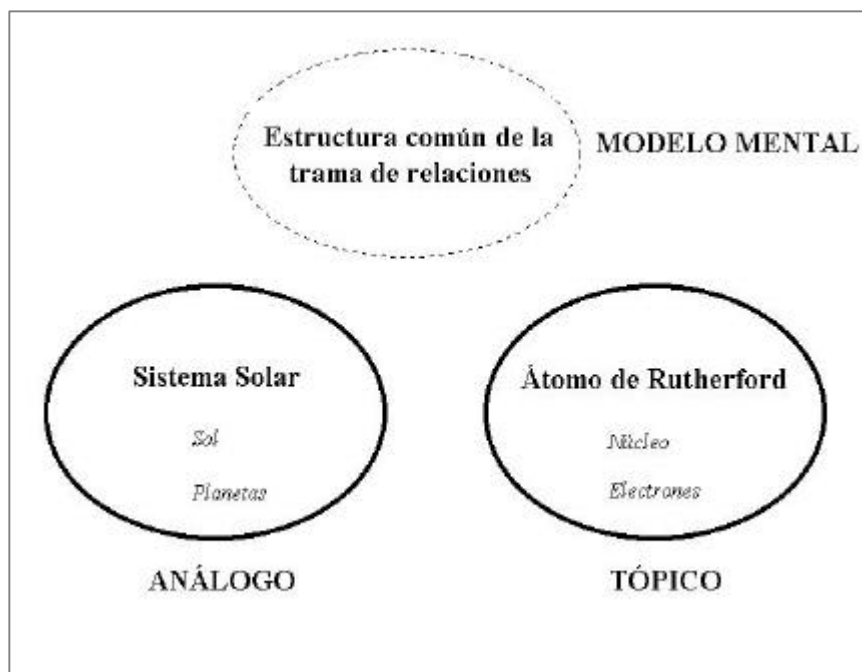


Figura V.2. Analogía del Sistema Solar

Los alumnos tienen dificultad para pensar en términos abstractos. Por este motivo se debe tener mucho cuidado con aquellas disciplinas que contienen conceptos científicos teóricos para los que existen pocos ejemplos perceptibles en el entorno. En estos casos, el uso de las analogías facilita la visualización de dichos conceptos y permite al alumno organizar la información, facilitando su recuerdo. Permite también contextualizar la información puesto que el análogo forma parte de las experiencias cotidianas que tienen sentido para el alumno y que despiertan su interés, y favorece una disposición positiva hacia el aprendizaje. Las analogías también contribuyen al desarrollo del pensamiento creativo ya que permiten construir el nuevo conocimiento, posibilitan la transferencia de aprendizaje y conocimiento y favorecen la planificación, la imaginación, el diseño y la generación de hipótesis. Promueven, por tanto, el aprendizaje significativo en los alumnos.

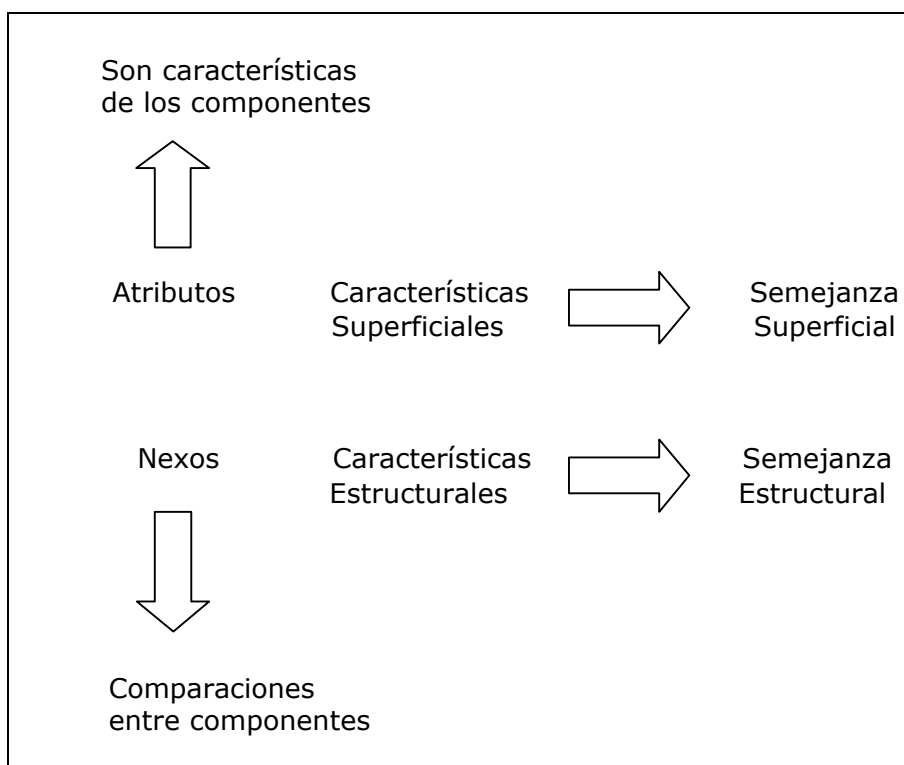
La analogía es, en definitiva, un recurso didáctico útil. Permite elevar a su máximo exponente la mítica frase de Ausubel (1976) de "*enseñar a partir de lo que los alumnos ya saben*". Aportan conexiones entre el nuevo conocimiento y el que ya tienen los alumnos (Novak, 1976). El profesor debe averiguar el conocimiento que tienen los alumnos y conectarlo o relacionarlo con el nuevo conocimiento a aprender. La analogía aporta, así, un modelo mental inicial bajo el que el alumno puede organizar la información de lo que aprende.

El análogo y el tópico son diferentes, aunque presentan características similares o semejantes. La analogía puede concebirse como un proceso en el que, mediante la comparación del análogo y del tópico, se establece una **trama de relaciones –relación analógica–** entre las características similares de ambos. Se puede imaginar esta trama de relaciones como un entretejido que relaciona las características similares del análogo y del tópico.

Pero, ¿qué tipo de características similares forman parte de la trama de relaciones?. Para contestar a esta pregunta se admite, antes, lo siguiente (ver figura V.1):

1. Que tanto el análogo como el tópico están formados en su estructura por **componentes**.
2. Que cada componente se caracteriza por una serie de propiedades, características, o **atributos**.
3. Que entre los componentes existen **nexos** que son las correlaciones o comparaciones entre estos componentes.

4. Que estos nexos constituyen la estructura del análogo y del tópico.
5. Las comparaciones de nexos (características estructurales) semejantes del análogo y del tópico son la parte fundamental de la **trama** o **relación analógica**. Esto se puede denominar semejanza estructural, que afecta a su configuración, pero que incluso puede alcanzar al significado (semejanza semántica).
6. Las comparaciones de atributos (características superficiales) semejantes entre el análogo y el tópico tienen un carácter más secundario en la relación analógica. Se suelen denominar semejanza superficial.



**Cuadro V.1. Esquema acerca de Nexos y Atributos**

Con el convencimiento de que no se debe dar una definición de analogía por cuanto esta palabra representa todo un proceso complejo, sí que se intenta dar una respuesta simplificada. Las argumentaciones anteriores permiten concentrar la propuesta a costa de ser imprecisos y añadir cierta incoherencia en favor del resumen:



**Una analogía es una propuesta representativa de las estructuras del análogo y del tópico. Mediante una trama de relaciones se comparan, fundamentalmente, los nexos semejantes entre ambos.**

**Su finalidad es la comprensión y el aprendizaje del tópico mediante la transferencia de conocimiento del análogo al tópico.**

**Las comparaciones de atributos semejantes tienen un carácter secundario.**

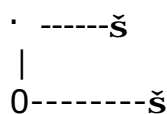
### V.3. Estructura de una analogía

Los elementos que constituyen la analogía son: el análogo, el tópico y la trama o esquema de relaciones que se establece entre ambos y cuya estructura común va a originar el modelo mental.

El análogo es el punto de partida de la analogía. Representa el conocimiento que posee el alumno, conocimiento que va a conectarse - mediante la comparación- con el que se va a aprender. Su estructura está constituida por los componentes y sus atributos y por los nexos y las características de estos nexos. Las características de los componentes se denominan características superficiales del análogo, y las de los nexos características estructurales.

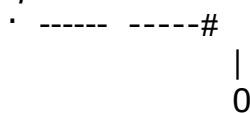
Si se supone que el análogo está constituido por tres componentes, que dichos componentes quedan representados por los símbolos "o", " " y "•" , y que los nexos entre estos componentes se pueden representar por la unión mediante guiones, se puede admitir la siguiente representación esquemática para la estructura del análogo:

*Estructura del análogo:*

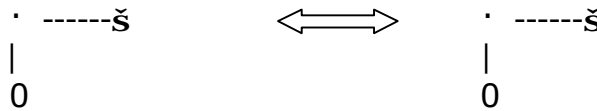


En lo que respecta al tópico, se supone que está constituido por cuatro componentes que quedan representados mediante los siguientes símbolos: o • #. Se admite, nuevamente, que los nexos entre estos componentes pueden representarse mediante guiones, de modo que la estructura del tópico es la que se muestra en el siguiente esquema:

*Estructura del tópico:*



Se puede observar que entre ambas estructuras existe semejanza. Es decir, entre ambas estructuras existe semejanza entre nexos o semejanza estructural. La trama que relaciona los nexos semejantes del análogo y del tópico es la siguiente:



La estructura de una analogía puede quedar, por lo tanto, representada como indica la siguiente figura:

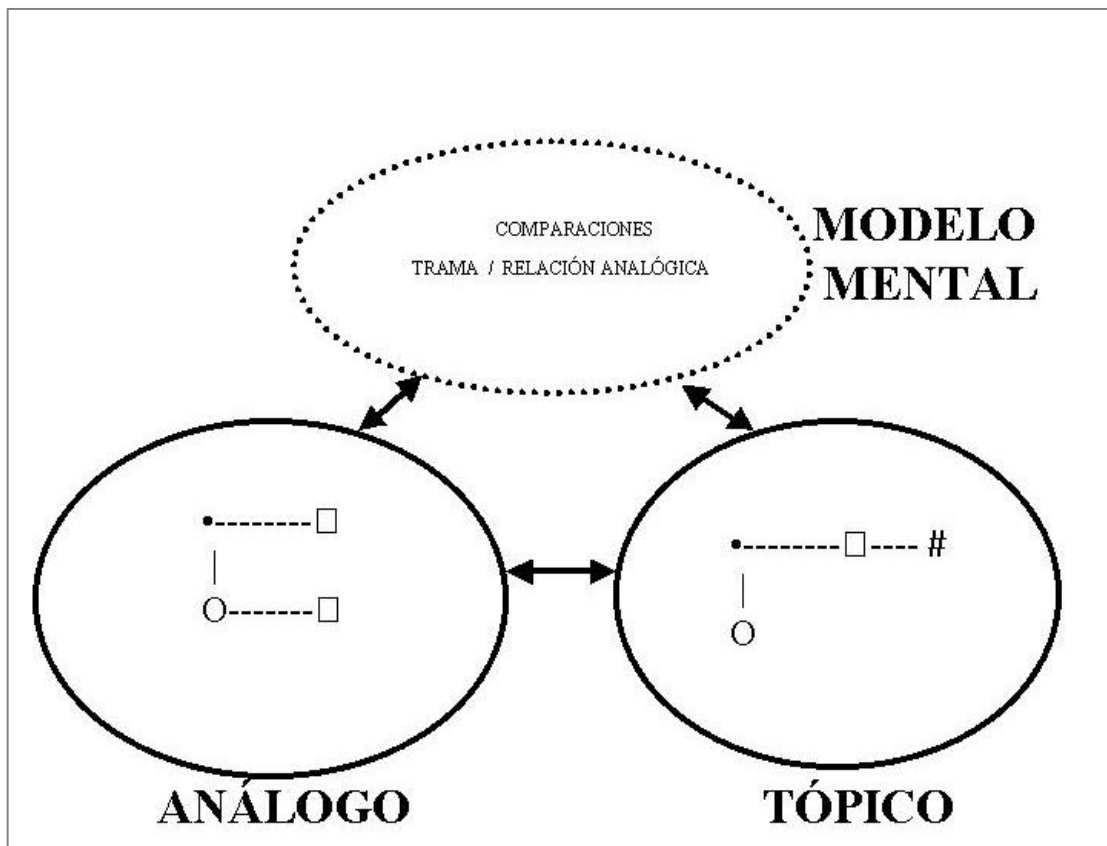


Figura II.3.b. Representación de la estructura de una analogía

La analogía del Sistema Solar, utilizada para explicar el átomo de Rutherford va a permitir clarificar lo anterior.

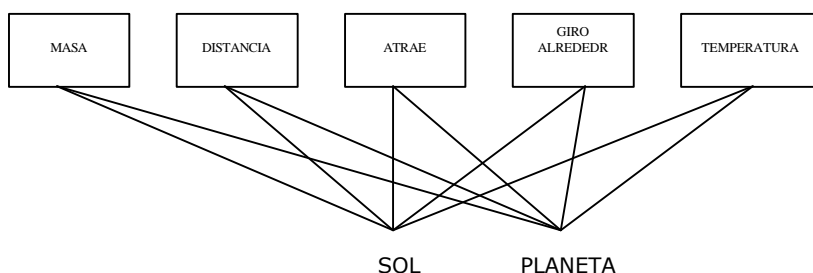
El análogo (lo familiar), como ya se comentó en este capítulo, es el Sistema Solar y los componentes que lo constituyen son el Sol y los planetas. El tópic (lo desconocido) es el átomo de Rutherford y los componentes que lo constituyen son el núcleo y los electrones.

Los atributos del Sistema Solar son, por ejemplo, el tamaño del Sol y los planetas, su forma, su temperatura, su color, ... Los atributos del átomo de Rutherford son, por ejemplo, la forma -geometría y disposición- del núcleo y de los electrones.

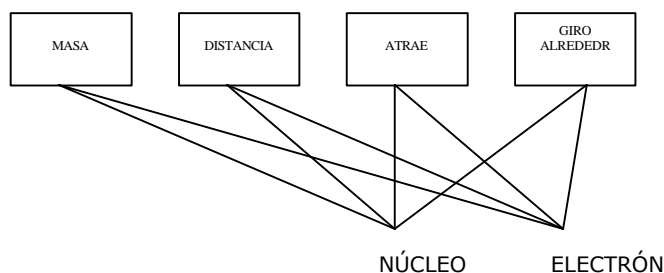
Los nexos que existen entre los componentes del Sistema Solar son los siguientes: distancia entre el Sol y los planetas, fuerza atractiva entre el Sol y los planetas, giro de los planetas alrededor del Sol, mayor masa del Sol que la de los planetas y mayor temperatura del Sol que la de los planetas. Los nexos que existen entre los componentes del átomo de Rutherford son los siguientes: distancia entre el núcleo y los electrones, fuerza atractiva entre el núcleo y los electrones, giro de los electrones alrededor del núcleo y mayor masa del núcleo que la de los electrones.

Los nexos anteriores quedan representados en los dos esquemas que se muestran a continuación, esquemas que revelan la estructura del análogo y del tópic:

NEXOS DEL ANÁLOGO:



NEXOS DEL TÓPICO:



Este *modelo estructural* del razonamiento analógico distingue las comparaciones de atributos de componentes, a las que denomina comparaciones de orden inferior, de las comparaciones de nexos, a las que denomina de orden superior.

Establece que la finalidad de la analogía es la comprensión del tópico por transferencia de conocimiento desde el análogo al tópico. Esta transferencia se produce, fundamentalmente, como resultado de comparaciones entre nexos semejantes como los que se muestran en el siguiente esquema:

Mayor masa del Sol que de los planetas	↔	Mayor masa del núcleo que de los electrones
Distancia del Sol a los planetas	↔	Distancia del núcleo a los electrones
Fuerza atractiva entre el Sol y los planetas	↔	Fuerza atractiva entre núcleo y los electrones
Giro de los planetas alrededor del Sol	↔	Giro de los electrones alrededor del núcleo

La figura V.3 muestra la estructura de la analogía del Sistema Solar coherente con el *modelo estructural* y con la representación de la estructura de una analogía mostrada en la figura V.1.

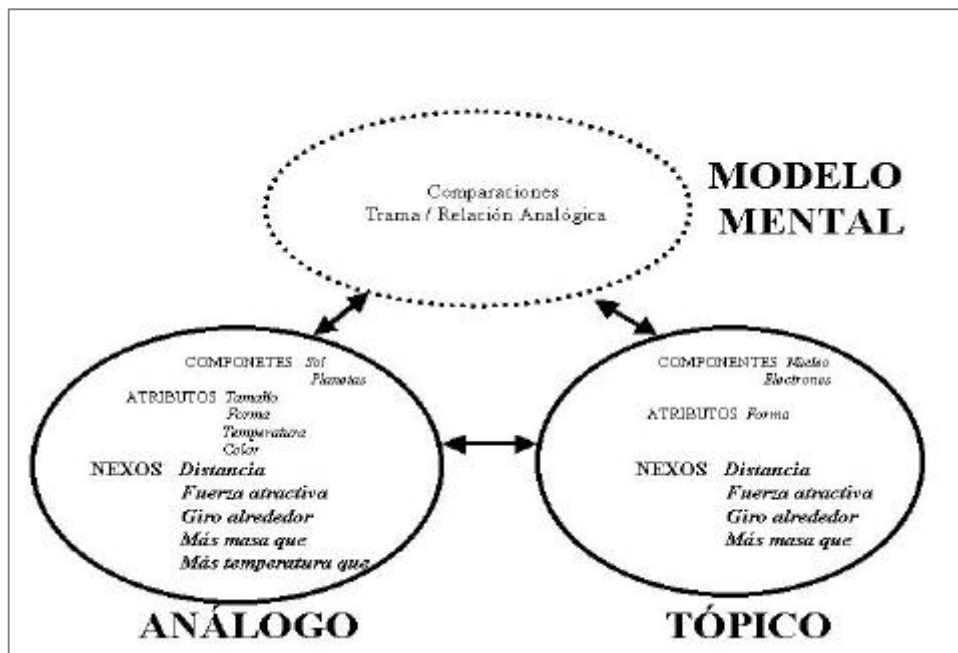


Figura V.3. Estructura de una analogía coherente con el modelo estructural

Siempre existirán nexos que no se corresponden, que no son semejantes y, por lo tanto, que no serán relevantes para la analogía, como es el caso del nexo *más temperatura que*. Este nexo es descartado en este proceso de comparaciones del Sistema Solar y el átomo de Rutherford.

Sin embargo, en la analogía del Sistema Solar existe una gran semejanza estructural entre el análogo y el tópico porque la mayoría de los nexos presentes en ambos son semejantes. En otras palabras, el subconjunto de los nexos relevantes es bastante extenso ya que incluye a la mayoría de los nexos del análogo y del tópico.

En la analogía sólo se comparan los nexos semejantes de las estructuras del análogo y el tópico. Estos nexos son semejantes en su configuración o en su significado. Por lo tanto, entre el análogo y el tópico se comparan nexos que presentan *semejanza estructural* o *semejanza semántica*.

La transferencia de conocimiento tiene lugar entre nexos semejantes. Por este motivo, cuanto mayor sea el grado de semejanza en una analogía mayor va a ser la cantidad de conocimiento relevante que puede transferirse desde el análogo hacia el tópico.

Se admite que según la magnitud de la semejanza entre el análogo y el tópico -ya sea *semejanza estructural* o *semejanza semántica*- las analogías se pueden clasificar en "analogías mejores" y "analogías precarias". Dicha clasificación es la que se muestra en la figura II.6.

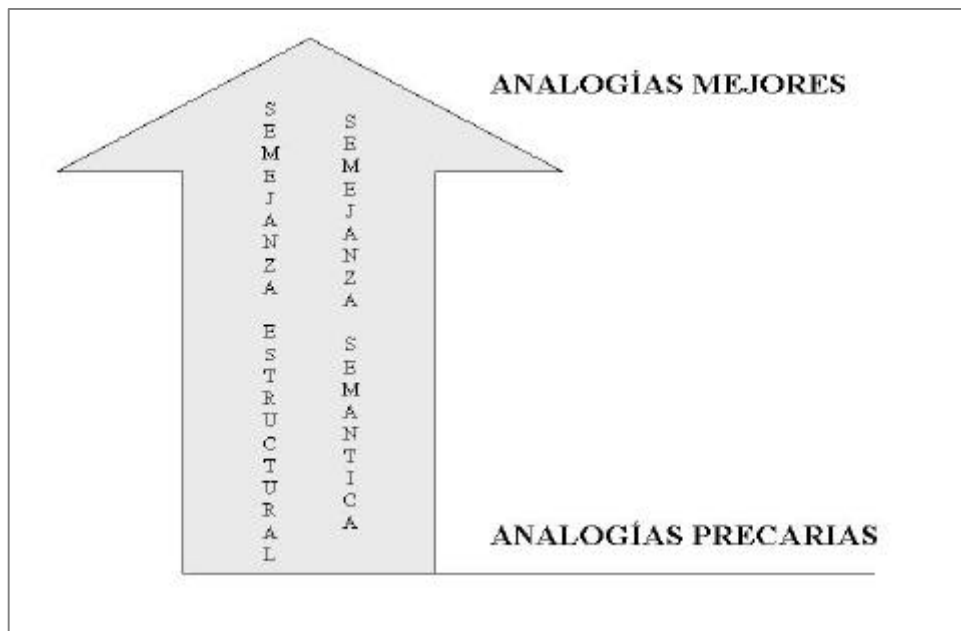


Figura II.6. Analogías mejores y analogías precarias

La transferencia de conocimiento deseable también está relacionada con el contexto, entendiendo por contexto el propósito para el que se usa la analogía y las condiciones en las que se presenta y pone en práctica. Por consiguiente, el contexto es determinante a la hora de poner en práctica una analogía.

El pragmatismo queda patente en la analogía con la que un profesor intenta explicar en clase de biología porqué los osos panda se las han manejado para sobrevivir durante millones de años siendo poco eficientes para alimentarse y reproducirse:

“En la evolución, como en la televisión, no es necesario ser bueno. Usted sólo tiene que ser mejor que la competencia” (Thagard, 1992, pág. 538).

La trama o relación analógica que utiliza el profesor para comparar los nexos semejantes entre el análogo (programas de televisión) y el tópico (osos panda) puede ser la que se muestra en el siguiente esquema (cuadro V.2):

Los programas de TV de un país son malos en la información y entretenimiento.	↔	Los osos panda de China son malos alimentándose y reproduciéndose.
Los programas malos de televisión continúan emitiéndose.	↔	Los osos panda continúan viviendo en China.
Los diferentes programas de televisión de un país compiten entre sí.	↔	Los osos panda compiten con los demás seres vivos de su entorno.
Sobreviven aquellos programas que, a pesar de ser malos, son mejores que el resto.	↔	Los osos panda han sobrevivido porque, a pesar de ser poco eficientes, lo han sido más que el resto de los seres vivos de su entorno.

**Cuadro V.2 Trama o relación analógica entre el análogo y el tópico**

En Biología el objetivo es explicar porqué los pandas se las han manejado para sobrevivir durante millones de años siendo poco eficientes al alimentarse y reproducirse. Fuera del contexto y objetivo

de la clase de biología, esta analogía se puede interpretar de forma distinta. Basta con suponer que el propósito de la misma fuera explicar a los alumnos porqué determinadas teorías científicas han sobrevivido a lo largo del tiempo, de modo que se siguen considerando válidas, mientras que otras han quedado obsoletas en un corto período de tiempo. En la explicación se utilizan los programas informativos de televisión como análogo y las teorías científicas como tópico.

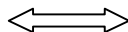
Es evidente que la lucha entre las distintas teorías científicas no tiene la misma concepción que la lucha por la supervivencia entre los seres vivos, hecho por el que el profesor puede considerar que la comparación entre los nexos que hacen referencia a la competición carece de importancia en la transferencia de conocimiento. La trama o relación analógica que utiliza el profesor es, por tanto, la que se muestra en el siguiente esquema:

Los programas informativos de TV no son objetivos.	↔	Las teorías científicas tienen sus limitaciones.
Los programas malos de televisión continúan emitiéndose.	↔	Las teorías científicas continúan vigentes.
Sobreviven aquellos programas que, a pesar de ser poco objetivos, son mejores que el resto.	↔	Las teorías científicas que permanecen vigentes son aquellas que, a pesar de tener limitaciones, explican mejor los fenómenos naturales.

El cuadro V.2 muestra la semejanza entre nexos del análogo y del tópico. Esta semejanza puede ser *semejanza estructural* o *semejanza semántica*. No todos los nexos del análogo y del tópico (programas de televisión y osos panda) pueden ser emparejados en base a su similitud semántica; sin embargo, existen dos aspectos en los que dos de los nexos de la trama son semánticamente semejantes: competición y supervivencia. Esta es la causa que determina que los nexos de las dos primeras comparaciones de la trama ( cuadro V.2) presenten *semejanza estructural*, mientras que los de las otras dos comparaciones que se muestran a continuación presenten *semejanza semántica*:

Los diferentes programas de televisión de un país compiten entre sí.	↔	Los osos panda compiten con los demás seres vivos de su entorno.
----------------------------------------------------------------------	---	------------------------------------------------------------------

Sobreviven aquellos programas que, a pesar de ser malos, son mejores que el resto.



Los osos panda han sobrevivido porque, a pesar de ser poco eficientes, lo han sido más que el resto de los seres vivos de su entorno.

Estas dos comparaciones son las que van a contribuir en mayor grado a la transferencia de conocimiento entre los programas de televisión (análogo) y los osos panda (tópico) ya que la *semejanza semántica* es la que gobierna la transferencia de conocimiento entre el análogo y el tópico.

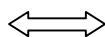
La analogía del Sistema Solar para explicar el átomo de Rutherford también pone de manifiesto que la *semejanza semántica* es la que gobierna la transferencia de conocimiento entre el análogo y el tópico. Los nexos "distancia", "fuerza atractiva", "gira alrededor de" y "más masa que" son nexos que presentan significados conceptuales semejantes en el Sistema Solar y en el átomo de Rutherford.

La semejanza superficial, es decir, las comparaciones entre los atributos del análogo y del tópico, puede dar lugar a que se transfieran nexos no relevantes para el aprendizaje. Este hecho es especialmente importante en los alumnos más jóvenes, porque son los alumnos que dan mayor importancia a esta semejanza, como consecuencia de tener más dificultades para entender la analogía (Gentner y Gentner, 1983).

Un ejemplo de ello está, de nuevo, en la analogía del Sistema Solar para explicar el átomo de Rutherford. El color amarillo del Sol, debido a su elevada temperatura, puede dirigir a los alumnos a pensar que es un atributo que tiene su semejante en el núcleo y, por este motivo, a transferir el nexo "más caliente que".

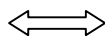
También existe en esta analogía semejanza superficial entre la visualización del Sistema Solar y la del átomo de Rutherford<sup>1</sup>: objetos esféricos distribuidos en órbitas circulares.

Forma esférica del Sol y de los planetas



Forma esférica del núcleo y de los electrones

Forma de las órbitas circulares de los planetas



Forma de las órbitas circulares de los electrones

<sup>1</sup>A esta semejanza se le denomina en la figura V.3 con el nombre de *forma*.



Esta semejanza superficial puede dirigir a los alumnos hacia el descubrimiento de los siguientes nexos relevantes: "distancia" (Sol, planeta y núcleo, electrón), "fuerza atractiva" (Sol, planeta y núcleo, electrón), "gira alrededor de" (planeta, Sol y electrón, núcleo) y "más masa que" (Sol, planeta y núcleo, electrón).

#### **V.4. Proceso analógico de enseñanza-aprendizaje**

Se propone una puesta en acción del proceso analógico como variante de la TWA, "*Teaching With Analogies*" (descrita en el apartado II.7), que tenga en cuenta el diseño del análogo. Se denomina **Aprendizaje con Analogías (ACA)** y consiste en:

- A. Diseño del análogo.
- B. Proceso de enseñanza-aprendizaje de la analogía.
- C. Evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje.

##### A. Diseño del análogo.

- i) Diseño de un análogo atractivo e idóneo a la edad madurativa y el conocimiento de los alumnos.
- ii) Reconocer el análogo, esto es, hacer una prospección de lo que los alumnos pueden saber y/o relacionar del tópico.
- iii) Analizar las dificultades del proceso de enseñanza-aprendizaje para un razonamiento analógico apropiado a la trama (o relación analógica) que sea relevante.

##### B. Iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la analogía con los alumnos.

- 1. Introducir el tópico.
- 2. Identificar las características relevantes del análogo.
- 3. Establecer las comparaciones entre el análogo y el tópico.
- 4. Identificar las limitaciones de la analogía.

C. Análisis y/o evaluación de la efectividad del proceso analógico de enseñanza-aprendizaje.

A continuación se describen los tres pasos de **ACA**.

A. Diseño del análogo.

El paso inicial en el proceso analógico de enseñanza-aprendizaje es el diseño del análogo. Diseñar el análogo significa tener en cuenta cada uno de los requisitos siguientes:

- i) Diseño de un análogo atractivo e idóneo a la edad madurativa, conocimiento e intereses de los alumnos.
- ii) Reconocer el grado de semejanza que pueden establecer los alumnos entre el análogo y el tópico. Explorar la trama o relación analógica que puede resultar de la comparación entre ambos.
- iii) Analizar las dificultades que pueden surgir en el proceso de enseñanza-aprendizaje para que tenga lugar el razonamiento analógico apropiado. Es decir, las dificultades que pueden surgir al establecer las comparaciones entre la información relevante del análogo y del tópico, comparaciones que van a garantizar la idoneidad de la analogía.

En el diseño del análogo se deben tener en cuenta los criterios que se han propuesto para la clasificación de las analogías (ver apartado II.6), esto es:

- localización
- formato de presentación del análogo
- explicación del análogo, con sus características más relevantes
- posición del análogo en relación con el tópico
- nivel de abstracción del análogo
- la trama o relación analógica
- nivel de enriquecimiento
- cantidad de análogos empleados en la analogía

La aparición de la analogía puede escenificarse en distintos momentos de la enseñanza de una unidad didáctica.

El análogo puede presentarse en cada uno de los tres formatos siguientes: formato verbal, formato pictórico o formato pictórico-verbal. La comprensión y el aprendizaje del tópico puede variar con cada uno de ellos, por lo que se debe ser consciente de este hecho al diseñar el análogo.

La presentación del análogo puede ir acompañada de una explicación en la que se ilustre a los alumnos cuáles son sus características estructurales, es decir, cuáles son sus nexos. Por el contrario, el análogo puede presentarse sin dicha explicación. Es obvio que la presencia o ausencia de la explicación puede influir en el proceso analógico de enseñanza-aprendizaje.

El análogo puede presentarse antes de la explicación del tópico, durante dicha explicación o después. La elección de cada una de estas opciones puede afectar al proceso analógico de enseñanza aprendizaje.

El análogo que se utiliza en la analogía puede ser concreto o abstracto. Este hecho puede influir en la mayor o menor familiaridad del mismo y en la visualización del tópico, afectando por tanto a la comprensión y aprendizaje del tópico.

Se pueden utilizar uno o varios análogos para explicar un mismo tópico. También se pueden utilizar varios análogos para explicar aspectos diferentes de un mismo tópico. Este hecho puede influir en el proceso analógico de enseñanza- aprendizaje.

Cada uno de estos aspectos se explican con mayor profundidad y con numerosos ejemplos en el apartado V.7, donde se exponen los criterios de clasificación de las analogías.

Al analizar las dificultades del proceso de enseñanza-aprendizaje se debe observar si pueden influir en él los aspectos contextuales siguientes:

- los relacionados con la extrapolación o establecimiento de comparaciones entre el análogo y el tópico
- los relacionados con la simulación analógica que puede acompañar a la puesta en acción de una analogía.

El profesor o autor del libro de texto puede explicitar, e incluso dibujar, el esquema de la trama de relaciones entre el análogo y el tópico. Por el contrario, puede que esta explicación no se lleve a cabo y que tengan que ser los propios alumnos los que descubran la trama de relaciones o esquema de comparaciones entre los nexos semejantes entre el análogo y el tópico. En este último caso cabría la posibilidad de que los alumnos estableciesen comparaciones entre nexos no semejantes o entre atributos irrelevantes y que se produjese una transferencia de conocimiento no deseable.

La puesta en acción de una analogía puede estar acompañada de la representación o reproducción del tópico con los diferentes elementos que constituyen el análogo mediante una simulación analógica. Se trata de que el profesor o el libro de texto propongan al alumno que realice la simulación para, de esta forma, reducir las dificultades del proceso de enseñanza-aprendizaje y garantizar la idoneidad de la analogía.

### B. Proceso de enseñanza-aprendizaje de la analogía con los alumnos.

#### 1. Introducir el tópico.

Presentar a los alumnos el tópico, con sus características más relevantes. Esto debe permitir a los alumnos disponer de una representación mental del tópico.

#### 2. Identificar las características relevantes del análogo.

Orientar a los alumnos a la búsqueda, identificación y recuperación de la memoria (recordar lo que conocen) de un análogo familiar. Ayudar a la representación mental de un análogo que forme parte de sus experiencias cotidianas, resaltando sus características.

#### 3. Establecer las comparaciones entre el análogo y el tópico.

El análogo debe ser convincente, esto es, que presente una relación analógica plausible con el tópico y, por lo tanto, sea un análogo del que se tiene total seguridad de su similitud con el tópico.

#### 4. Identificar las limitaciones de la analogía.

Se propone hacer ver al alumno los campos de validez de las comparaciones establecidas, destacando casos límite para los que no es factible la extrapolación de la analogía. Se pueden explicitar las limitaciones de la analogía en un intento de garantizar que no se transfiera conocimiento irrelevante entre el análogo y el tópico. Estos aspectos se explican en mayor profundidad y con numerosos ejemplos en el apartado V.7, concretamente en el criterio de clasificación de las analogías relacionado con el nivel de enriquecimiento (apartado V.7.7).

La comprensión y el aprendizaje del tópico se consigue mediante la transferencia de conocimiento desde el análogo al tópico. Esta transferencia tiene lugar entre componentes, atributos y nexos semejantes, por lo que el análogo debe presentar semejanza estructural con el tópico. Es decir, entre el análogo y el tópico debe existir una gran semejanza estructural y semántica.

Las comparaciones que se establecen son fundamentalmente entre nexos semejantes. Básicamente estas comparaciones son las responsables de la transferencia de conocimiento y, por tanto, de la comprensión y el aprendizaje.

Las comparaciones entre atributos carecen de importancia en lo que respecta a la transferencia de conocimiento.

### C. Evaluación.

En el proceso analógico de enseñanza-aprendizaje, como en cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje, tiene lugar de manera implícita o explícita un análisis o evaluación del mismo.

Se debe ser consciente de que por muy alta que sea la semejanza estructural entre el análogo y el tópico, ésta nunca será total y siempre existirán limitaciones en la analogía. Es probable, por tanto, que como consecuencia de extralimitaciones los alumnos adquieran conclusiones erróneas sobre el tópico, causadas por la transferencia de conocimiento no deseable desde el análogo al tópico.

Por este motivo es muy importante reflexionar y analizar la influencia de aquellos aspectos relacionados con el contexto en el que se desarrolla la analogía. Este análisis involucra a cada una de las fases del proceso analógico de enseñanza-aprendizaje: diseño del análogo y proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se entiende que con el análisis o evaluación es posible evitar la transferencia de conocimiento no deseable desde el análogo hacia el tópico –y, por lo tanto, detectar la efectividad de la analogía- y optimizar el proceso analógico de enseñanza-aprendizaje.

### **V.5. Análisis comparativo de las definiciones de distintos autores en relación con el planteamiento de analogía**

El planteamiento de la concepción de analogía se ha propuesto en el apartado V.2 del "PLANTEAMIENTO BÁSICO". A continuación se hace un análisis comparativo de este planteamiento con las definiciones de analogía encontradas en la revisión bibliográfica (MARCO REFERENCIAL Y TEÓRICO: Analogías, importancia y significado) de este trabajo de investigación.

En relación con las primeras definiciones que se expusieron en el apartado II.2.:

"Siempre que algo es explicado usando comparaciones con otros fenómenos o conceptos estamos haciendo uso de una instrucción con analogías" (Simons, P., 1984).

"La comprensión del tópico por medio del análogo es la base de la analogía" (Donnelly, C.M. y Mc. Daniel, M.A., 1993).

"A través de las analogías se puede construir la comprensión de situaciones nuevas por comparación con dominios más familiares del conocimiento" (Wong, E.D., 1993).

"El objetivo de las analogías es facilitar el desarrollo de modelos conceptuales de nuevas situaciones o conceptos que presentamos a los alumnos por comparación con situaciones familiares" (Iding, M., 1997).

"Una analogía es una comparación entre dos ítems que normalmente no son parecidos" (Wess, 1982; Davis, P.M. y Davidson, G.V., 1994).

En estas definiciones queda patente que la analogía se fundamenta en la comparación y en la explicación del tópico para que se produzca su comprensión y aprendizaje. También queda patente que se compara una situación familiar, análogo, con una desconocida o nueva, el tópico. En esta comparación los alumnos desarrollan modelos mentales del tópico, modelos que están directamente relacionados con la trama de relaciones entre el análogo y el tópico.

Todos estos aspectos se tienen en cuenta en el planteamiento de analogía que se ha propuesto.

A continuación se analiza otro grupo de definiciones de analogía:

"Analogía: relación de semejanza entre cosas distintas" (Oxford Educación Editorial, FYQ de 3º ESO, pág. 11, 1998).

"Entendemos por analogía aquellos aspectos del discurso explicativo del profesor en los que se usa una situación familiar similar para explicar un fenómeno poco familiar" (Dagher y Cossman, 1992, pág. 364).

"Una analogía es un proceso: es el proceso de identificar similitudes entre conceptos diferentes" (Glynn, 1991).

"Parecido en algunos detalles entre cosas que por otro lado son diferentes: similitud, correspondencia, paralelismo, ..." (Webster's Third New International Dictionary, 1986).

"Las analogías son cosas o sucesos que son similares a lo que uno está intentando entender" (Glynn, S.; Russell, A.; Noah, D., 1997).

"Una analogía es una correspondencia desde algunos puntos de vista entre conceptos, principios o fórmulas no similares. Más precisamente, es un esquema de relaciones entre características similares de esos conceptos, principios o fórmulas" (Glynn, Britton, Semrud-Clikeman y Muth, 1989; Thiele y Treagust, 1994).

"Una analogía es el resultado de identificar similitudes entre dos conceptos. En este proceso hay una transferencia de ideas desde el concepto familiar, llamado análogo, al concepto desconocido, llamado tópico" (Glynn, Law y Dossier, 1989).

En estas definiciones se pone de manifiesto, a diferencia de las anteriores, que análogo y tópico son situaciones o conceptos diferentes entre los que existe una relación de semejanza y que ésta se puede visualizar mediante un esquema –o trama de relaciones- que compare las características similares de ambos. También se pone de manifiesto que en esta comparación existe una *transferencia de ideas*.

Todos estos aspectos están también presentes en el planteamiento de analogía que se ha propuesto.

Las definiciones siguientes contemplan la existencia de un tipo de semejanza entre el análogo y el tópico, la semejanza estructural.

"Las analogías son comparaciones no literales entre dominios de conocimiento a simple vista diferentes" (Zook, 1991; Iding, M.K., 1997).

"El uso del término *analogía* se refiere a comparaciones de estructuras entre dos dominios" (Duit, R., 1991).

"Una analogía es una relación entre partes de las estructuras de dos dominios. Por lo tanto, una analogía puede ser vista como un estado de comparación, sobre la base de similitudes, entre las estructuras de dos dominios" (Duit, R., 1991).

“Una analogía se refiere a comparaciones de estructuras entre dominios. Una analogía es una relación entre partes de las estructuras de dos dominios conceptuales y puede ser vista como una comparación fundamentada en la similitud que tienen esas estructuras entre sí” (Treagust, David, Curtin y Drake, 1992).

“Son relaciones que se establecen desde una estructura (análogo) a otra (tópico)” (Newton, D. y Newton, L., 1995).

“La analogía permite la aplicación de estructuras conceptuales previas a nuevos problemas y dominios y, desde aquí, el aprendizaje rápido de nuevos sistemas” (Gentner, Forbus y Kenneth, 1996).

“Son las relaciones que se establecen entre la representación de una estructura conceptual (tópico) y un esquema estructuralmente similar del conocimiento base (análogo)” (Halford, 1992 y Kaufman, 1996).

Confirman que es la semejanza estructural la única que interviene en el proceso de comparación entre el análogo y el tópico para que tenga lugar la transferencia de conocimiento, y que ésta no afecta a la totalidad de la estructura de ambos. Además, revelan que las estructuras del análogo y del tópico, al igual que la trama de relaciones entre ambos, se pueden representar por medio de esquemas.

Estos últimos aspectos también están presentes en el planteamiento de analogía que se ha propuesto.

La última definición del análisis es la de Gentner (1983), definición en la que se constata la existencia de otro tipo de semejanza, de menor importancia, denominada semejanza superficial o semejanza entre atributos.

“La analogía es, principalmente, un proceso de comparación en el que se establecen comparaciones de esquemas o nexos relevantes entre el análogo y el tópico. Las comparaciones que se establecen de atributos entre el análogo y el tópico son pocas o ninguna” (Gentner, 1983).

Esta definición forma parte del denominado *modelo estructural de razonamiento analógico*, modelo que admite que tanto el análogo como el tópico están constituidos por componentes, atributos de componentes y nexos entre componentes y que son los nexos los que conforman su estructura. Implica que la semejanza estructural es una semejanza entre nexos.

Todos estos aspectos, como se puede observar, están incluidos una vez más en el planteamiento de analogía que se ha propuesto.



Sin embargo, ninguna de las definiciones anteriores es capaz de concretar el tipo de semejanza que puede existir entre los nexos. Esta puntualización se debe a Holyoak y Thagard (1989) y Thagard (1992) al afirmar que entre los nexos puede existir *semejanza estructural* y *semejanza semántica*.

La *semejanza estructural* incluye aquellos nexos que presentan componentes con configuraciones similares. Se trata de nexos que presentan relaciones o proporciones semejantes entre sus componentes. La *semejanza semántica* es la que presentan los nexos que tienen significados semejantes.

La aportación de Holyoak y Thagard es muy interesante y coherente con la propuesta que se ha planteado de analogía. Basta con reflexionar en la mención que en ella se hace de “.....nexos semejantes entre ambos...”. Al mencionar la semejanza entre nexos se alude de manera implícita a los dos tipos de semejanza que proponen los investigadores: la *semejanza estructural* y la *semejanza semántica*.

## **V.6. Analogías y otros tipos de comparaciones**

Las argumentaciones anteriores permiten diferenciar la analogía de otros tipos de comparaciones que se pueden establecer y que dan lugar a los *ejemplos, símiles, metáforas* y *modelos*.

El *ejemplo* constituye uno de los recursos didácticos más utilizados por el profesor en su práctica docente diaria. Aunque el ejemplo nunca será una analogía, es frecuente observar cierta confusión a la hora de emplear ambos términos. Por este motivo se explica la diferencia que existe entre analogía y ejemplo.

Los ejemplos sirven propósitos similares a las analogías en el proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias: ambos se usan para hacer cotidiano lo desconocido. Sin embargo, un ejemplo es un caso particular –de constatación o de ilustración– de una situación o fenómeno que no lleva implícito el proceso de comparación entre dos situaciones. Este proceso de comparación está presente en toda analogía.

El *símil* es una analogía precaria ya que entre el análogo y el tópico existe poca semejanza estructural. Las comparaciones que se establecen son, fundamentalmente, comparaciones entre los atributos

del análogo y del tópico, siendo pocas las comparaciones que se establecen entre nexos. Un ejemplo de símil es el siguiente:

“La Tierra es similar a un huevo, presenta una superficie rígida y un interior blando” (Ed. SM, BYG 3º ESO (Biosfera), pág. 68).

En él se compara el atributo “dureza” de los dos componentes – corteza e interior- así como el nexo de atributos que existe:

Mayor dureza de la superficie del huevo que de su interior  $\longleftrightarrow$  Mayor dureza de la superficie de la Tierra que de su interior

La falta de semejanza estructural que existe entre el análogo (huevo) y tópico (Tierra) impide que se puedan comparar otros nexos que existen en la estructura del tópico, como por ejemplo: “mayor temperatura del interior de la Tierra que de la superficie”, “mayor presión del interior de la Tierra que la que existe en su superficie”, “mayor densidad del interior de la Tierra que de la superficie”.

La *metáfora*, al contrario que la analogía, no es una comparación en toda regla sino una comparación insinuada y figurada. Se trata de una comparación aplicada en sentido distinto al que corresponde, es decir, una comparación en la que se ocultan sus motivos para crear tensión y sorpresa.

Esta tensión y sorpresa de las metáforas es lo que las hace significativas en el proceso de aprendizaje, fundamentalmente como herramientas valiosas en el cambio conceptual (Duit, 1991). Sirva como ejemplo de ello la siguiente metáfora: *el átomo es una cebolla*.

Otra disquisición que conviene afrontar es la de los modelos, por su estrecha relación con las analogías. La Ciencia se puede definir como un proceso de construcción de modelos conceptuales predictivos (Gilbert, 1991). Estos modelos no son más que representaciones más simples de fenómenos o situaciones complejas (tópicos) que existen en la naturaleza. Son de vital importancia en la enseñanza de la Ciencia: pueden ayudar a los alumnos a comprender las explicaciones científicas de aquellos fenómenos con los que no están familiarizados.

Fundamentalmente Black (1966), y también Gilbert y Osborne (1980), Gilbert (1991) y Harrison y Treagust (1996), han contribuido de

manera notable a su definición y clasificación, agrupándolos en categorías:

- Modelos análogos
- Modelos a escala
- Modelos analógicos
- Modelos matemáticos
- Modelos teóricos
- Modelos arquetipos

El *modelo análogo* o semejante consiste en cualquier objeto material, sistema o proceso, destinado a reproducir de la manera más fiel posible, en otro medio, la estructura o trama de relaciones del original (Black, 1966). Los modelos análogos pueden ser considerados como "caricaturas de la realidad" ya que retratan en parte, quizás de forma distorsionada, algunos rasgos del mundo real (Gilbert y Osborne, 1980). Considerados como analogías, existe en ellos una gran semejanza estructural entre el análogo y el tópico que justifica su uso racional y su validez (Black, 1966).

Existen numerosos ejemplos de modelos análogos, como los modelos moleculares (palos y bolas o de empaquetamiento espacial), el modelo cinético molecular de los gases (pelotas sólidas botantes), el modelo atómico de Thomson (pudín de pasas) o el modelo atómico de Rutherford (sistema solar).

El *modelo a escala* –o modelo icónico- es una representación de un objeto material, sistema o proceso –real o imaginario- que conserva las proporciones relativas (Gilbert y Osborne, 1980). Es un modelo que no entraña un "cambio de medio". Por este motivo se sostiene que el modelo a escala guarda proporciones relativas semejantes, "conserva las proporciones relativas".

El modelo a escala se apoya ostensiblemente en la identidad: su finalidad consiste en imitar.

Ejemplos típicos de estos modelos son el avión expuesto en el escaparate de una agencia de viajes, el barco procedente de una caja de construcciones, los mapas (mapas del tiempo, ...) y los diagramas (circuitos eléctricos, diagramas de flujo, estructuras de los sistemas nervioso y circulatorio, ...)

El *modelo analógico* o *analogía* es el tema del presente trabajo de investigación en el campo de los modelos. Se admite que la analogía, tal como se expuso en el apartado V.2, queda resumida como se expone a continuación:

“Una analogía es una propuesta representativa de las estructuras del análogo y del tópico. Mediante una trama de relaciones se comparan, fundamentalmente, los nexos semejantes entre ambos.

Su finalidad es la comprensión y el aprendizaje del tópico mediante la transferencia de conocimiento del análogo al tópico.

Las comparaciones de atributos semejantes tienen un carácter secundario”.

Un *modelo matemático* es aquel que puede resumirse en, o representarse por, una ecuación matemática (Gilbert y Osborne, 1980). Ejemplos de este tipo de modelo los constituyen la expresión  $P \cdot V = Cte.$ , las fórmulas químicas y las ecuaciones químicas.

El modelo matemático es más simple y más abstracto que el fenómeno original que representa y explica el tipo de función que se ajusta, aproximadamente, a los datos conocidos del fenómeno.

El *modelo teórico* consiste en introducir un nuevo lenguaje, sugerido por una teoría conocida pero ampliado a un nuevo campo, de manera que contemple las propiedades que este campo le asigne. Un ejemplo de modelo teórico lo constituye la representación del campo eléctrico en base a las propiedades de un fluido incomprensible imaginario (Maxwell), como si el campo eléctrico estuviese lleno de un medio material. Otro ejemplo de modelo teórico es considerar que el campo magnético consiste en líneas de fuerza que unen los polos norte y sur.

Son modelos en los que la mera descripción de una estructura imaginaria, pero posible, basta para facilitar la investigación científica (Black, 1966). Tal como argumentan Harrison y Treagust (1996), los modelos teóricos son modelos abstractos que se usan para representar como “imágenes” la situación o fenómeno, suscitando la especulación acerca del mismo.

El *modelo arquetipo* consiste en un repertorio de ideas por medio del cual un pensador dado describe, por semejanza, cierto dominio de manera que tales ideas no son aplicables inmediata y literalmente (Black, 1966).

Un ejemplo de este modelo se tiene en el intento de representar las relaciones dinámicas entre los hechos psicológicos por medio de construcciones interpretativas matemáticas (Black, 1966). Emplea un vocabulario vernáculo de la física, con palabras tales como campo, vector, espacio de fases, tensión, fuerza, límites, fluidez, como indicio de un voluminoso arquetipo que espera ser reconstruido por algún crítico paciente.

La finalidad del modelo arquetipo es servir como instrumento especulativo, incitando a realizar todo género de investigaciones empíricas interesantes.

## V.7. Criterios de clasificación de las analogías

El sistema de clasificación que se presenta se cimienta en el de Curtis y Reigeluth (1984) y Thiele y Treagust (1994). Supone que cada analogía se va a conocer por unas características que obedecen a los siguientes criterios: *localización* de la analogía, *formato de presentación* de la analogía, *orientación analógica*, *posición* del análogo respecto a la explicación del tópico, *nivel de abstracción* del análogo y del tópico, *relación analógica* entre el análogo y el tópico, *nivel de enriquecimiento* de la analogía y *multiplicidad*.

Los criterios anteriores están relacionados con el contexto en el que se presenta y se pone en práctica la analogía -restricciones contextuales-, a excepción del criterio de la *relación analógica* entre el análogo y el tópico.

La relación analógica entre el análogo y el tópico es la semejanza compartida entre ambos. Es, por tanto, un criterio específico de la analogía y debido a ello no depende del contexto en el que se presente y ponga en práctica. Se explica con detalle más adelante, en el apartado V.7.6.

### V.7.1. Localización

La localización de la analogía describe la parte de la unidad didáctica en la que se encuentra: en el *inicio*, en el *desarrollo* o en las *actividades finales* de la misma. En el caso de que se quiera localizar una analogía utilizada por el profesor en el aula se sigue el mismo criterio: al comienzo de la sesión, durante el desarrollo de la misma o en las actividades llevadas a cabo para concluir la sesión. La unidad didáctica del libro de texto es equivalente, por lo tanto, a la sesión de clase.

Son numerosos los libros de texto que presentan margen. En este caso es probable que la analogía se encuentre localizada en él. Por este motivo las analogías presentes en los libros de texto incluyen la variable *margen* en cada una de las tres posibilidades de localización. Por ejemplo, se puede localizar una analogía en el *desarrollo* de la unidad didáctica o en el *desarrollo* pero en el *margen* de la misma.

Cuando la analogía presenta un formato pictórico-verbal, formato que se discute a continuación, existe la posibilidad de que su descripción textual se encuentre en el espacio de copia del libro de

texto y que la imagen del análogo se encuentre en el margen. Se admite en este caso, a efectos de clasificación de la analogía, que se encuentra localizada en el margen.

Algunas analogías pueden encontrarse en el desarrollo de la unidad didáctica del libro de texto como notas al pie de página. Se admite que la analogía se encuentra, en este caso, localizada en el desarrollo de la misma, sin más. Es decir, se obvia que se encuentre como nota al pie de página.

### **V.7.2. Formato de presentación**

Se admite que son tres los formatos en que pueden presentarse las analogías, tanto las que figuran en los libros de texto como las que utiliza el profesor en el aula: formato pictórico, formato verbal y formato pictórico-verbal.

Una analogía se presenta en formato verbal cuando en el texto o en la explicación del profesor no figura la imagen del análogo, por lo que sólo tiene texto y carece de dibujo o representación del análogo.

Se presenta en formato pictórico cuando en el texto, o en la explicación del profesor, la única información disponible del análogo es una imagen; sólo lleva, por lo tanto, un dibujo o representación del análogo.

Se presenta en formato pictórico-verbal cuando figura en el texto, o en la explicación del profesor, una imagen con texto. Es decir, está en ambos formatos, pictórico y verbal.

La figura V.4 muestra una analogía verbal en la que el análogo es el entrenador de un equipo de fútbol y su equipo y el tópico es el concepto de nicho ecológico.

La figura V.5 muestra una analogía en formato pictórico localizada en el margen. El análogo es una máquina que transforma un producto en otro mientras que el tópico es la transformación de unidades.

La figura V.6 muestra una analogía en formato pictórico-verbal. El análogo lo constituyen muñecos que transportan mercancía, cuando la barrera lo permite, entre una fábrica y una tienda. El tópico es la corriente eléctrica.

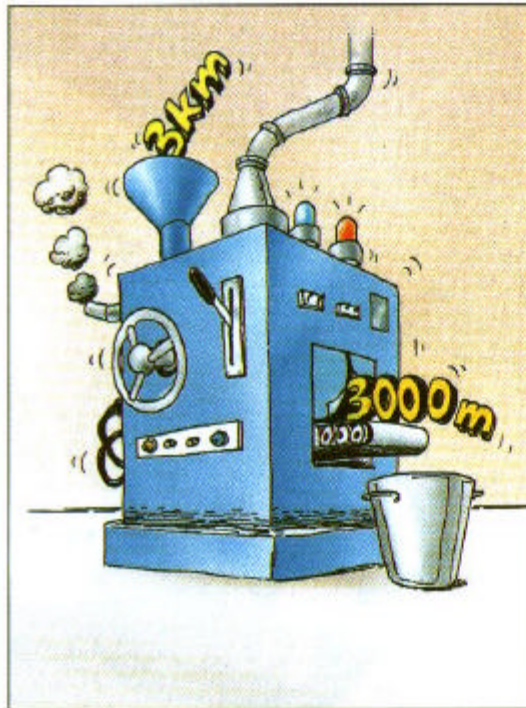
Este ejemplo periodístico pueden servirnos de símil para entender el concepto de *nicho ecológico*.

Todo entrenador de fútbol pretende obtener el máximo rendimiento deportivo de sus jugadores. Para ello debe conocer las características de cada jugador y situar a cada uno de ellos en la demarcación donde mejor se desenvuelve. Si un equipo estuviera formado sólo por defensas, sólo por extremos o sólo por porteros, su fracaso estaría asegurado.

Fuera del fútbol, en las sociedades, ninguna población podría funcionar sólo con carpinteros, sólo con médicos, sólo con electricistas o sólo con albañiles.

Preguntas similares pueden hacerse sobre otros organismos vivos. ¿Qué comen? ¿Por dónde se mueven? ¿Cómo encajan en la biocenosis y cómo se relacionan con otros organismos? ¿Qué condiciones abióticas necesitan?, etc. De este modo se llega a entender el concepto de nicho ecológico. En este sentido, el término **nicho ecológico**, es la *profesión u oficio* que ejerce un organismo dentro de un ecosistema. Significa también el modo en que una especie utiliza los recursos disponibles para sobrevivir y cómo su existencia afecta a los organismos que le rodean.

**Figura V.4.** Ed. ECIR, BYG 4º ESO, Pág. 16



## ● La transformac

Con frecuencia, es nec  
varias medidas. Para el  
expresadas en la misma  
do unidades distintas, de

A continuación vamos a  
ciones de modo sencillo.

20. Consulta la página 2

El sistema de unidades e

— Cada unidad es diez  
rior. Podemos expres

**Figura V.5** Ed. EDEBÉ, CCNN 1º ESO, Pág. 32

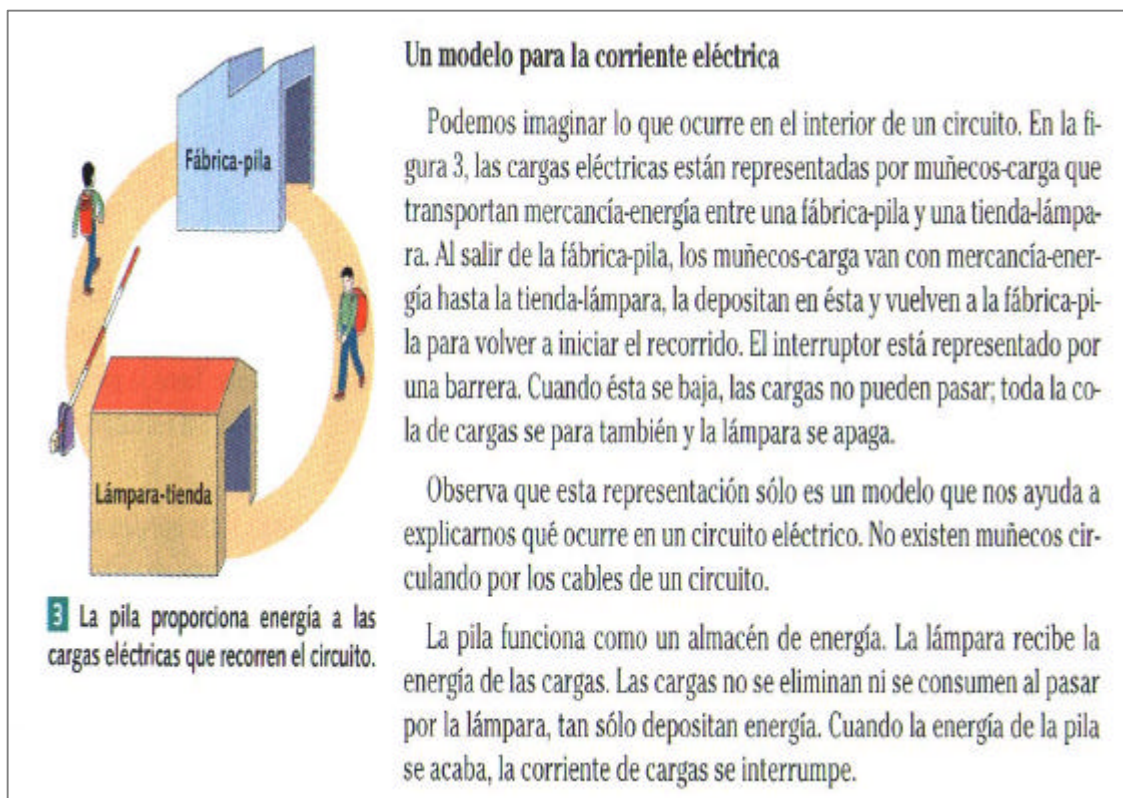


Figura V.6 Ed. SANTILLANA, CCNN 2º ESO, Pág. 155

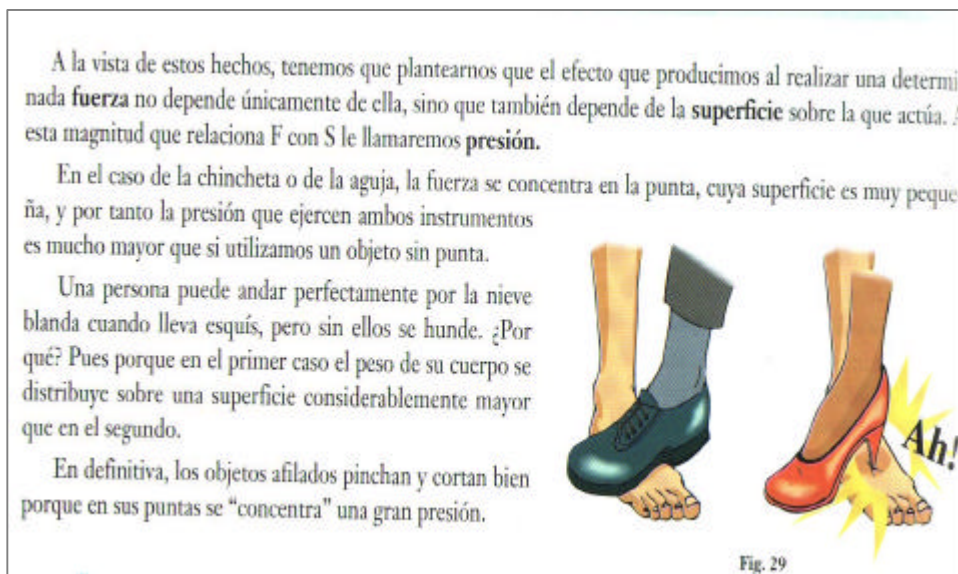
Para evitar confusiones con los distintos tipos de imágenes que muestran los libros de texto o que utilizan los profesores en el aula se admite que existen los cuatro tipos siguientes: *imágenes representacionales*, *imágenes lógicas*, *imágenes antropomórficas* y *analogías pictóricas*.

Las imágenes representacionales –o realistas– tienen un parecido físico a las cosas o conceptos que representan. Juegan un papel importante en los textos de primaria y secundaria ya que retratan el contenido de los conceptos o fenómenos que se explicitan en el texto. Los conceptos abstractos (movimiento, calor, presión, tiempo, ...) no se pueden retratar directamente, pero sí mediante objetos relacionados con ellos; este es el caso de la imagen de un reloj para expresar el concepto de tiempo.

Existen investigaciones que evidencian que las imágenes representacionales facilitan el aprendizaje, especialmente en los textos de primaria y secundaria. Los textos de niveles superiores van dirigidos a alumnos que presentan un nivel de comprensión mayor y pueden, por lo tanto, prestar menor atención a este tipo de imágenes.

La figura V.7 muestra una imagen representacional del concepto “presión”.

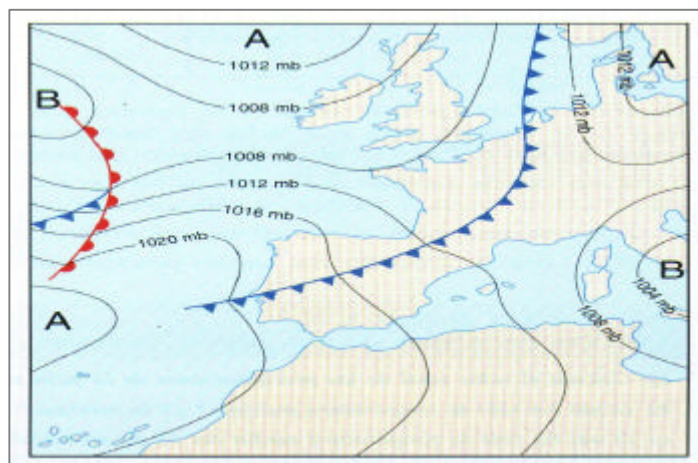




**Figura V.7** Ed. ECIR, CCNN 2º ESO, Pág. 50

Las imágenes lógicas -o arbitrarias- son representaciones más simples de fenómenos y procesos complejos. Son, por tanto, modelos. No muestran semejanza con las cosas que representan, pero están relacionadas con sus referentes. Comprenden diagramas, gráficos, mapas, organigramas. Se pueden encontrar, por ejemplo, en la mayoría de los textos de secundaria y en la mayoría de los textos científicos; permiten la explicación de estructuras complejas y relacionan de manera más fácil y económica que las palabras únicamente. Bastante a menudo los textos tienen solamente una función suplementaria a las imágenes lógicas que los acompañan y pueden llevar éstas la mayor parte de la información que necesita ser transmitida.

La figura V.8 es un ejemplo de imagen lógica en la que se visualiza un mapa del tiempo.



**Figura V.8.** Ed. SM (EXPLORA), CCNN 1º ESO, Pág. 188

Las imágenes antropomórficas son imágenes en las que los conceptos abstractos que se representan tienen forma humana. Se pueden encontrar en algunos libros de texto de determinadas editoriales, como ECIR. En esta editorial es habitual que las imágenes representacionales, como la que se muestra en la figura V.9 para significar la formación de las rocas metamórficas, tengan apariencia humana.



Figura V.9 Ed. ECIR, BYG 4º ESO, Pág. 92

Las analogías pictóricas se parecen a las imágenes representacionales -pueden mostrar objetos reales- pero se refieren a otras cosas que el contenido para el que aparecen en el texto o en la explicación del profesor. Es decir, aunque se utilizan para explicar un determinado concepto o tópico, hacen referencia a un tema que en principio no guarda relación con él.

### V.7.3. Orientación analógica

Se admite que en una analogía existe orientación analógica cuando -en el texto o el profesor en clase- se explica y describe el análogo, con sus componentes, atributos y nexos más relevantes, y cuando advierte a los alumnos de que la técnica de aprendizaje que se está utilizando es una analogía. La advertencia viene indicada con las palabras *analogía*, *análogo/a*, *símil*, *similar*, *asemeja* o *semejante*.

No existe orientación analógica cuando no se presenta ninguna de las dos condiciones anteriores, es decir, ni se explica el análogo ni se advierte.

Un ejemplo de analogía que presenta orientación analógica es el que se muestra a continuación:

“Supongamos que deseamos que el agua fluya en un circuito cerrado entre dos plantas de una casa; que lo haga de arriba hacia abajo es sencillo, pues se cumple el requisito elemental: la diferencia de energía potencial. Pero para que el agua ascienda a la segunda planta necesitamos una bomba que la impulse. Así pues, el papel de la bomba es restablecer la diferencia de energía potencial que permite el flujo del agua. Pues bien, el generador o batería realiza un cometido similar” (Ed. OXFORD, FYQ 1º Bach., pág. 427).

Como se puede observar, el autor del libro de texto explica y describe el análogo –agua que fluye entre dos plantas de una casa- y advierte al alumno de que se está utilizando una analogía cuando comenta *el generador o batería realiza un cometido similar*.

#### **V.7.4. Posición del análogo respecto al tópico**

Se admite que el análogo puede presentarse en cada una de las tres posiciones siguientes:

- a) Antes de conocer o tener una explicación del tópico, como un *organizador avanzado*.
- b) Durante la explicación del tópico, como un *activador incrustado*.
- c) Después de explicar y enseñar el tópico, como un *pos sintetizador*.

Un ejemplo de analogía que presenta el análogo como un organizador avanzado es la siguiente:

“Imagina que tú y un amigo tuyo tenéis cada uno 50 pesetas en el bolsillo y deseáis probar suerte jugando a las quinielas. Ahora bien, una quiniela cuesta 100 pesetas; ¿qué podéis hacer? Evidentemente, la única posibilidad de que ambos podáis satisfacer vuestro deseo es hacer una quiniela conjunta, aportando cada uno vuestras 50 pesetas. Estaréis compartiendo vuestra suerte. Pues bien, en el mundo atómico existen casos de compartición muy curiosos que dan lugar a que dos átomos satisfagan sus necesidades de estabilidad al formar una molécula en la que comparten determinado número de electrones” (Ed. OXFORD, FYQ 1º Bach., pág. 126).

El análogo, como se puede observar, se presenta antes de la explicación del tópico: formación de una molécula por compartición de electrones.

Un ejemplo de analogía que presenta el análogo como un activador incrustado es la siguiente:

“Muchos aparatos electrónicos disponen de elementos que producen una respuesta diferente en función de las señales que reciben. Estos elementos se llaman puertas lógicas.

Las puertas lógicas funcionan de forma parecida a los interruptores: permiten o impiden el paso de corriente, de acuerdo con las señales que reciben. Las distintas puertas lógicas son, por tanto, elementos de control de los circuitos electrónicos. Las puertas más sencillas son ...” (Ed. SANTILLANA, CCNN 1º ESO, pág. 169).

El análogo –interruptor eléctrico- se presenta durante la explicación del tópico: las puertas lógicas.

Un ejemplo de analogía que presenta el análogo como un pos sintetizador es la que se muestra a continuación. En ella, después de haber explicado el campo eléctrico, el autor hace el siguiente comentario:

“...Observa que la definición de intensidad del campo eléctrico en un punto es idéntica a la empleada para definir la intensidad o aceleración del campo gravitacional. Recuerda que ésta se definía:  $g = F/m$

Al igual que el valor de  $g$  no depende de la masa testigo  $m$  que dispongamos en el seno del campo, el valor de  $E$  tampoco depende de la carga testigo  $Q'$  que situemos en el campo eléctrico” (Ed. OXFORD, FYQ 1º Bach., pág. 417).

Utiliza como análogo la intensidad del campo gravitatorio para explicar la intensidad de campo eléctrico: el tópico.

### V.7.5. Nivel de abstracción

Las analogías se clasifican, dependiendo del nivel de abstracción que presenten el análogo y el tópico, en:

- a) *concreto-concreto*: cuando tanto el análogo como el tópico son concretos.
- b) *concreto-abstracto*: cuando el análogo es concreto y el tópico es abstracto.
- c) *abstracto-abstracto*: cuando tanto el análogo como el tópico son abstractos.

Se admite por *concreto* toda situación o concepto que puede ser percibido por nuestros sentidos, que es familiar a nuestras experiencias cotidianas. Cuando sucede lo contrario decimos que la situación es abstracta.

Las analogías en las que tanto el análogo como el tópicos son concretos son comunes en las experiencias cotidianas de la vida en las que el tópicos es capaz de insinuar sensaciones sensoriales. Se presentan, fundamentalmente, para explicar conceptos de biología o de geología porque tienen un nivel de abstracción inferior a los de química o física. Ejemplos de este tipo de analogías son las que utilizan la cámara fotográfica para explicar el funcionamiento del ojo humano, o una bomba hidráulica para explicar el funcionamiento del corazón.

La figura V.10 es un ejemplo de analogía concreto-concreto. Las funciones vitales de la célula constituyen el tópicos, mientras que la fábrica es el análogo.

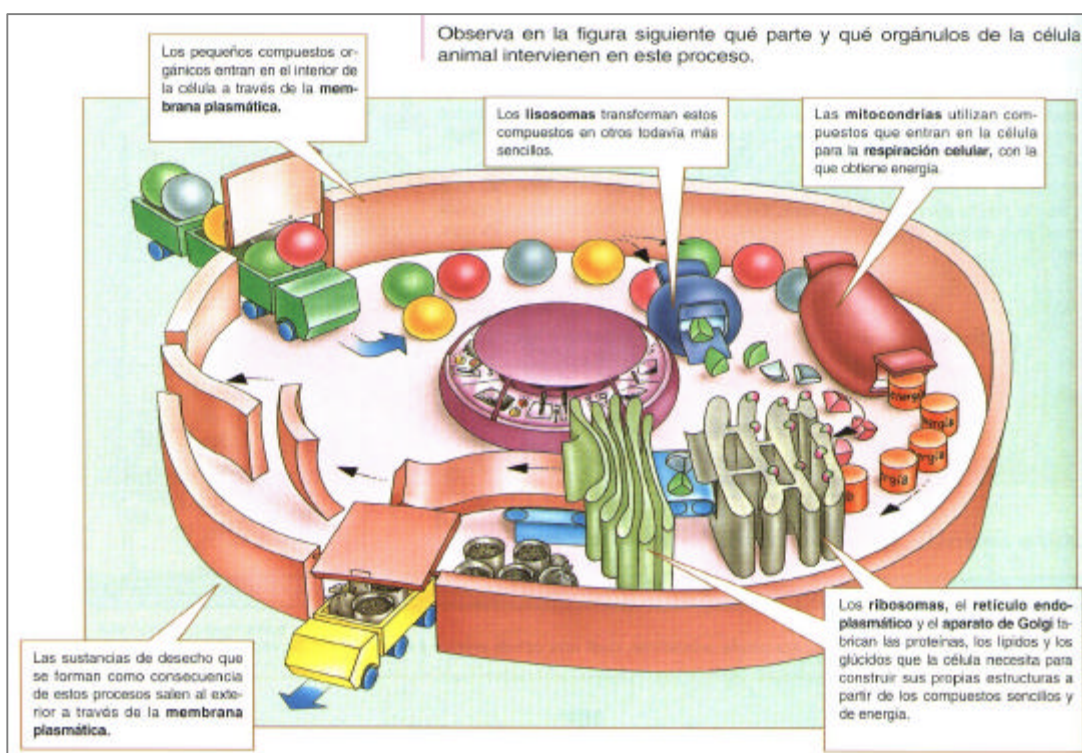


Figura V.10. Ed. EDEBÉ, CCNN 2º ESO, Pág. 102

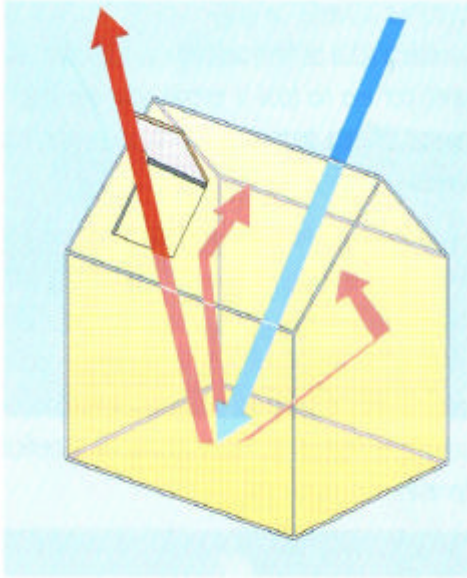
El nivel de abstracción más habitual es aquel en que el análogo es concreto y el tópicos abstracto.

Un ejemplo de este tipo de analogías es el que muestra la figura V.11. El tópicos es el efecto invernadero, representado mediante un invernadero de cultivo agrícola. Otros ejemplos son los que se muestran

**2 ¿QUÉ ES EL EFECTO INVERNADERO?**

Los rayos del Sol que atraviesan la atmósfera calientan la superficie terrestre. Durante la noche ese calor va perdiéndose hacia el espacio exterior. Si la atmósfera no redujese esta pérdida, la temperatura descendería muchos grados bajo cero y no habría vida en la Tierra.

El proceso se puede comparar al que ocurre en un invernadero. Los rayos solares atraviesan el vidrio calentando el suelo del invernadero. El aire del interior se calienta en contacto con el suelo, y el vidrio impide que salga. El aire caliente queda así atrapado dentro del invernadero. Para que la temperatura no suba en exceso y se renueve el aire, los invernaderos mantienen algunas ventanas abiertas.



La atmósfera reduce las pérdidas de calor de la superficie terrestre, de modo que su papel es comparable al que realiza el vidrio de un invernadero. Por ello, este proceso recibe el nombre de **efecto invernadero**.

**Figura V.11** Ed. SM, CCNN 1º ESO (EXPLORA), Pág. 179

en las figuras II.8 (el tópico es la proporción que existe entre el tamaño del núcleo y del átomo y el análogo un guisante situado en el centro del césped de un estadio de fútbol), II.9 (el tópico es la polimerización de los alquenos y el análogo tres hombres separados –monómeros- y cogidos de la mano –polímero-), II.10 (el tópico es el concepto de reactivo limitante y el análogo soportes de lámparas y bombillas), II.11 (el tópico son las combinaciones posibles de átomos que pueden dar lugar a un compuesto químico y el análogo las combinaciones posibles de piezas de mecano que pueden dar lugar a un helicóptero) y II.29, II.30 y II.31 (el tópico son las moléculas en cada uno de los estados de agregación de la materia y el análogo grupos de personas realizando distintas actividades: una formación militar, asistiendo a una reunión y jugando un partido de fútbol), así como las analogías de las figuras comprendidas entre la II.12 y la II.28 y entre la II.32 y la II.45.

Las analogías en las que tanto el análogo como el tópico son abstractos son menos habituales. La figura V.12 constituye un ejemplo de analogía de este tipo. El análogo es la energía potencial negativa que une la Tierra al Sol y el tópico es la energía potencial negativa que une los electrones al metal.

Otros ejemplos se tienen en las analogías de las figuras II.46 y II.47, en las que el tópico es el campo de fuerzas gravitatorio y el análogo el campo de fuerzas eléctrico.

Puesto que los electrones no escapan espontáneamente del metal, se supone que están en un pozo de potencial, es decir están ligados al metal mediante una energía potencial negativa, como la Tierra está ligada al Sol. Para extraerlos, hay que aportar al electrón una energía mínima, denominada *trabajo de extracción*  $W_e$ ; es el trabajo necesario para que un electrón quedase en reposo fuera del metal. La fig. 2.10 es una representación de este proceso.

**Figura V.12** Ed. ECIR, FÍSICA 2º BACHILLERATO, Pág. 30

### V.7.6. Relación analógica

Se denomina *relación analógica* a la *semejanza compartida* entre el análogo y el tópico. Cuando presentan semejanzas en la apariencia física externa o interna, la relación analógica es *estructural*. Cuando análogo y tópico presentan semejanzas en la función o en el comportamiento, la relación analógica es *funcional*. Cuando presentan ambos tipos de semejanza la relación analógica es *estructural-funcional*.

Se admite, por tanto, lo siguiente:


1. Que la *relación analógica estructural* es la que presentan análogo y tópico cuando comparten semejanza superficial -componentes con apariencia física externa semejante- y semejanza estructural - nexos con apariencia física interna, es decir, con configuraciones similares, con relaciones o proporciones semejantes entre sus componentes-.
2. Que la *relación analógica funcional* es la que presentan análogo y tópico cuando comparten semejanza semántica -nexos con significados semejantes, con estructuras de conexiones funcionales semejantes-, motivo por el cual presentan una función o comportamiento semejantes.
3. Que existe *relación analógica estructural-funcional* cuando análogo y tópico comparten las semejanzas anteriores.

Se presentan numerosos ejemplos de analogías en el apartado II.6.6 del capítulo II en las que la relación analógica es estructural, funcional o estructural-funcional.

Un ejemplo de relación analógica estructural se tiene en la analogía de la figura V.13. Entre el análogo (piel de una manzana) y el tópico (corteza terrestre) existen atributos semejantes como son las arrugas, comunes a ambos, pero también existe semejanza en la relación que existe entre la disminución del volumen del interior de la manzana y las arrugas de su piel y la disminución del volumen del interior de la Tierra y las arrugas de su corteza.

**Teoría contraccionista**


Fue elaborada en el último tercio del siglo XIX y durante muchos años gozó de gran apoyo. Para esta teoría, la Tierra era al principio un planeta fundido y a lo largo de su historia se había ido enfriando. Así se formó una corteza sólida cuando el interior aún estaba fundido. A medida que continuó enfriándose, nuevas capas del interior se solidificaron y, por eso, disminuyó su volumen.



La Tierra ha ido enfriándose a lo largo de su historia.

Al contraerse el interior terrestre, la primitiva corteza resultaba grande. La consecuencia fue la formación progresiva de arrugas en la corteza. Esas arrugas serían las actuales cordilleras.

El proceso sería similar al que le ocurre a la piel de una manzana a medida que se va secando.



La piel de una manzana se arruga a medida que se va secando.

Aunque hoy se acepta que la Tierra está enfriándose, la teoría contraccionista no explicaba por qué se presentaban las cordilleras agrupadas en determinadas zonas de la Tierra, en lugar de estar uniformemente repartidas como las arrugas de la manzana. Y lo que es más importante: para originar una sola cordillera, la Tierra habría tenido que reducir mucho su tamaño.

Figura V.13 Ed. SM, BYG 4º ESO (BIOSFERA), Pág. 63

Un ejemplo de relación analógica funcional es el que se muestra en la analogía de la figura V.14. En ella se puede apreciar que el comportamiento de la bala cuando atraviesa la paja es similar al de las partículas cuando bombardean el átomo.



### 3 Anatomía del átomo

El modelo atómico de Thomson tuvo una gran aceptación durante cierto tiempo, pero pronto una serie de experimentos pusieron en entredicho su validez.

#### Reflexiona

##### Experiencia de la bala de paja

Imagínate que quieres investigar el interior de una bala de paja lanzando bolas de acero del tamaño de una pelota de tenis contra ella. Tu hipótesis es que como la bala sólo contiene paja, todas las bolas deben atravesarla en línea recta sin desviarse. Ante tu sorpresa algunas de estas bolas se desvían e incluso unas pocas rebotan y vuelven sobre ti.

- ¿Mantienes la hipótesis de que la bala sólo contiene paja?
- ¿Qué es posible que haya en su interior?



#### Hechos

En 1918, Aston inventa el espectrómetro de masas, un aparato que permite comparar la masa de los átomos. Gracias a él descubre que no todos los átomos de un mismo elemento tienen la misma masa.

J. Chadwick, en 1932, identificó una tercera partícula de masa aproximadamente igual a la del protón, pero que carecía de carga eléctrica. Esta partícula recibió el nombre de **neutrón** y su masa es  $1,67 \cdot 10^{-27}$  kg.

En 1911, E. Rutherford, H. Geiger y E. Marsden realizaron un experimento que permitió descartar el modelo de Thomson. Rutherford y sus colaboradores dirigieron un haz de partículas con carga positiva a gran velocidad contra una fina lámina de oro. Según el modelo de Thomson las partículas deberían atravesar la lámina sin apenas desviación.

El resultado fue que la mayor parte de las partículas pasaron a través de la lámina sin cambiar de dirección. Sin embargo, unas cuantas se desviaron apreciablemente (los ángulos de dispersión eran bastante grandes) y otras, incluso, rebotaron hacia la fuente de emisión.

Figura V.14 Ed. OXFORD, FYQ 3º ESO, Pág. 58

### Una clasificación muy musical

En 1864, John Newlands distribuyó los elementos en orden creciente de sus masas atómicas, y observó que el octavo elemento, a partir de uno cualquiera, presentaba propiedades similares a las del elemento considerado como punto de partida.

Newlands recordó las octavas de la escala musical. Su tabla de los elementos, con siete en cada grupo, también tenía intervalos de octavas y, por eso, denominó a su descubrimiento «la ley de las octavas».

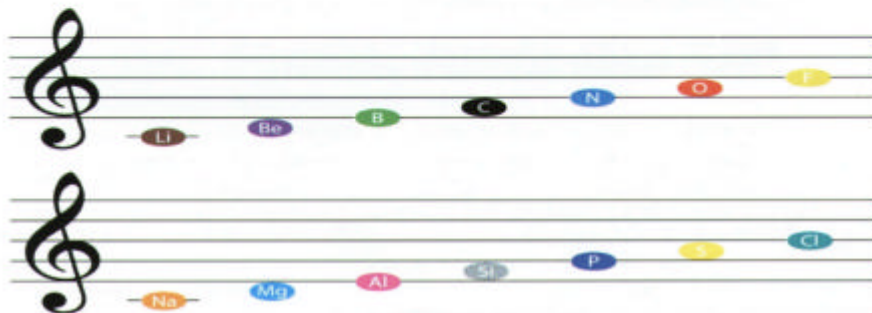


Figura V.15 Ed. OXFORD, FYQ 3º ESO, Pág. 76

Se aprecia que en ella está presente tanto la relación analógica estructural como la relación analógica funcional.


### V.7.7. Nivel de enriquecimiento

Se denomina nivel de enriquecimiento de una analogía a la extensión con que el profesor o autor del libro de texto describe las comparaciones entre los distintos componentes y nexos del análogo y del tópico. Se admite que las analogías se clasifican, según su nivel de enriquecimiento, en *simples*, *enriquecidas*, *enriquecidas con limitaciones* y *extendidas*.

Una analogía simple es aquella que se muestra con una frase escueta en la que figura el análogo, el tópico y un conector tal como "es parecido a", "es semejante a", o "es análogo a". Está ausente la descripción o explicación de las comparaciones entre el análogo y el tópico; el tópico es parecido al análogo, sin más explicaciones, como algo obvio.

Son numerosos los ejemplos de analogías simples que se encuentran en los libros de texto ya que la mayoría de las analogías presentes en ellos son de este tipo. Uno de ellos es el que se muestra en la analogía de la figura V.16. El análogo es el rompecabezas y el tópico el compuesto químico que interviene en una reacción química.

Algunos tipos de reacciones químicas



Susana está jugando con un rompecabezas y le enseña a Víctor lo que ha logrado con la unión de las diferentes piezas. Como Víctor quiere volver a construir el rompecabezas tiene que deshacerlo.

En el juego anterior hay dos procesos, la *formación* del rompecabezas y la *descomposición*. Por el proceso de formación se unen las piezas más sencillas hasta formar el dibujo completo. La descomposición implica la fragmentación del rompecabezas en trozos más pequeños.

**5** Imagínate que el rompecabezas representa un compuesto químico. ¿Cómo definirías la reacción de formación y la reacción de descomposición?

Existen muchas clasificaciones posibles de reacciones químicas, como veremos más adelante, pero ahora vamos a referirnos a tres tipos de reacciones especialmente importantes.

Fig. 3.3.

**Reacción de formación o síntesis**

Mediante esta reacción se obtiene un compuesto a partir de sus elementos, es decir,  *sintetizamos*  el compuesto. Este tipo de reacciones son la base de la industria química.

Figura V.16 Ed. ECIR, FYQ 3º ESO, Pág. 67

Otro ejemplo es el siguiente:

“El cierre y la apertura de las fallas es similar al de una cremallera” (Ed. ECIR, BYG 4º ESO, pág. 85).

Una analogía enriquecida es aquella que se muestra con una descripción –explicación– de las semejanzas entre el análogo y el tópico. La descripción puede ser explícita, textualmente o mediante un esquema, o implícita.

Las figuras II.59, II.60 y II.61 (capítulo II, apartado II.6.7) muestran tres ejemplos de analogías enriquecidas.

Cuando en una analogía se especifica la limitación que presenta alguna de las comparaciones propuestas, dicha limitación se considera como un ejemplo de enriquecimiento y la analogía se denomina enriquecida con limitaciones tipo EL1. La figura V.17 muestra un ejemplo de analogía tipo EL1 en el que el análogo es el campo gravitatorio y el tópico el campo eléctrico.

#### SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS ENTRE LOS CAMPOS ELÉCTRICO Y GRAVITATORIO

	CAMPO ELÉCTRICO	CAMPO GRAVITATORIO	COMPARACIÓN
Agente creador	<b>Carga</b>	<b>Masa</b>	Las cargas pueden ser + o – pero las masas no.
Fuerza a Distancia	$F = K \frac{Qq}{r^2} u_r$	$F = -G \frac{Mm}{r^2} u_r$	Las fuerzas gravitatorias son siempre de atracción y las eléctricas pueden ser de atracción o repulsión.
Constante	$K = \frac{1}{4\pi\epsilon}$	$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$	K depende del medio. G no depende del medio.
Intensidad de Campo	$E = F/q$	$g = F/m$	Las definiciones son equivalentes (la intensidad es la fuerza sobre el “testigo” unidad).
Líneas de Campo	Nacen en la carga + y mueren en la -.	Mueren en la masa.	En el campo gravitatorio no existen fuentes de líneas de campo.
Características del campo	Es conservativo. $E_p = K \frac{Qq}{r}$ , $V = K \frac{Q}{r}$	Es conservativo $E_p = -G \frac{Mm}{r}$ , $V = -G \frac{M}{r}$	En el campo gravitatorio $E_p$ siempre es negativa; en el eléctrico el signo de $E_p$ depende de las cargas que interaccionan.
Representación Gráfica	Superficies de $V = \text{cte.}$ Líneas de campo.	Superficies de $V = \text{cte.}$ Líneas de campo.	

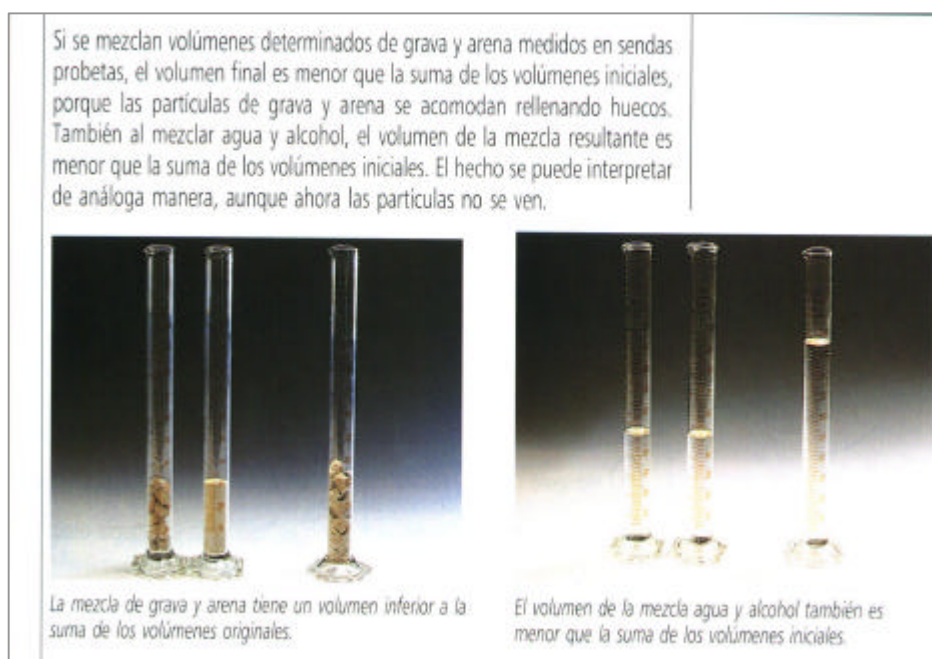
Figura V.17 Ed. ECIR, FÍSICA 2º BACHILLERATO, Pág. 201

Si lo que se especifica es la limitación que presenta alguna de las posibles comparaciones entre el análogo y el tópico que no se han

propuesto en la puesta en acción de la analogía, dicha limitación se considera también un ejemplo de enriquecimiento y se denomina enriquecida con limitaciones tipo EL2.

La figura V.18 muestra un ejemplo de analogía simple –no se describen o explican las comparaciones entre el análogo (partículas de grava y arena) y el tópico (partículas de agua y alcohol)- que presenta la siguiente limitación en su descripción: "...aunque ahora las partículas no se ven".

Cuando se especifican las limitaciones entre comparaciones propuestas y entre comparaciones no propuestas, la analogía es enriquecida con limitaciones del tipo EL1-EL2.



**Figura V.18 Ed. SM, FYQ 3º ESO(NEWTON), Pág. 39**

Se denominan analogías *extendidas* a aquellas en las que se emplean varios análogos para explicar un único tópico, o un único análogo para explicar varios tópicos. En el primer caso la analogía es extendida en el análogo mientras que en el segundo lo es en el tópico. Se considera, tanto en un caso como en otro, que se trata de analogías enriquecidas.

En el capítulo II, apartado II.6.7, se muestran ejemplos de este tipo de analogías. A continuación se muestra el de una analogía extendida en el análogo:

“Casi todos los movimientos van acompañados de obstáculos que hay que superar. Por ejemplo, la resistencia o rozamiento que ofrece el aire a que un automóvil se mueva, la oposición que ejerce el agua al avance de un barco y, en general, el rozamiento que existe entre dos cuerpos cuando uno se desplaza sobre el otro.

De forma análoga, cuando los electrones se mueven a través de un conductor tienen que vencer una resistencia”. (Ed. MGW, FYQ 3º ESO, pág. 165).

Para la explicación del tópico –resistencia de un conductor- se emplean tres análogos: resistencia que ofrece el aire a un automóvil que se mueve, oposición que ejerce el agua al avance de un barco y rozamiento entre dos cuerpos cuando uno se desplaza sobre el otro.

En una analogía extendida, como en cualquier otra, las comparaciones se establecen entre componentes y nexos del análogo y del tópico. Si se admite que una analogía presenta los siguientes componentes, ♠ ♣ ● O, y que los nexos entre estos componentes quedan representados por la unión mediante guiones, la figura V.19 ejemplifica el diagrama de una analogía extendida en el análogo.

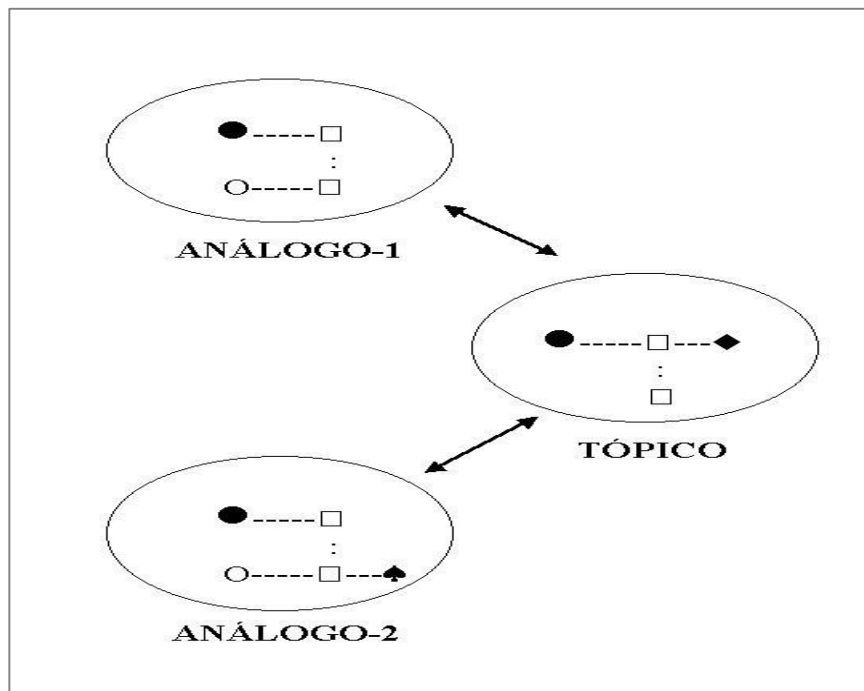


Figura V.19 Diagrama de una analogía extendida en el análogo.

En esta analogía se observa cómo cada uno de los análogos comparte los mismos nexos semejantes con el tópico.

### V.7.8. Analogías múltiples

Las analogías múltiples son aquellas en las que se emplean varios análogos para explicar aspectos distintos de un tópico muy amplio o complejo. Tienen la finalidad de evitar los errores conceptuales que podrían generarse con la utilización de un único análogo.

En el trabajo de investigación desarrollado por nuestro grupo sobre el análisis de las analogías en los libros de texto de las siete editoriales más utilizadas en los institutos de enseñanza secundaria, sólo se ha encontrado una analogía múltiple (capítulo VII, apartado VII.2.8). Es la que se muestra y explica en la figura II.65 (citoesqueleto de la célula) del apartado II.6.8.

En una analogía múltiple, como en cualquier otra, las comparaciones se establecen entre componentes y nexos del análogo y del tópico. Si se admite que una analogía presenta los siguientes componentes, ♠ ♣ ● O, y que los nexos entre estos componentes quedan representados por la unión mediante guiones, la figura V.20 ejemplifica el diagrama de una analogía múltiple.

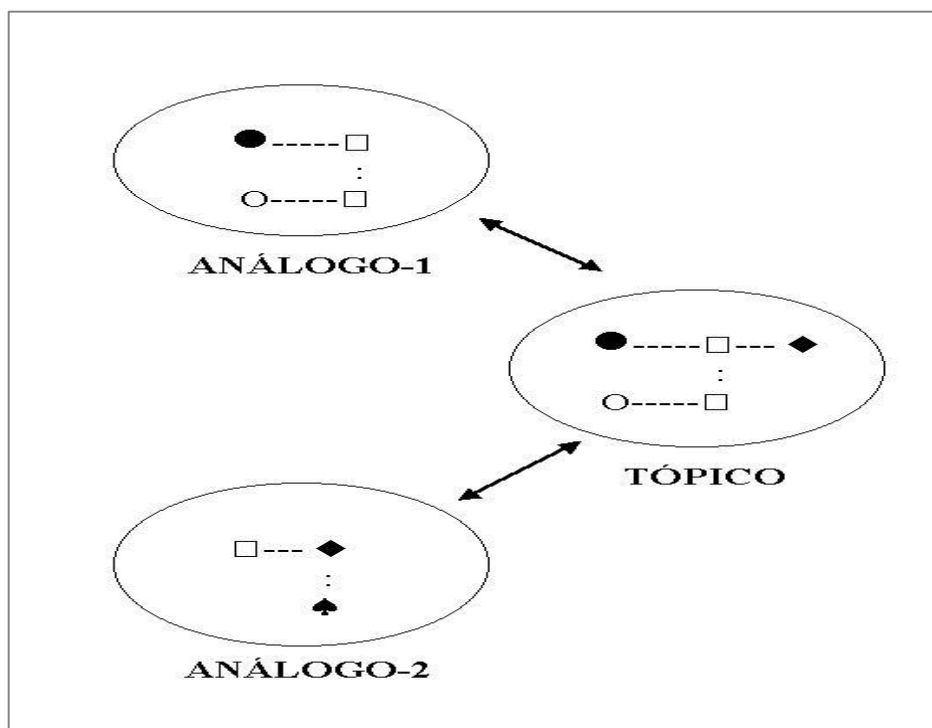


Figura V.20 Diagrama de una analogía múltiple

En esta analogía se aprecia cómo cada uno de los análogos comparte nexos semejantes, aunque diferentes entre sí, con el tópico.

Esto es debido a que, como se comentó anteriormente, cada uno de los análogos explica aspectos distintos del tópico.

La diferencia, por tanto, entre una analogía extendida y una analogía múltiple es obvia: mientras en la analogía extendida cada uno de los análogos comparte los mismos nexos semejantes con el tópico, en la analogía múltiple los nexos semejantes compartidos con el tópico son diferentes para cada uno de los análogos.

## **V.8. Recomendaciones**

Las analogías se utilizan, generalmente, como herramientas de ayuda al aprendizaje. Facilitan el aprendizaje del tópico y contribuyen a reestructurar el análogo, por lo que se recomienda su uso en el aprendizaje por cambio conceptual.

La generación de nuevos esquemas en el proceso de aprendizaje ocurre por analogía, modelando los esquemas existentes al transferir estructuras desde el análogo al tópico, y sirviendo, de esta manera, de base al nuevo aprendizaje. En este sentido las analogías actúan estructurando la nueva información.

Las analogías son ayudas efectivas en el aprendizaje porque hacen la información abstracta más imaginable y concreta. La presentación de analogías permite, al menos bajo algunas condiciones, la disponibilidad de las ideas relevantes intuitivas y estimular a los alumnos a integrar activamente la nueva información y la información previamente aprendida en la estructura cognitiva.

A continuación se explicitan, a modo de recomendaciones, aquellos aspectos didácticos que se consideran fundamentales, tanto para los profesores como para los autores o editores de libros de texto en sus explicaciones analógicas.

1. Las analogías ayudan más a los alumnos menos hábiles que a los más hábiles, y más a los alumnos que desconocen el tópico que a los expertos. A estos últimos las analogías podrían resultarles superfluas. Este hecho confiere gran importancia a la semejanza superficial -o semejanza de atributos entre el análogo y el tópico- ya que es la semejanza que inicialmente detectan los alumnos y que va a permitir a éstos acceder al análogo.

2. Las buenas analogías son las que presentan gran semejanza estructural entre el análogo y el tópico ya que, de esta manera, ofrecen gran poder inferencial.
3. Las manifestaciones anteriores implican recomendar como analogías mejores aquellas que combinan ambos tipos de semejanza. Es decir, aquellas en la que la relación analógica entre el análogo y el tópico es de tipo estructural-funcional. Esta relación analógica se debe detectar con facilidad si se quiere que la analogía sea, además, efectiva.
4. No sólo el tipo de semejanza compartida entre el análogo y el tópico es el que va a restringir el conocimiento que se transfiere; las restricciones contextuales también van a ser determinantes.
5. La finalidad o el propósito para el que se usa la analogía -restricciones pragmáticas- actúa restringiendo el conocimiento que se transfiere. Autores de libros de texto y profesores deben ser conscientes de ello.
6. Las analogías deben figurar en el desarrollo de las unidades didácticas o de la clase. Las analogías que figuran en el inicio de la unidad didáctica o de la clase, o en el margen del libro de texto, presentan un carácter secundario en el aprendizaje. Cuando las analogías se presentan al final de la clase o en las actividades finales de la unidad didáctica del libro de texto tienen una función de síntesis, aclaratoria, de relacionar los conceptos estudiados durante la misma, de complemento a las explicaciones aportadas durante el desarrollo.
7. Aunque en muchas analogías el formato verbal puede ser suficiente para visualizar el tópico, para los alumnos menos habilidosos o de cursos inferiores las analogías son más efectivas cuando se presentan en formato pictórico-verbal. Las imágenes ayudan a focalizar la atención, establecer las comparaciones y facilitar la visualización del tópico favoreciendo su comprensión.
8. Las analogías deben presentar orientación analógica para garantizar, de esta forma, que el proceso de establecimiento de comparaciones tenga éxito. Se ayuda así a los alumnos de niveles inferiores que tienen un



menor conocimiento sobre el tópico y también a aquellos que tienen dificultades de aprendizaje. Por tanto, las analogías en las que el autor o profesor emplea como análogo un concepto abordado con anterioridad son muy efectivas ya que existe garantía de que el análogo es conocido por los alumnos.

9. La mayoría de las investigaciones apuntan a que son los atributos semejantes del análogo y del tópico los que conducen a asumir comprensivamente el análogo. Esto supone lo siguiente: el análogo debe presentarse durante la explicación del tópico para que tenga lugar su recuperación y aceptación, ya que en ese momento se tiene la garantía de que los alumnos conocen sus atributos.
10. Si las analogías proporcionan un puente desde lo cotidiano a lo desconocido, hacen que el contenido difícil y abstracto del tópico aparezca más simple y más familiar como consecuencia de relacionarlo con el análogo, su nivel de abstracción debe ser concreto abstracto. Es decir, en las analogías un análogo concreto debe explicar un tópico abstracto.
11. Las analogías simples deben usarse sólo en aquellos casos donde la relación analógica es obvia y necesita poca o ninguna explicación.  
En caso contrario, para evitar que sea el alumno el que establezca la trama de relaciones relevantes entre el análogo y el tópico creando comparaciones inapropiadas y no percatándose de las limitaciones de éstas y de la analogía, las analogías deben ser enriquecidas y con limitaciones.
12. Los profesores y autores de libros de texto deben procurar que el análogo sea familiar al alumno y, además, que sea más accesible que el tópico para lograr que tenga lugar el razonamiento analógico. Una forma de garantizar esto es utilizar analogías extendidas en el análogo, es decir, presentar al alumno varios análogos para explicar un único tópico.
13. Siempre que se expliquen tópicos muy amplios y/o complejos deben utilizarse analogías múltiples para evitar los errores conceptuales que podrían generarse

con la utilización de un único análogo. Son analogías que tienen un gran poder explicativo.

Las recomendaciones anteriores entrañan un diseño y una adaptación de la analogía que tiene como fin un nuevo enfoque en el proceso analógico de enseñanza-aprendizaje. Es decir, suponen la puesta en acción del proceso analógico que se expone a continuación y que se ha optado por denominar *Aprendizaje Con Analogías (ACA)*. Consiste en los siguientes pasos:

- A. Diseño del análogo
  - i) Diseño de un análogo atractivo e idóneo a la edad madurativa y el conocimiento de los alumnos.
  - ii) Reconocer el análogo, esto es, hacer una prospección de lo que los alumnos pueden saber y/o relacionar del tópico.
  - iii) Analizar las dificultades del proceso de enseñanza-aprendizaje para un razonamiento analógico apropiado a la trama (o relación analógica) que sea relevante.
  
- B. Iniciar el proceso de enseñanza aprendizaje de la analogía con los alumnos
  1. Introducir el tópico.
  2. Identificar las características relevantes del análogo.
  3. Establecer las comparaciones entre el análogo y el tópico.
  4. Identificar las limitaciones de la analogía.
  
- C. Análisis y/o evaluación de la efectividad del proceso analógico de enseñanza-aprendizaje.

Esta puesta en acción debe aplicarse en un contexto en el que el profesor vea a los alumnos como constructores de su propio conocimiento, más que como recipientes pasivos del conocimiento presentado por él o por el libro de texto.





## **VI. DATOS EXPERIMENTALES Y RESULTADOS**

En este capítulo se exponen los datos experimentales y los resultados del análisis de las analogías en la muestra de libros de texto perteneciente a las editoriales, organizados en 64 *tablas*.

En la primera parte del capítulo se describe el criterio seguido para clasificar y organizar los datos, así como el proceso de elaboración de cada una de las *tablas*. A continuación se muestran las *tablas*.

- **Clasificación y organización de los datos**

Los datos se han obtenido de los libros de texto de cada una de las editoriales que forman parte de la muestra de investigación. Existen editoriales que en el momento del estudio no han publicado algunos de los libros de texto del currículo de la Enseñanza Secundaria, hecho que se representa en las tablas con un guión (" - ").

Los promedios y porcentajes que se han realizado con los datos se presentan redondeados y con tres cifras significativas y obedecen a cada una de las siguientes variables:

- Años de publicación de los libros de texto.
- Libros de texto, materias y cursos de E.S.O. y Bachillerato.
- Temas que han recibido tratamiento analógico.
- Criterios de clasificación de las analogías.

Las tablas comprendidas entre la *Tabla VI.1* y la *Tabla VI.5* muestran datos relacionados con las variables que figuran en los dos primeros apartados anteriores.

La *Tabla VI.1* revela los años en que fueron publicados los textos de la muestra de investigación, el número de analogías identificadas y textos en cada una de las editoriales y el promedio de analogías por cada texto para cada una de las editoriales.

La *Tabla VI.2* muestra la distribución de las analogías, en cada una de las editoriales, por materias y cursos de E.S.O. y años de publicación.

La *Tabla VI.3* muestra la misma distribución que la tabla anterior, pero referida a las materias y cursos del Bachillerato.

La *Tabla VI.4* revela la distribución de los textos por años de publicación, las analogías identificadas en cada uno de los años de publicación y el promedio de analogías por cada texto para cada uno de los 6 años en los que fueron publicados los diferentes libros de texto de la muestra de investigación.

La *Tabla VI.5* muestra cómo se distribuyen las analogías que se han identificado en la muestra de investigación por materias de E.S.O. y de Bachillerato.

La *Tabla VI.6* y las comprendidas entre la *Tabla VI.6.1* y la *Tabla VI.6.8* muestran datos que están relacionados con aquellos temas que han recibido tratamiento analógico en la muestra de investigación.

La *Tabla VI.6* muestra la distribución de las analogías según el tema, curso y materia. En la columna "TEMA" se nombran los 23 temas en que se han agrupado las 399 analogías identificadas en la muestra de investigación. En las dos columnas siguientes, "n" indica el número de analogías identificadas en cada tema y "%" el porcentaje que resulta al dividir cada uno de los valores de "n" entre 399 y multiplicarlo por 100.

Las comprendidas entre la *Tabla VI.6.1* y *VI.6.8* muestran la misma distribución que la *Tabla VI.6*, pero referida a cada una de las editoriales.

Las siguientes tablas muestran datos relacionados con los criterios de clasificación de las analogías. Son criterios que se fundamentan en que las analogías obedecen a una serie de características relacionadas con:

- la localización: *inicio, desarrollo, actividades finales y margen.*
- formato de presentación: *pictórico (P), verbal (V) y pictórico-verbal (PV).*
- orientación analógica: *análogo, advierte, análogo y advierte, y sin orientación.*
- posición del análogo respecto al tópico: *antes, durante y después.*
- nivel de abstracción: *concreto-concreto (C/C), abstracto-abstracto (A/A) y concreto-abstracto (C/A).*
- relación analógica: *estructural (E), funcional (F) y estructural-funcional (E/F).*

- nivel de enriquecimiento: *simple* (S), *enriquecida* (E), *enriquecida con limitaciones* (EL1, EL2) y *extendida* (ANALOGO, TÓPICO).
- multiplicidad (MÚLTIPLE).

La *Tabla VI.7* revela la distribución de las analogías en cada una de las editoriales según su localización en la unidad didáctica. Los porcentajes se han calculado tomando como cantidad total las 399 analogías que se han identificado en la muestra de investigación.

La *Tabla VI.8* revela, en la columna "TOTAL (%)", las analogías localizadas en el margen con formato de imagen (pictóricas o pictórico-verbales). Los porcentajes para cada una de las editoriales se han calculado tomando como cantidad total de analogías para cada editorial las 177 que presentan formato de imagen (suma de analogías pictóricas y analogías pictórico-verbales).

La *Tabla VI.9* muestra la distribución de las analogías según su formato de presentación, orientación y posición para cada una de las editoriales. La *Tabla VI.9.1* muestra la distribución de las analogías según su formato de presentación, orientación y posición por materia y ciclo. Las tablas comprendidas entre la *Tabla VI.9.2* y la *Tabla VI.9.9* muestran la distribución de las analogías según los mismos criterios, por materia y ciclo, en cada una de las editoriales.

Los porcentajes que figuran en el formato de presentación (P, V, PV) de la *Tabla VI.9* se han calculado tomando 402, y no 399, como cantidad total de analogías (33 pictóricas, 225 verbales y 144 pictórico-verbales).

La razón de estas "tres nuevas analogías" está en que la Editorial ECIR presenta dos analogías extendidas en el análogo con distinto formato en cada uno de ellos, hecho que ha llevado a contabilizar los dos formatos presentes en cada una de ellas como si de dos nuevas analogías se tratase, y la Editorial MGH muestra una analogía extendida en el análogo con distinto formato, hecho que también ha llevado a contabilizar los dos formatos presentes como si de una nueva analogía se tratase.

La *Tabla VI.10* muestra la distribución de las analogías por editoriales según su nivel de abstracción y relación analógica. Los porcentajes que figuran en ella se han calculado tomando 399 como cantidad total de analogías de la muestra de investigación. La *Tabla VI.10.1* muestra la distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción y relación analógica. Las tablas comprendidas entre la *Tabla VI.10.2* y la *Tabla VI.10.9* muestran la

distribución de las analogías según los mismos criterios, por materia y ciclo, en cada una de las editoriales.

La *Tabla VI.11* revela la distribución de las analogías por editoriales según su enriquecimiento y multiplicidad. Los porcentajes que figuran en ella se han calculado tomando 399 como cantidad total de analogías de la muestra de investigación. La *Tabla VI.11.1* revela la distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento y multiplicidad. Las tablas comprendidas entre la *Tabla VI.11.2* y la *Tabla VI.11.9* muestran la distribución de las analogías según los mismos criterios, por materia y ciclo, en cada una de las editoriales.

La *Tabla VI.12* muestra la distribución de las analogías por materias y cursos según el formato de presentación, el nivel de abstracción, la relación analógica, el nivel de enriquecimiento y la orientación analógica para el tema denominado *Electricidad*. Las tablas comprendidas entre la *Tabla VI.12.1* y la *Tabla VI.12.8* muestran la misma distribución para este tema, pero en cada una de las editoriales.

La *Tabla VI.13* y las tablas comprendidas entre la *Tabla VI.13.1* y la *Tabla VI.13.8* muestran la misma distribución que las anteriores, diferenciándose de ellas en que en éstas el tema es *La Tierra y el Universo. Geodinámica externa e interna*.

- **Tablas de datos**

Se acompañan las 64 tablas en las que se han organizado los datos experimentales y los resultados del análisis de las 399 analogías encontradas en los libros de texto, pertenecientes a siete editoriales.



<b>EDITORIAL</b>	<b>AÑOS DE PUBLICACIÓN</b>	<b>ANALOGÍAS</b>	<b>NÚMERO DE TEXTOS</b>	<b>PROMEDIO (Analogías/Texto)</b>
ECIR	1995 a 1999	94	11	8.54
EDEBÉ	1995 a 1999	38	11	3.45
ANAYA	1996 a 1998	54	12	4.50
MGH	1995 a 1999	18	11	1.64
SM (I)	1997 a 1999	70	11	6.36
SM (T)	1997 a 1999	59	11	5.36
OXFORD	1998 a 2000	61	10	6.10
SANTILLANA	1996 a 1998	45	12	3.75
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	<b>1995 al 2000</b>	<b>399</b>	<b>84</b>	<b>4.75</b>

**Tabla VI.1. Años de publicación y promedio de analogías por texto**

<sup>1</sup>Se debe tener en cuenta que los 5 textos de Bachillerato de la Editorial SM se han contabilizado en SM (I) y en SM (T), por lo que a la cantidad total que resulta en la columna "NÚMERO DE TEXTOS" hay que restarle 5 para contabilizar los 84 textos de la muestra de investigación. Lo mismo sucede con las 40 analogías que se han identificado en los textos de Bachillerato, de manera que a la cantidad total que resulta en la columna "ANALOGÍAS" hay que restarle 40 para contabilizar las 399 analogías.

<b>EDITORIAL</b>	<b>1º ESO CCNN</b>	<b>AÑO</b>	<b>2º ESO CCNN</b>	<b>AÑO</b>	<b>3º ESO FYQ</b>	<b>AÑO</b>	<b>3º ESO BYG</b>	<b>AÑO</b>	<b>4º ESO FYQ</b>	<b>AÑO</b>	<b>4º ESO BYG</b>	<b>AÑO</b>	<b>TOTAL DE ANALOGÍAS E.S.O.</b>
ECIR	10	1996	12	1997	17	1998	8	1995	2	1995	8	1995	57
EDEBÉ	4	1996	4	1997	4	1995	5	1995	2	1996	1	1996	20
ANAYA	5	1996	5	1997	3	1998	3	1998	1	1998	3	1998	20
M G H	3	1999	2	1996	6	1995	1	1998	0	1997	0	1995	12
SM (I)	5	1997	5	1997	8	1998	4	1998	2	1998	6	1998	30
SM (T)	5	1997	6	1997	5	1998	0	1998	2	1998	1	1998	19
OXFORD	10	2000	3	2000	8	1998	1	1998	4	1998	6	1998	32
SANTILLANA	4	1996	2	1997	5	1998	8	1998	1	1998	1	1998	21
<b>TOTAL</b>	<b>46</b>		<b>39</b>		<b>56</b>		<b>30</b>		<b>14</b>		<b>26</b>		<b>211</b>

**Tabla VI.2. Distribución de las analogías por materias y cursos de E.S.O. y años de publicación.**

EDITORIAL	1ºBACH FYQ	AÑO	1ºBACH BYG	AÑO	2ºBACH F	AÑO	2ºBACH Q	AÑO	2ºBACH B	AÑO	2ºBACH G	AÑO	2ºBACH CTMA	AÑO	TOTAL DE ANALOGÍAS BACH
ECIR	13	1997	4	1997	9	1998	5	1998	6	1999	-	-	-	-	37
EDEBÉ	1	1998	6	1998	3	1999	4	1999	4	1999	-	-	-	-	18
ANAYA	4	1997	7	1996	6	1998	6	1998	10	1997	-	1	1998	-	34
M G H	1	1995	1	1996	4	1996	0	1999	0	1998	-	-	-	-	6
SM	10	1998	15	1997	4	1998	9	1997	2	1999	-	-	-	-	40
OXFORD	11	1998	4	1998	10	2000	-	-	4	1999	-	-	-	-	29
SANTILLANA	3	1996	8	1996	7	1997	4	1997	2	1997	0	1997	-	-	24
TOTAL	43		45		43		28		28		0		1		188

**Tabla VI.3. Distribución de las analogías por materias y cursos de Bachillerato y años de publicación.**

<b>AÑO DE PUBLICACIÓN</b>	<b>NÚMERO DE ANALOGÍAS</b>	<b>NÚMERO DE TEXTOS</b>	<b>PROMEDIO (Analogías / Texto y Año)</b>
1995	34	8	4.25
1996	51	12	4.25
1997	112	19	5.89
1998	153	34	4.50
1999	26	8	3.25
2000	23	3	7.67

**Tabla VI.4. Distribución de los textos por años de publicación. Promedio de analogías por texto y año.**

<b>EDITORIAL</b>	<b>CCNN 1º y 2º ESO</b>	<b>FYQ 3º y 4º ESO</b>	<b>FYQ 1ºBACH</b>	<b>BYG 3º y 4º ESO</b>	<b>BYG 1ºBACH</b>	<b>F 2ºBACH</b>	<b>Q 2ºBACH</b>	<b>B 2ºBACH</b>	<b>G 2ºBACH</b>	<b>CTMA 2ºBACH</b>	<b>TOTAL</b>
ECIR	22	19	13	16	4	9	5	6	-	-	94
EDEBÉ	8	6	1	6	6	3	4	4	-	-	38
ANAYA	10	4	4	6	7	6	6	10	-	1	54
M G H	5	6	1	1	1	4	0	0	-	-	18
SM (I)	10	10		10							
SM (BACH)			10		15	4	9	2	-	-	89
SM (T)	11	7		1							
OXFORD	13	12	11	7	4	10	-	4	-	-	61
SANTILLANA	6	6	3	9	8	7	4	2	0	-	45
<b>TOTAL:</b>	<b>85</b>	<b>70</b>	<b>43</b>	<b>56</b>	<b>45</b>	<b>43</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>399</b>

**Tabla VI.5. Distribución de las analogías por materias de E.S.O. y Bachillerato.**

TEMA	n	%	1°ESO CCNN	2°ESO CCNN	3°ESO FYQ	3°ESO BYG	4°ESO FYQ	4°ESO BYG	BACH FYQ	BACH BYG	BACH F	BACH Q	BACH B	BACH G	BACH CTMA
Método Científico y Ciencia	7	1.75	2		2							2	1		
Métodos Analíticos, de Resolución de Problemas y de Cambios de Unidades	3	0.75	1										1	1	
Naturaleza de la Materia	7	1.75	4	1	1		1								
Estructura Atómica	35	8.77	4		13		2		9				7		
Tabla Periódica	12	3.00	2		5				3				2		
Enlace Químico	7	1.75			2				4				1		
Energía	14	3.51		2		1	4			4			2	1	
Reacciones Químicas	19	4.76	2	1	6				6				4		
Equilibrio Químico	5	1.25											5		
Química Orgánica	6	1.50			5				1						
Mecánica. Cinemática y Dinámica	5	1.25					3				2				
Electricidad	58	14.5	3	5	17				15				18		
Magnetismo	12	3.0			1								11		
Ondas. Luz, Sonido y Óptica	14	3.51	2	3			3						6		
Física Moderna	6	1.50											6		
La Tierra y el Universo. Geodinámica Externa e Interna	54	13.5	8	1		13	1	16				15			
La Atmósfera	32	8.02	7	1	4	2		5	5	3			4		1
Las Plantas	11	2.76	1	6						4					
Los Seres Vivos	33	8.27	7	12		3		1		9			1		
La Célula	22	5.51		2		2				4				14	
El Cuerpo Humano	19	4.76	3	5		9				1				1	
Bioquímica	16	4.01						3		3				10	
Genética	2	0.50						1						1	
TOTALES	399	100	46	39	56	30	14	26	43	45	43	28	28		1

**Tabla VI.6. Análisis de la distribución de las analogías según el Tema, Curso y Materia.**

TEMA	n	%	1ºESO CCNN	2ºESO CCNN	3ºESO FYQ	3ºESO BYG	4ºESO FYQ	4ºESO BYG	BACH FYQ	BACH BYG	BACH F	BACH Q	BACH B	BACH G	BACH CTMA
Método Científico y Ciencia	2	2.13	1									1			
Métodos Analíticos, de Resolución de Problemas y de Cambios de Unidades															
Naturaleza de la Materia	1	1.06	1												
Estructura Atómica	6	6.38			3				3						
Tabla Periódica	1	1.06			1										
Enlace Químico															
Energía	3	3.19				1	1			1					
Reacciones Químicas	7	7.45			5				2						
Equilibrio Químico	3	3.19										3			
Química Orgánica	1	1.06			1										
Mecánica. Cinemática y Dinámica	2	2.13					1				1				
Electricidad	18	19.1			5				7		6				
Magnetismo	1	1.06									1				
Ondas. Luz, Sonido y Óptica	2	2.13		1							1				
Física Moderna															
La Tierra y el Universo. Geodinámica Externa e Interna	12	12.8	2			3		6		1					
La Atmósfera	8	8.51	3		2	1		1	1						
Las Plantas	4	4.25		3						1					
Los Seres Vivos	14	14.9	3	8		1		1				1			
La Célula	5	5.32				1								4	
El Cuerpo Humano	1	1.06				1									
Bioquímica	3	3.19								1				2	
Genética															
TOTALES	94	100	10	12	17	8	2	8	13	4	9	5	6		

**Tabla VI.6.1. Análisis de la distribución de las analogías según el Tema, Curso y Materia. EDITORIAL ECIR**

TEMA	n	%	1°ESO CCNN	2°ESO CCNN	3°ESO FYQ	3°ESO BYG	4°ESO FYQ	4°ESO BYG	BACH FYQ	BACH BYG	BACH F	BACH Q	BACH B	BACH G	BACH CTMA
Método Científico y Ciencia															
Métodos Analíticos, de Resolución de Problemas y de Cambios de Unidades	1	2.63	1												
Naturaleza de la Materia															
Estructura Atómica	3	7.89					1					2			
Tabla Periódica															
Enlace Químico															
Energía	1	2.63					1								
Reacciones Químicas															
Equilibrio Químico	1	2.63										1			
Química Orgánica															
Mecánica. Cinemática y Dinámica															
Electricidad	6	15.8			3				1		2				
Magnetismo	1	2.63			1										
Ondas. Luz, Sonido y Óptica	1	2.63									1				
Física Moderna															
La Tierra y el Universo.															
Geodinámica	6	15.8	1			2						3			
Externa e Interna															
La Atmósfera	4	10.5	2					1				1			
Las Plantas															
Los Seres Vivos	6	15.8		2		2					2				
La Célula	6	15.8		2		1					1			2	
El Cuerpo Humano															
Bioquímica	2	5.26												2	
Genética															
TOTALES	38	100	4	4	4	5	2	1	1	6	3	4	4		

**Tabla VI.6.2. Análisis de la distribución de las analogías según el Tema, Curso y Materia. EDITORIAL EDEBÉ**

TEMA	n	%	1ºESO CCNN	2ºESO CCNN	3ºESO FYQ	3ºESO BYG	4ºESO FYQ	4ºESO BYG	BACH FYQ	BACH BYG	BACH F	BACH Q	BACH B	BACH G	BACH CTMA
Método Científico y Ciencia															
Métodos Analíticos, de Resolución de Problemas y de Cambios de Unidades															
Naturaleza de la Materia															
Estructura Atómica	2	3.70										2			
Tabla Periódica	5	9.26	1		2				1			1			
Enlace Químico	1	1.85							1						
Energía	6	11.1		1			1			3				1	
Reacciones Químicas	1	1.85										1			
Equilibrio Químico															
Química Orgánica															
Mecánica. Cinemática y Dinámica															
Electricidad	3	5.55			1						2				
Magnetismo	1	1.85									1				
Ondas. Luz, Sonido y Óptica	3	5.55									3				
Física Moderna															
La Tierra y el Universo. Geodinámica Externa e Interna	4	7.41	3					1							
La Atmósfera	10	18.5		1				1	2	3		2			1
Las Plantas															
Los Seres Vivos	2	3.70	1	1											
La Célula	7	13.0												7	
El Cuerpo Humano	6	11.1		2		3				1					
Bioquímica	3	5.55						1						2	
Genética															
TOTALES	54	100	5	5	3	3	1	3	4	7	6	6	10		1

**Tabla VI.6.3. Análisis de la distribución de las analogías según el Tema, Curso y Materia. EDITORIAL ANAYA**



TEMA	n	%	1ºESO CCNN	2ºESO CCNN	3ºESO FYQ	3ºESO BYG	4ºESO FYQ	4ºESO BYG	BACH FYQ	BACH BYG	BACH F	BACH Q	BACH B	BACH G	BACH CTMA
Método Científico y Ciencia	1	5.55	1												
Métodos Analíticos, de Resolución de Problemas y de Cambios de Unidades															
Naturaleza de la Materia															
Estructura Atómica	4	22.2			3				1						
Tabla Periódica															
Enlace Químico															
Energía															
Reacciones Químicas															
Equilibrio Químico															
Química Orgánica															
Mecánica. Cinemática y Dinámica	1	5.55									1				
Electricidad	5	27.8		1	2						2				
Magnetismo	1	5.55									1				
Ondas. Luz, Sonido y Óptica	1	5.55	1												
Física Moderna															
La Tierra y el Universo.															
Geodinámica Externa e Interna	3	16.7	1			1				1					
La Atmósfera	1	5.55			1										
Las Plantas	1	5.55		1											
Los Seres Vivos															
La Célula															
El Cuerpo Humano															
Bioquímica															
Genética															
TOTALES	18	100	3	2	6	1			1	1	4				

**Tabla VI.6.4. Análisis de la distribución de las analogías según el Tema, Curso y Materia. EDITORIAL M.G.HILL**

TEMA	n	%	1ºESO CCNN	2ºESO CCNN	3ºESO FYQ	3ºESO BYG	4ºESO FYQ	4ºESO BYG	BACH FYQ	BACH BYG	BACH F	BACH Q	BACH B	BACH G	BACH CTMA
Método Científico y Ciencia	2	2.86								2					
Métodos Analíticos, de Resolución de Problemas y de Cambios de Unidades	1	1.43										1			
Naturaleza de la Materia	1	1.43	1												
Estructura Atómica	6	8.57			1				2			3			
Tabla Periódica	4	5.71	1		1				1			1			
Enlace Químico	3	4.28							2			1			
Energía	1	1.43					1								
Reacciones Químicas	6	8.57			1				3			2			
Equilibrio Químico	1	1.43										1			
Química Orgánica	4	5.71			3				1						
Mecánica. Cinemática y Dinámica															
Electricidad	2	2.86			2										
Magnetismo															
Ondas. Luz, Sonido y Óptica	2	2.86		1			1								
Física Moderna	4	5.71									4				
La Tierra y el Universo. Geodinámica Externa e Interna	17	24.3				4		4		9					
La Atmósfera	2	2.86	1						1						
Las Plantas	2	2.86	1	1											
Los Seres Vivos	3	4.28	1	1						1					
La Célula	3	4.28								3					
El Cuerpo Humano	3	4.28		2										1	
Bioquímica	2	2.86						1						1	
Genética	1	1.43						1							
TOTALES	70	100	5	5	8	4	2	6	10	15	4	9	2		

**Tabla VI.6.5. Análisis de la distribución de las analogías según el Tema, Curso y Materia. EDITORIAL SM ( I )**

TEMA	n	%	1ºESO CCNN	2ºESO CCNN	3ºESO FYQ	3ºESO BYG	4ºESO FYQ	4ºESO BYG	BACH FYQ	BACH BYG	BACH F	BACH Q	BACH B	BACH G	BACH CTMA
Método Científico y Ciencia	2	3.39								2					
Métodos Analíticos, de Resolución de Problemas y de Cambios de Unidades	1	1.69										1			
Naturaleza de la Materia	1	1.69			1										
Estructura Atómica	6	10.2					1		2			3			
Tabla Periódica	2	3.39							1			1			
Enlace Químico	3	5.08							2			1			
Energía															
Reacciones Químicas	6	10.2		1					3			2			
Equilibrio Químico	1	1.69										1			
Química Orgánica	2	3.39			1				1						
Mecánica. Cinemática y Dinámica															
Electricidad	5	8.47		2	3										
Magnetismo															
Ondas. Luz, Sonido y Óptica	1	1.69	1												
Física Moderna	4	6.78									4				
La Tierra y el Universo. Geodinámica Externa e Interna	12	20.3	1	1			1				9				
La Atmósfera	1	1.69							1						
Las Plantas	1	1.69		1											
Los Seres Vivos	1	1.69								1					
La Célula	3	5.08								3					
El Cuerpo Humano	5	8.47	3	1										1	
Bioquímica	2	3.39						1						1	
Genética															
TOTALES	59	100	5	6	5		2	1	10	15	4	9		2	

**Tabla VI.6.6. Análisis de la distribución de las analogías según el Tema, Curso y Materia. EDITORIAL SM ( T )**

TEMA	n	%	1ºESO CCNN	2ºESO CCNN	3ºESO FYQ	3ºESO BYG	4ºESO FYQ	4ºESO BYG	BACH FYQ	BACH BYG	BACH F	BACH Q	BACH B	BACH G	BACH CTMA
Método Científico y Ciencia	2	3.28			2										
Métodos Analíticos, de Resolución de Problemas y de Cambios de Unidades															
Naturaleza de la Materia	4	6.56	2	1			1								
Estructura Atómica	9	14.7	4		4				1						
Tabla Periódica	2	3.28			1				1						
Enlace Químico	1	1.64							1						
Energía	1	1.64		1											
Reacciones Químicas	2	3.28	2												
Equilibrio Químico															
Química Orgánica															
Mecánica. Cinemática y Dinámica	1	1.64					1								
Electricidad	13	21.3	1		1				7		4				
Magnetismo	4	6.56									4				
Ondas. Luz, Sonido y Óptica	2	3.28		1			1								
Física Moderna	2	3.28										2			
La Tierra y el Universo. Geodinámica Externa e Interna	6	9.84						5		1					
La Atmósfera	4	6.56	1		1			1	1						
Las Plantas															
Los Seres Vivos	2	3.28								2					
La Célula	1	1.64												1	
El Cuerpo Humano	1	1.64				1									
Bioquímica	4	6.56								1				3	
Genética															
TOTALES	61	100	10	3	8	1	4	6	11	4	10			4	

**Tabla VI.6.7. Análisis de la distribución de las analogías según el Tema, Curso y Materia. EDITORIAL OXFORD**

TEMA	n	%	1°ESO CCNN	2°ESO CCNN	3°ESO FYQ	3°ESO BYG	4°ESO FYQ	4°ESO BYG	BACH FYQ	BACH BYG	BACH F	BACH Q	BACH B	BACH G	BACH CTMA
Método Científico y Ciencia															
Métodos Analíticos, de Resolución de Problemas y de Cambios de Unidades	1	2.22											1		
Naturaleza de la Materia															
Estructura Atómica	4	8.89			2				2						
Tabla Periódica															
Enlace Químico	2	4.44			2										
Energía	2	4.44										2			
Reacciones Químicas	2	4.44							1			1			
Equilibrio Químico															
Química Orgánica															
Mecánica. Cinemática y Dinámica	1	2.22			1										
Electricidad	6	13.3	2	2							2				
Magnetismo	4	8.89									4				
Ondas. Luz, Sonido y Óptica	2	4.44					1				1				
Física Moderna															
La Tierra y el Universo. Geodinámica Externa e Interna	3	6.67				3									
La Atmósfera	3	6.67				1		1					1		
Las Plantas	3	6.67									3				
Los Seres Vivos	6	13.3	2								4				
La Célula															
El Cuerpo Humano	4	8.89				4									
Bioquímica	1	2.22									1				
Genética	1	2.22												1	
TOTALES	45	100	4	2	5	8	1	1	3	8	7	4	2		

**Tabla VI.6.8. Análisis de la distribución de las analogías según el Tema, Curso y Materia. EDITORIAL SANTILLANA**

<b>EDITORIAL</b>	<b>INICIO</b>	<b>DESARROLLO</b>	<b>ACTIVIDADES FINALES</b>	<b>MARGEN</b>
ECIR	5	82	7	9
EDEBÉ	8	27	3	8
ANAYA	2	42	10	7
M. G. HILL	1	13	4	5
SM (I)	7	18	5	
SM (BACH)	14	26		6
SM (T)	1	15	3	5
OXFORD	2	53	6	17
SANTILLANA	2	38	5	6
<b>TOTAL</b>	<b>42 (10.5%)</b>	<b>314 (78.7%)</b>	<b>43 (10.8%)</b>	<b>63 (15.8%)</b>

**Tabla VI.7. Distribución de las analogías según su localización en la U.D.**

<b>EDITORIAL</b>	<b>P y PV</b>	<b>MARGEN (total)</b>	<b>MARGEN P ó PV</b>	<b>TOTAL (%)</b>
ECIR	49	9	5	5 (10.2%)
EDEBÉ	6	8	3	3 (50.0%)
ANAYA	16	7	7	7 (43.7%)
M. G. HILL	7	5	3	3 (42.8%)
S M ( I )	19			6 (13.7%)
S M (BACH)	25	6	6	
S M ( T )	15	5	5	11 (27.5%)
OXFORD	28	17	12	12 (42.9%)
SANTILLANA	12	6	5	5 (41.7%)
<b>TOTAL</b>	<b>177</b>	<b>63</b>	<b>46</b>	<b>52 (29.4%)</b>

**Tabla VI.8. Analogías localizadas en el margen con formato de imagen**

EDITORIAL	P	V	PV	ANÁLOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO Y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN	ANTES	DURANTE	DESPUÉS
ECIR	17	47	32	22	14	11	47	17	45	32
EDEBÉ	3	32	3	10	2	5	21	6	26	6
ANAYA		38	16	7	9	15	23	10	23	21
M. G. HILL	1	12	6	6	1	3	8	4	10	4
SM (I)	3	11	16	10	5		15	8	14	8
SM (BACH)	1	15	24	19		3	18	18	15	7
SM (T)	3	4	12	4		5	10	7	9	3
OXFORD	4	33	24	17	6	7	31	17	28	16
SANTILLANA	1	33	11	8	5	3	29	8	24	13
TOTAL <sup>2</sup>	33	225	144	103	42	52	202	95	194	110
(%)	(8.21)	(56.0)	(35.8)	(25.8)	(10.5)	(13.0)	(50.6)	(23.8)	(48.6)	(27.6)

**Tabla VI.9. Distribución de las analogías según su formato, orientación y posición.**

TOTAL EDITORIALES	P	V	PV	ANÁLOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO Y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN	ANTES	DURANTE	DESPUÉS
CCNN	15	40	30	28	1	8	48	22	41	22
FYQ (ESO)	5	23	45	17	12	10	32	20	41	9
BYG (ESO)	4	40	12	10	6	3	36	14	24	18
FYQ (BACH)	7	17	19	9	3	6	25	13	14	16
BYG (BACH)	1	35	9	12	4	3	26	8	24	13
FÍSICA		30	13	10	5	16	12	8	20	15
QUÍMICA	1	16	11	12	6	2	8	7	12	9
BIOLOGÍA		23	5	5	5	3	15	3	17	8
GEOLOGÍA										
CTMA		1				1			1	
TOTAL <sup>2</sup>	33	225	144	103	42	52	202	95	194	110

**Tabla VI.9.1 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato, orientación y posición.**

<sup>2</sup> El número total de analogías según su formato suma 402, mientras que la cantidad total de analogías que se han identificado es 399. La explicación está en que se han identificado 3 analogías extendidas en el análogo con distinto formato de presentación en cada uno de ellos (Cfr. VII.2.2).

<b>EDITORIAL ECIR</b>	<b>P</b>	<b>V</b>	<b>PV</b>	<b>ANÁLOGO</b>	<b>ADVIERTE</b>	<b>ANÁLOGO Y ADVIERTE</b>	<b>SIN ORIENTACIÓN</b>	<b>ANTES</b>	<b>DURANTE</b>	<b>DESPUÉS</b>
CCNN	3	14	5	9	1	1	11	4	12	6
FYQ (ESO)	3	4	14	6	5	1	7	3	13	3
BYG (ESO)	3	8	5	2	2	2	10	4	3	9
FYQ (BACH)	6	3	4	0	1	2	10	3	4	6
BYG (BACH)	1	2	1	1	0	0	3	0	3	1
FÍSICA	0	7	2	3	2	3	1	2	2	5
QUÍMICA	1	4	0	0	3	0	2	0	5	0
BIOLOGÍA	0	5	1	1	0	2	3	1	3	2
TOTAL	17	47	32	22	14	11	47	17	45	32

**Tabla VI.9.2 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato, orientación y posición. EDITORIAL ECIR**

<b>EDITORIAL EDEBÉ</b>	<b>P</b>	<b>V</b>	<b>PV</b>	<b>ANÁLOGO</b>	<b>ADVIERTE</b>	<b>ANÁLOGO Y ADVIERTE</b>	<b>SIN ORIENTACIÓN</b>	<b>ANTES</b>	<b>DURANTE</b>	<b>DESPUÉS</b>
CCNN	3	5					8	3	3	2
FYQ (ESO)		5	1	2	2	1	1	2	3	1
BYG (ESO)		6		1			5		6	
FYQ (BACH)		1				1		1		
BYG (BACH)		6		3			3		5	1
FÍSICA		3				3			2	1
QUÍMICA		3	1	3			1		3	1
BIOLOGÍA		3	1	1			3		4	
TOTAL	3	32	3	10	2	5	21	6	26	6

**Tabla VI.9.3 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato, orientación y posición. EDITORIAL EDEBÉ**



<b>EDITORIAL ANAYA</b>	<b>P</b>	<b>V</b>	<b>PV</b>	<b>ANÁLOGO</b>	<b>ADVIERT E</b>	<b>ANÁLOGO Y ADVIERTE</b>	<b>SIN ORIENTACIÓN</b>	<b>ANTES</b>	<b>DURANTE</b>	<b>DESPUÉS</b>
CCNN		6	4	1	0	2	7	5	2	3
FYQ (ESO)		2	2	1	0	3	0	0	3	1
BYG (ESO)		4	2	1	1	0	4	2	2	2
FYQ (BACH)		2	2	1	0	0	3	0	3	1
BYG (BACH)		7		0	2	3	2	2	4	1
FÍSICA		2	4	1	0	4	1	0	2	4
QUÍMICA		6		1	2	1	2	0	1	5
BIOLOGÍA		8	2	1	4	1	4	1	5	4
CTMA		1		0	0	1	0	0	1	0
<b>TOTAL</b>		<b>38</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>23</b>	<b>10</b>	<b>23</b>	<b>21</b>

**Tabla VI.9.4 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato, orientación y posición. EDITORIAL ANAYA**

<b>EDITORIAL MGH</b>	<b>P</b>	<b>V</b>	<b>PV</b>	<b>ANÁLOGO</b>	<b>ADVIERT E</b>	<b>ANÁLOGO Y ADVIERTE</b>	<b>SIN ORIENTACIÓN</b>	<b>ANTES</b>	<b>DURANTE</b>	<b>DESPUÉS</b>
CCNN	1	3	1	4			1	1	4	
FYQ (ESO)		3	4	1	1	1	3	3	2	1
BYG (ESO)		1					1		1	
FYQ (BACH)		1					1		1	
BYG (BACH)		1					1			1
FÍSICA		3	1	1		2	1		2	2
QUÍMICA										
BIOLOGÍA										
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>4</b>

**Tabla VI.9.5 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato, orientación y posición. EDITORIAL MGH**

EDITORIAL SM (I)	P	V	PV	ANÁLOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO Y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN	ANTES	DURANTE	DESPUÉS
CCNN	1	4	5	3			7	4	4	2
FYQ (ESO)	1	2	7	3	3		4	3	7	
BYG (ESO)	1	5	4	4	2		4	1	3	6
FYQ (BACH)	1	1	8	5		2	3	7	2	1
BYG (BACH)		10	5	5			10	3	7	5
FÍSICA		2	2	1			3	1	3	
QUÍMICA			9	7		1	1	7	1	1
BIOLOGÍA		2		1			1		2	
TOTAL	4	26	40	29	5	3	33	26	29	15

**Tabla VI.9.6 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato, orientación y posición. EDITORIAL SM (I)**

EDITORIAL SM (T)	P	V	PV	ANÁLOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO Y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN	ANTES	DURANTE	DESPUÉS
CCNN	3	2	6	3		2	6	3	5	3
FYQ (ESO)		1	6			3	4	4	3	
BYG (ESO)		1		1					1	
FYQ (BACH)	1	1	8	5		2	3	7	2	1
BYG (BACH)		10	5	5			10	3	7	5
FÍSICA		2	2	1			3	1	3	
QUÍMICA			9	7		1	1	7	1	1
BIOLOGÍA		2		1			1	0	2	
TOTAL	4	19	36	23		8	28	25	24	10

**Tabla VI.9.7 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato, orientación y posición. EDITORIAL SM (T)**

EDITORIAL OXFORD	P	V	PV	ANÁLOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO Y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN	ANTES	DURANTE	DESPUÉS
CCNN	3	2	8	7		2	4	2	6	5
FYQ (ESO)	1	3	8	2			10	5	6	1
BYG (ESO)		6	1	2	1	1	3	2	4	1
FYQ (BACH)		8	3	2	2	1	6	2	3	6
BYG (BACH)		3	1	1	1		2	2	2	
FÍSICA		8	2	2	1	3	4	3	5	2
BIOLOGÍA		3	1	1	1		2	1	2	1
TOTAL	4	33	24	17	6	7	31	17	28	16

**Tabla VI.9.8 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato, orientación y posición. EDITORIAL OXFORD**

EDITORIAL SANTILLANA	P	V	PV	ANÁLOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO Y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN	ANTES	DURANTE	DESPUÉS
CCNN	1	4	1	1		1	4		5	1
FYQ (ESO)		3	3	1	1	1	3		4	2
BYG (ESO)		9					9	5	4	
FYQ (BACH)		1	2	1			2		1	2
BYG (BACH)		6	2	2	1		5	1	3	4
FÍSICA		5	2	2	2	1	2	2	4	1
QUÍMICA		3	1	1	1		2		2	2
BIOLOGÍA		2					2		1	1
GEOLOGÍA										
TOTAL	1	33	11	8	5	3	29	8	24	13

**Tabla VI.9.9 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato, orientación y posición. EDITORIAL SANTILLANA**

<b>EDITORIAL</b>	<b>C/C</b>	<b>A/A</b>	<b>C/A</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>E/F</b>
ECIR	19	9	66	13	70	11
EDEBÉ	11	3	24	7	28	3
ANAYA	14	2	38	7	39	8
M. G. HILL	3	6	9	3	13	2
S M (I)	10		20	5	21	4
S M (BACH)	6	1	33	4	33	3
S M (T)	5		14	2	13	4
OXFORD	8	6	47	11	36	14
SANTILLANA	18	4	23	9	24	12
TOTAL (%)	94(23.6)	31(7.77)	274(68.7)	61(15.3)	277(69.4)	61(15.3)

**Tabla VI.10. Distribución de las analogías según su nivel de abstracción y relación analógica.**

<b>TOTAL EDITORIALES</b>	<b>C/C</b>	<b>A/A</b>	<b>C/A</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>E/F</b>
CCNN	31	2	52	12	63	10
FYQ (ESO)	3	4	64	8	47	16
BYG (ESO)	26	1	34	18	37	6
FYQ (BACH)	5	1	37	8	28	7
BYG (BACH)	16		23	8	25	6
FÍSICA	5	20	18	3	31	9
QUÍMICA	2	2	22	1	22	3
BIOLOGÍA	6	1	23	3	23	4
GEOLOGÍA						
CTMA			1		1	
TOTAL	94	31	274	61	277	61

**Tabla VI.10.1. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción y relación analógica.**

<b>EDITORIAL ECIR</b>	<b>C/C</b>	<b>A/A</b>	<b>C/A</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>E/F</b>
CCNN	8		14	5	16	1
FYQ (ESO)		1	18	1	15	3
BYG (ESO)	7		9	5	9	2
FYQ (BACH)	3		10	1	8	4
BYG (BACH)			4	1	3	
FÍSICA		6	3		9	
QUÍMICA	1	2	2		4	1
BIOLOGÍA			6		6	
TOTAL	19	9	66	13	70	11

**Tabla VI.10.2. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción y relación analógica. EDITORIAL ECIR**

<b>EDITORIAL EDEBÉ</b>	<b>C/C</b>	<b>A/A</b>	<b>C/A</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>E/F</b>
CCNN	3	0	5	2	6	0
FYQ (ESO)	0	1	5	0	4	2
BYG (ESO)	7	1	4	5	7	0
FYQ (BACH)	0	0	1	0	1	0
BYG (BACH)	0	0	0	0	0	0
FÍSICA	1	1	1	0	3	0
QUÍMICA	0	0	4	0	3	1
BIOLOGÍA	0	0	4	0	4	0
TOTAL	11	3	24	7	28	3

**Tabla VI.10.3. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción y relación analógica. EDITORIAL EDEBÉ**

<b>EDITORIAL ANAYA</b>	<b>C/C</b>	<b>A/A</b>	<b>C/A</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>E/F</b>
CCNN	4		6		8	2
FYQ (ESO)	1		3		4	
BYG (ESO)	2		4	2	3	1
FYQ (BACH)			4	1	3	
BYG (BACH)	3		4	2	5	
FÍSICA		2	4		4	2
QUÍMICA			6		5	1
BIOLOGÍA	4		6	2	6	2
CTMA			1		1	
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>38</b>	<b>7</b>	<b>39</b>	<b>8</b>

**Tabla VI.10.4. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción y relación analógica. EDITORIAL ANAYA**

<b>EDITORIAL MGH</b>	<b>C/C</b>	<b>A/A</b>	<b>C/A</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>E/F</b>
CCNN	1	2	2	0	4	1
FYQ (ESO)	0	1	5	1	4	1
BYG (ESO)	1	0	0	0	1	0
FYQ (BACH)	0	0	1	1	0	0
BYG (BACH)	1	0	0	1	0	0
FÍSICA	0	3	1	0	4	0
QUÍMICA	0	0	0	0	0	0
BIOLOGÍA	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>2</b>

**Tabla VI.10.5. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción y relación analógica. EDITORIAL MGH**

<b>EDITORIAL SM (I)</b>	<b>C/C</b>	<b>A/A</b>	<b>C/A</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>E/F</b>
CCNN	8		2	1	9	
FYQ (ESO)	1		9	2	5	3
BYG (ESO)	1		9	2	7	1
FYQ (BACH)			10	1	8	1
BYG (BACH)	5		10	2	11	2
FÍSICA		1	3		4	
QUÍMICA			9	1	8	
BIOLOGÍA	1		1		2	
TOTAL	16	1	53	9	54	7

**Tabla VI.10.6. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción y relación analógica. EDITORIAL SM (I)**

<b>EDITORIAL SM (T)</b>	<b>C/C</b>	<b>A/A</b>	<b>C/A</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>E/F</b>
CCNN	5		6		9	2
FYQ (ESO)			7	1	4	2
BYG (ESO)			1	1		
FYQ (BACH)			10	1	8	1
BYG (BACH)	5		10	2	11	2
FÍSICA		1	3		4	
QUÍMICA			9	1	8	
BIOLOGÍA	1		1		2	
TOTAL	11	1	47	6	46	7

**Tabla VI.10.7. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción y relación analógica. EDITORIAL SM (T)**

<b>EDITORIAL OXFORD</b>	<b>C/C</b>	<b>A/A</b>	<b>C/A</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>E/F</b>
CCNN			13	2	7	4
FYQ (ESO)			13	2	7	4
BYG (ESO)	2		4		5	1
FYQ (BACH)	2	1	8	3	7	1
BYG (BACH)	2		2	1	2	1
FÍSICA	1	5	4	2	6	2
BIOLOGÍA	1		3	1	2	1
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>47</b>	<b>11</b>	<b>36</b>	<b>14</b>

**Tabla VI.10.8. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción y relación analógica. EDITORIAL OXFORD**

<b>EDITORIAL ANAYA</b>	<b>C/C</b>	<b>A/A</b>	<b>C/A</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>E/F</b>
CCNN	2		4	2	4	
FYQ (ESO)	1	1	4	1	4	1
BYG (ESO)	6		3	3	5	1
FYQ (BACH)			3	1	1	1
BYG (BACH)	5		3	1	4	3
FÍSICA	3	2	2	1	1	5
QUÍMICA	1		1		2	
BIOLOGÍA		1	3		3	1
GEOLOGÍA						
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>23</b>	<b>9</b>	<b>24</b>	<b>12</b>

**Tabla VI.10.9. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción y relación analógica. EDITORIAL SANTILLANA**



<b>EDITORIAL</b>	<b>SIMPLE</b>	<b>ENRIQUECIDA</b>	<b>EL1</b>	<b>EL2</b>	<b>EXTENDIDA</b>	<b>ANÁLOGO</b>	<b>TÓPICO</b>	<b>MÚLTIPLE</b>
ECIR	56	38	3	1	5	4	1	1
EDEBÉ	17	21		2	2	2		
ANAYA	36	18	5	1	3	3		
M. G. HILL	10	8	2	1	3	3		
S M ( I )	16	14	1					
S M (BACH)	25	15			2	2		
S M ( T )	6	13	1	1				
OXFORD	35	26	3	1	5	4	1	
SANTILLANA	29	16	1		4	4		
TOTAL	230	169	16	7	24	22	2	1
(%)	(57.6)	(42.4)	(4.01)	(1.75)	(6.01)	(5.51)	(0.501)	(0.251)

**Tabla VI.11. Distribución de las analogías según su enriquecimiento y multiplicidad.**

<b>TOTAL EDITORIALES</b>	<b>SIMPLE</b>	<b>ENRIQUECIDA</b>	<b>EL1</b>	<b>EL2</b>	<b>EXTENDIDA</b>	<b>ANÁLOGO</b>	<b>TÓPICO</b>	<b>MÚLTIPLE</b>
CCNN	47	38	1		1		1	
FYQ (ESO)	41	35	1	1	6	5	1	
BYG (ESO)	33	17	2	2	1	1		
FYQ (BACH)	25	17		2	4	4		
BYG (BACH)	29	17	1		3	3		
FÍSICA	13	30	11	1	6	6		
QUÍMICA	18	10			2	2		
BIOLOGÍA	23	5		1	1	1		1
GEOLOGÍA								
CTMA	1							
TOTAL	230	169	16	7	24	22	2	1

**Tabla VI.11.1. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento y multiplicidad.**

<b>EDITORIAL ECIR</b>	<b>SIMPLE</b>	<b>ENRIQUECIDA</b>	<b>EL1</b>	<b>EL2</b>	<b>EXTENDIDA</b>	<b>ANÁLOGO</b>	<b>TÓPICO</b>	<b>MÚLTIPLE</b>
CCNN	16	6						
FYQ (ESO)	11	8			3	2	1	
BYG (ESO)	9	7			1	1		
FYQ (BACH)	10	3		1				
BYG (BACH)	2	2			1	1		
FÍSICA	2	7	3					
QUÍMICA	4	1						
BIOLOGÍA	2	4						1
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>	<b>38</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

**Tabla VI.11.2. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento y multiplicidad. EDITORIAL ECIR**

<b>EDITORIAL EDEBÉ</b>	<b>SIMPLE</b>	<b>ENRIQUECIDA</b>	<b>EL1</b>	<b>EL2</b>	<b>EXTENDIDA</b>	<b>ANÁLOGO</b>	<b>TÓPICO</b>	<b>MÚLTIPLE</b>
CCNN	4	4						
FYQ (ESO)	1	5			1	1		
BYG (ESO)	5	1		2				
FYQ (BACH)		1						
BYG (BACH)	3	3			1	1		
FÍSICA		3						
QUÍMICA	1	3						
BIOLOGÍA	3	1						
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>21</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		

**Tabla VI.11.3. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento y multiplicidad. EDITORIAL EDEBÉ**

<b>EDITORIAL ANAYA</b>	<b>SIMPLE</b>	<b>ENRIQUECIDA</b>	<b>EL1</b>	<b>EL2</b>	<b>EXTENDIDA</b>	<b>ANÁLOGO</b>	<b>TÓPICO</b>	<b>MÚLTIPLE</b>
CCNN	6	4	1					
FYQ (ESO)	2	2	1					
BYG (ESO)	5	1						
FYQ (BACH)	3	1						
BYG (BACH)	4	3	1		1		1	
FÍSICA		6	2					
QUÍMICA	5	1			1		1	
BIOLOGÍA	10			1	1		1	
CTMA	1							
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>3</b>		<b>3</b>	

**Tabla VI.11.4. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento y multiplicidad. EDITORIAL ANAYA**

<b>EDITORIAL MGH</b>	<b>SIMPLE</b>	<b>ENRIQUECIDA</b>	<b>EL1</b>	<b>EL2</b>	<b>EXTENDIDA</b>	<b>ANÁLOGO</b>	<b>TÓPICO</b>	<b>MÚLTIPLE</b>
CCNN	2	3						
FYQ (ESO)	4	2			2	2		
BYG (ESO)	1							
FYQ (BACH)	1				1	1		
BYG (BACH)	1							
FÍSICA	1	3	2	1				
QUÍMICA								
BIOLOGÍA								
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>		<b>3</b>	

**Tabla VI.11.5. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento y multiplicidad. EDITORIAL MGH**

EDITORIAL SM (I)	SIMPLE	ENRIQUECIDA	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANÁLOGO	TÓPICO	MÚLTIPLE
CCNN	6	4						
FYQ (ESO)	4	6						
BYG (ESO)	6	4	1					
FYQ (BACH)	5	5						
BYG (BACH)	10	5						
FÍSICA	3	1			1	1		
QUÍMICA	5	4			1	1		
BIOLOGÍA	2							
TOTAL	41	29	1		2	2		

**Tabla VI.11.6. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento y multiplicidad. EDITORIAL SM (I)**

EDITORIAL SM (T)	SIMPLE	ENRIQUECIDA	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANÁLOGO	TÓPICO	MÚLTIPLE
CCNN	4	7						
FYQ (ESO)	2	5		1				
BYG (ESO)		1	1					
FYQ (BACH)	5	5						
BYG (BACH)	10	5						
FÍSICA	3	1			1	1		
QUÍMICA	5	4			1	1		
BIOLOGÍA	2							
TOTAL	31	28	1	1	2	2		

**Tabla VI.11.7. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento y multiplicidad. EDITORIAL SM (T)**

<b>EDITORIAL OXFORD</b>	<b>SIMPLE</b>	<b>ENRIQUECIDA</b>	<b>EL1</b>	<b>EL2</b>	<b>EXTENDIDA</b>	<b>ANÁLOGO</b>	<b>TÓPICO</b>	<b>MÚLTIPLE</b>
CCNN	6	7			1		1	
FYQ (ESO)	13	5						
BYG (ESO)		1						
FYQ (BACH)	4	6		1	2	2		
BYG (BACH)	4	1						
FÍSICA	4	6	3		2	2		
BIOLOGÍA	4							
TOTAL	35	26	3	1	5	4	1	

**Tabla VI.11.8. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento y multiplicidad. EDITORIAL OXFORD**

<b>EDITORIAL SANTILLANA</b>	<b>SIMPLE</b>	<b>ENRIQUECIDA</b>	<b>EL1</b>	<b>EL2</b>	<b>EXTENDIDA</b>	<b>ANÁLOGO</b>	<b>TÓPICO</b>	<b>MÚLTIPLE</b>
CCNN	3	3						
FYQ (ESO)	4	2						
BYG (ESO)	7	2						
FYQ (BACH)	2	1			1	1		
BYG (BACH)	5	3						
FÍSICA	3	4	1		3	3		
QUÍMICA	3	1						
BIOLOGÍA	2							
GEOLOGÍA								
TOTAL	29	16	1		4	4		

**Tabla VI.11.9. Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento y multiplicidad. EDITORIAL SANTILLANA**

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN
1ºESO	1	2				3		3		1	2						1	2
2ºESO	1	1	3		1	4		4	1	1	4				2		2	1
3ºESO FYQ	2	7	10			17		11	6	10	7			4	2	8	4	3
1ºBACH FYQ	2	8	5	4	1	10	2	8	5	6	9	1	1	2		2	3	10
2ºBACH F		14	4	2	9	7	1	12	5	7	11	6			1	4	9	4
TOTAL	6	32	22	6	11	41	3	38	17	25	33	7	1	6	5	14	19	20

**Tabla VI.12. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado ELECTRICIDAD.**

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN
1ºESO																		
2ºESO																		
3ºESO FYQ	2	2	3			5		3	2	4	1			3		5		
1ºBACH FYQ	2	2	3	2		5		3	4	4	3						1	6
2ºBACH F		6			4	2		6		4	2	2			1	2	2	1
TOTAL	4	10	6	2	4	12		12	6	12	6	2		3	1	7	3	7

**Tabla VI.12.1. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado ELECTRICIDAD. EDITORIAL ECIR**

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN
1ºESO																		
2ºESO																		
3ºESO FYQ	2	1				3		2	1	3				1	1	1	1	
1ºBACH FYQ	1					1		1		1							1	
2ºBACH F	2				1	1		2		2							2	
TOTAL	5	1			1	5		5	1	6				1	1	1	4	

**Tabla VI.12.2. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado ELECTRICIDAD. EDITORIAL EDEBÉ**

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN	
1ºESO																			
2ºESO																			
3ºESO FYQ			1			1		1		1								1	
1ºBACH FYQ																			
2ºBACH F			2		1	1		1	1		2	1						2	
TOTAL			3		1	2		2	1	1	2	1						3	

**Tabla VI.12.3. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado ELECTRICIDAD. EDITORIAL ANAYA**

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN	
1ºESO																			
2ºESO		1			1				1		1				1				
3ºESO FYQ		1	1			2		2		2						1			1
1ºBACH FYQ																			
2ºBACH F		2			2			2		1	1	1					1		1
TOTAL		4	1		3	2		4	1	3	2	1			1	1	1		2

**Tabla VI.12.4. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado ELECTRICIDAD. EDITORIAL MGH**



CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO Y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN
1ºESO																		
2ºESO																		
3ºESO	1	1				2		2		1	1				1	1		
FYQ																		
1ºBACH																		
FYQ																		
2ºBACH																		
F																		
TOTAL	1	1				2		2		1	1				1	1		

**Tabla VI.12.5. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado ELECTRICIDAD. EDITORIAL SM ( I )**

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO Y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN
1ºESO																		
2ºESO			2			2		2			2						2	
3ºESO	1	2				3		1	2	1	2						2	1
FYQ																		
1ºBACH																		
FYQ																		
2ºBACH																		
F																		
TOTAL	1	4				5		3	2	1	4						4	1

**Tabla VI.12.6. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado ELECTRICIDAD. EDITORIAL SM ( T )**

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO Y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN	
1ºESO	1					1		1		1								1	
2ºESO																			
3ºESO FYQ			1			1			1	1								1	
1ºBACH FYQ		5	2	2	1	4	2	4	1	2	5		1	2			2	1	4
2ºBACH F		2	2	1	1	2	1	1	2	1	3	2					1	2	1
TOTAL	1	7	5	3	2	8	3	6	4	5	8	2	1	2			3	3	7

**Tabla VI.12.7. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado ELECTRICIDAD. EDITORIAL OXFORD**

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO Y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN	
1ºESO		2				2		2			2						1	1	
2ºESO	1		1			2		2		1	1				1			1	
3ºESO FYQ																			
1ºBACH FYQ																			
2ºBACH F		2		1		1			2	1	1	1					1		1
TOTAL	1	4	1	1		5		4	2	2	4	1			1		1	1	3

**Tabla VI.12.8. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado ELECTRICIDAD. EDITORIAL SANTILLANA**

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO Y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN
1°ESO		8		5	1	2	1	7		4	4				2	1		5
2°ESO			1			1		1			1				1			
3°ESO BYG	2	9	2	4		9	4	8	1	11	2			1	2	1		10
4°ESO FYQ			1			1		1		1						1		
4°ESO BYG		11	5	4		12	4	11	1	10	6	1		1	3	2	3	8
1°BACH BYG		13	2	7		8	5	7	3	14	1				4			11
TOTAL	2	41	11	20	1	33	14	35	5	40	14	1		2	12	5	3	34

**Tabla VI.13. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado LA TIERRA Y EL UNIVERSO. GEODINÁMICA EXTERNA E INTERNA**

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN
1ºESO		2		1		1	1	1			2				1	1		
2ºESO																		
3ºESO BYG	1	1	1			3	1	2		2	1				1			2
4ºESO FYQ																		
4ºESO BYG		4	2	2		4	2	3	1	4	2			1			2	4
1ºBACH BYG		1				1	1			1								1
TOTAL	1	8	3	3		9	5	6	1	7	5			1	2	1	2	7

**Tabla VI.13.1. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado LA TIERRA Y EL UNIVERSO. GEODINÁMICA EXTERNA E INTERNA. EDITORIAL ECIR**

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN
1ºESO		1				1		1		1								1
2ºESO																		
3ºESO BYG		2				2	2			2				0				2
4ºESO FYQ																		
4ºESO BYG																		
1ºBACH BYG		3		2		1	1	2		3				1	2			1
TOTAL		6		2		4	3	3		6				1	2			4

**Tabla VI.13.2. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado LA TIERRA Y EL UNIVERSO. GEODINÁMICA EXTERNA E INTERNA. EDITORIAL EDEBÉ**

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN
1ºESO		3		3				3		1	2							3
2ºESO																		
3ºESO																		
BYG																		
4ºESO																		
FYQ																		
4ºESO			1			1	1			1								1
BYG																		
1ºBACH																		
BYG																		
TOTAL		3	1	3		1	1	3		2	2							4

**Tabla VI.13.3. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado LA TIERRA Y EL UNIVERSO. GEODINÁMICA EXTERNA E INTERNA. EDITORIAL ANAYA**

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN
1ºESO		1			1			1		1					1			
2ºESO																		
3ºESO		1		1				1		1								1
BYG																		
4ºESO																		
FYQ																		
4ºESO																		
BYG																		
1ºBACH		1		1			1			1								1
BYG																		
TOTAL		3		2	1		1	2		3					1			2

**Tabla VI.13.4. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado LA TIERRA Y EL UNIVERSO. GEODINÁMICA EXTERNA E INTERNA. EDITORIAL MGH**

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN
1ºESO																		
2ºESO																		
3ºESO BYG	1	2	1	1		3	1	2	1	4					1	1		2
4ºESO FYQ																		
4ºESO BYG		3	1			4	1	3		2	2	1			2	1		1
1ºBACH BYG <sup>3</sup>		7	2	3		6	2	5	2	8	1				2			7
TOTAL	1	5/7	2/2	1/3		7/6	2/2	5/5	1/2	6/8	2/1	1			3/2	2		3/7

**Tabla VI.13.5. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado LA TIERRA Y EL UNIVERSO. GEODINÁMICA EXTERNA E INTERNA. EDITORIAL SM ( I )**

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN
1ºESO		1		1				1		1								1
2ºESO			1			1		1			1				1			
3ºESO BYG																		
4ºESO FYQ			1			1		1		1							1	
4ºESO BYG																		
1ºBACH BYG <sup>2</sup>		7	2	3		6	2	5	2	8	1				2			7
TOTAL		1/7	2/2	1/3		2/6	2	3/5	2	2/8	1/1				1/2	1		1/7

**Tabla VI.13.6. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para la categoría denominada LA TIERRA Y EL UNIVERSO. GEODINÁMICA EXTERNA E INTERNA. EDITORIAL SM ( T )**

<sup>3</sup>Los datos de esta fila pertenecen tanto a la Editorial SM (I) como a la Editorial SM (T). Por este motivo no se han sumado en la fila TOTAL.

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN
1ºESO																		
2ºESO																		
3ºESO BYG																		
4ºESO FYQ																		
4ºESO BYG	4	1	2		3		5		3	2					1	1	1	2
1ºBACH BYG	1		1						1	1								1
TOTAL	5	1	3		3		5	1	4	2					1	1	1	3

**Tabla VI.13.7. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado LA TIERRA Y EL UNIVERSO. GEODINÁMICA EXTERNA E INTERNA. EDITORIAL OXFORD**

CURSO	P	V	PV	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	S	E	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANALOGO	ADVIERTE	ANÁLOGO y ADVIERTE	SIN ORIENTACIÓN
1ºESO																		
2ºESO																		
3ºESO BYG	3		2		1		3		2	1								3
4ºESO FYQ																		
4ºESO BYG																		
1ºBACH BYG																		
TOTAL	3		2		1		3		2	1								3

**Tabla VI.13.8. Distribución de las analogías según su naturaleza y curso para el tema denominado LA TIERRA Y EL UNIVERSO. GEODINÁMICA EXTERNA E INTERNA. EDITORIAL SANTILLANA**

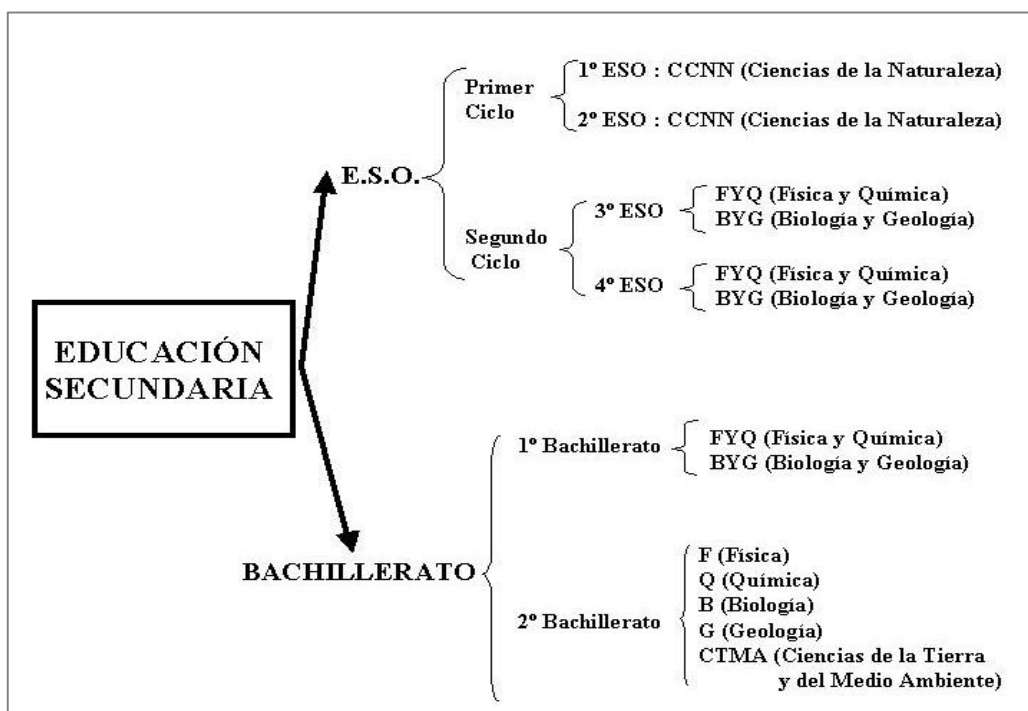
The background features a light gray gradient with several large, semi-transparent interlocking gears. On the far left, there is a vertical strip with a colorful, abstract, and textured appearance, resembling a microscopic view of a material or a geological formation. The overall aesthetic is technical and scientific.

## **VII. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS**



El presente análisis contempla las siete editoriales de libros de texto de Educación Secundaria que mayor arraigo tienen dentro del ámbito nacional. Son las siguientes: Editorial ECIR, Editorial EDEBÉ, Editorial ANAYA, Editorial Mc Graw Hill, Editorial SM, Editorial OXFORD EDUCACIÓN (o Editorial OXFORD) y Editorial SANTILLANA. Conforman una muestra de 84 libros de texto que tratan sobre las siguientes materias: Ciencias de la Naturaleza, Física y Química, Biología y Geología, Física, Química, Biología, Geología y Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente.

Es un hecho conocido que la Educación Secundaria está dividida en dos etapas: Educación Secundaria Obligatoria (E.S.O.) y Bachillerato. La Educación Secundaria Obligatoria comprende dos ciclos de dos cursos cada uno, mientras que el bachillerato comprende dos cursos, tal como se explicita en la figura VII.1<sup>1</sup>.



**Figura VII.1. Distribución de cursos y materias en la Educación Secundaria**

Se han analizado los libros de texto que las diferentes editoriales han publicado en los cursos de la Educación Secundaria. El número de textos de cada editorial que forman parte de este análisis no es el mismo puesto que en el momento de este estudio algunas editoriales no han publicado el texto correspondiente a determinadas materias<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Las abreviaturas que figuran en el cuadro explicativo se van a mantener en este capítulo cuando se aluda a las materias y cursos.

<sup>2</sup>La inexistencia de publicación para una determinada materia se indica en las tablas del capítulo VI con un guión ( " - " ).

Aunque es habitual que cada editorial publique un único ejemplar por curso y materia, la Editorial SM publica dos ejemplares en cada uno de los cuatro cursos de la Educación Secundaria Obligatoria. Así sucede en Ciencias de la Naturaleza de 1º y 2º de ESO (*Explora* y *Ozono*), en Biología y Geología de 3º y 4º de ESO (*Biosfera* y *Darwin*) y en Física y Química de 3º y 4º de ESO (*Interacción* y *Newton*). La finalidad, según los autores y editores, es ofrecer al profesor y a los alumnos dos líneas didácticas diferentes. Por un lado, una línea más innovadora, en la que se exploran las ideas previas de los alumnos y se fomenta la discusión y participación de éstos en clase a través de numerosas actividades prácticas. Pertenecen a esta línea los textos que presentan la denominación *Explora*, *Biosfera* e *Interacción*. En esta investigación se denomina a esta línea *SM (I)*. Por otro lado presentan una línea más habitual, con mayor profundidad conceptual y actividades numéricas. Pertenecen a ella los textos que muestran la denominación *Ozono*, *Darwin* y *Newton*. Se denomina línea *SM (T)*.

- Organización de las analogías en las unidades didácticas analizadas.

Las editoriales organizan los textos en unidades didácticas<sup>3</sup>, y éstas, implícita o explícitamente, se estructuran en tres partes: *Inicio*, *Desarrollo* y *Actividades Finales*<sup>4</sup>.

El "inicio" es la presentación y justificación de la U.D. al alumnado. Suele incluir un comentario, detección de ideas previas, objetivos, o una imagen, dependiendo de los textos de las diferentes editoriales.

El "desarrollo" es la parte de la U.D. en la que se explican pedagógica y didácticamente los contenidos. Por este motivo es habitual encontrar en él numerosas actividades, ejercicios, ejemplos, experiencias, comentarios y aclaraciones. Ocupa la mayor extensión de la U.D. y en la mayoría de las editoriales se conforma con márgenes claros y definidos en cada una de sus páginas, hechos que lo diferencian del "inicio" y de las "actividades finales".

Las "actividades finales", como su nombre indica, se encuentran localizadas al final de la U.D., a continuación del "desarrollo", y tienen la función de sintetizar, conectar y autoevaluar los contenidos que se han explicado durante el "desarrollo". Suelen ser, aunque depende de la

<sup>3</sup>Se utilizará "U.D." como abreviatura de "unidad didáctica".

<sup>4</sup>Fernández González, J. y colb.(1999). ¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?. *DIADA Editora S.L.*, Colección: *investigación y enseñanza*, Sevilla.

editorial, resúmenes, esquemas, síntesis, relaciones de conceptos, actividades de refuerzo y/o ampliación, autoevaluación, ...

Tanto el "inicio" como el "desarrollo" y las "actividades finales" presentan aspectos particulares en cada editorial y, dentro de una misma editorial, especificidades en cada nivel de la Educación Secundaria. Por este motivo se describen a continuación esos aspectos y especificidades que se han considerado más interesantes, y que están relacionados con la organización de las analogías.

El planteamiento de las editoriales estudiadas (ECIR, EDEBÉ, ANAYA, Mc Graw Hill, SM (I), SM (T), OXFORD EDUCACIÓN y SANTILLANA) es diferente en relación a cómo aparecen las analogías en sus U.D., al "inicio", en el "desarrollo" o en las "actividades finales", por lo que se va a hacer referencia para cada caso.

La Editorial ECIR presenta el "inicio" de sus U.D. a doble página, con un pequeño comentario en el que justifica la U.D. y plantea sus objetivos. Concluye con una descripción de la organización de sus contenidos.

Incluye en el "desarrollo" numerosas actividades de lectura, laboratorio, cálculo y ciencia, técnica y sociedad. La mayoría de los libros de texto no presentan márgenes definidos<sup>5</sup> en cada una de sus páginas y el diseño de ésta es, habitualmente, a una columna.

Las "actividades finales" incluyen actividades de refuerzo y ampliación, actividades prácticas y experimentales y actividades de autoevaluación de los contenidos de la U.D.; se suelen presentar en un diseño de página a dos columnas.

La Editorial EDEBÉ, en sus textos de ESO, también presenta el "inicio" de la U.D. a doble página, con un mapa conceptual en el que relaciona los conocimientos previos del alumno con los que va a aprender, y con un esquema de sus objetivos. En los textos de bachillerato sustituye el mapa conceptual por un esquema de organización de contenidos, y añade una evolución histórica con reseñas sobre hechos, investigaciones y científicos relacionados con las mismas.

Presenta en el "desarrollo" un diseño de página a una columna, con márgenes exteriores en los que figuran numerosas aclaraciones y

---

<sup>5</sup>Es habitual perder en la Editorial ECIR la noción de margen, ya que las U.D. presentan numerosas actividades, gráficos, tablas, imágenes, ejemplos y lecturas que no lo respetan. Sólo uno de sus textos, Biología de 2º de Bachillerato, respeta el margen a lo largo de las U.D. que lo componen, pues únicamente es invadido por imágenes o actividades concretas.

comentarios. También presenta actividades de cálculo y de laboratorio insertas en el texto.

Las "actividades finales" incluyen resúmenes esquemáticos, actividades de refuerzo y ampliación, actividades que relacionan la ciencia con la técnica y la sociedad, actividades prácticas y experimentales y actividades de autoevaluación de los contenidos de la U.D.; se presentan en un diseño de página a dos columnas.

La Editorial ANAYA agrupa las U.D. en grandes bloques temáticos. El "inicio" es a doble página sólo al comienzo de los bloques temáticos; es bastante escueto -normalmente menos de una página- e incluye un breve comentario sobre lo que se va a estudiar en la U.D.

De los doce textos analizados, sólo seis presentan un diseño de página a una columna con márgenes exteriores en el "desarrollo"; los otros seis, en los que están incluidos los dos textos del primer ciclo de ESO, lo presentan a dos columnas, siendo numerosas en todos ellos las actividades en las que se plantean cuestiones, investigaciones, experiencias, aclaraciones, esquemas, historia de la ciencia y ciencia, técnica y sociedad.

Las "actividades finales" incluyen resúmenes esquemáticos, actividades de refuerzo y ampliación y actividades de autoevaluación de los contenidos de la U.D.; se presentan en un diseño de página a dos columnas.

La Editorial Mc Graw Hill destina habitualmente, en los textos de E.S.O., dos páginas al "inicio" de la U.D. Plantea actividades que tienen la finalidad de sondear y evaluar los conocimientos previos de los alumnos y organiza los contenidos en conceptuales, procedimentales y actitudinales. Da la impresión que estas páginas iniciales van encaminadas a facilitar la labor del profesor, más que a presentar y justificar al alumnado la U.D. En los textos de bachillerato el "inicio" ocupa una sola página y en ella figuran los contenidos organizados esquemáticamente.

Esta editorial presenta en el "desarrollo" actividades experimentales, de descubrimiento, de recuerdo, ejercicios de aplicación, biografías y lecturas complementarias. El diseño de página es a una columna, con margen izquierdo en los textos de ESO y con márgenes exteriores en los de bachillerato.

Las "actividades finales" incluyen resúmenes esquemáticos, actividades de refuerzo y ampliación, actividades prácticas y experimentales, actividades que relacionan la ciencia con la técnica y la sociedad y actividades de autoevaluación de los contenidos de la U.D.

En algunos de sus textos también se incluyen mapas conceptuales y analogías. El diseño de página es a dos columnas.

El "inicio" de las U.D. en la Editorial SM varía de una línea a otra. En SM (I) se presenta en dos páginas e incluye actividades relacionadas con las ideas previas de los alumnos, con epígrafes tales como *Recuerda* o *Explora tus ideas*. En SM (T) se presenta en una página, de manera que la información textual se limita a exponer, muy escuetamente, los objetivos de la U.D.

En los textos de bachillerato el "inicio" de la U.D. se presenta en una página y comprende un comentario muy breve.

La Editorial SM presenta en SM ( I ) el "desarrollo" de sus U.D. con un diseño de página a una columna y sin márgenes<sup>6</sup>. Consta de numerosas actividades de reflexión, razonamiento, investigación, averiguar y comparar, y de numerosos ejercicios resueltos. En SM ( T ) destacan los numerosos ejercicios para resolver y para profundizar más. Los textos que la caracterizan -y los de Bachillerato, comunes a ambas versiones- presentan márgenes exteriores.

Las "actividades finales" incluyen resúmenes esquemáticos, actividades de refuerzo y ampliación, actividades que relacionan la técnica con la ciencia y la sociedad, actividades prácticas y experimentales y actividades de autoevaluación y mapas conceptuales de los contenidos de la U.D. El diseño de página es a dos columnas.

La Editorial OXFORD dedica al "inicio" de sus U.D. una sola página. En ella plantea a los alumnos una serie de preguntas encaminadas a evaluar sus ideas previas y a justificar los contenidos que van a desarrollarse.

Esta editorial incluye en el "desarrollo" actividades numéricas, de experimentación, de reflexión, de recuerdo, vocabulario y biografías. El diseño de página es a una columna y con márgenes exteriores.

Las actividades finales incluyen resúmenes esquemáticos, actividades de refuerzo y ampliación, actividades que relacionan la ciencia con la técnica y la sociedad, actividades prácticas y experimentales, actividades de autoevaluación y mapas conceptuales de los contenidos de la U.D. El diseño de página es a dos columnas.

La Editorial SANTILLANA dedica al "inicio" de sus U.D. una sola página en la que -normalmente- se pregunta o describen, en párrafos

---

<sup>6</sup>En referencia a aquellos textos que caracterizan a esta línea de la Editorial SM, es decir, a los textos de E.S.O.

sencillos, conocimientos que el alumno debe saber y objetivos de la UD. Sin embargo, en los cuatro textos de la editorial del segundo ciclo de ESO, el "inicio" abarca dos páginas debido a que incluye un debate inicial. En este debate inicial se introducen algunos conceptos de la unidad mediante el tratamiento de algún aspecto histórico, tecnológico o relativo a las relaciones entre ciencia, técnica y sociedad.

Esta editorial se decanta por el diseño de página a una columna con margen izquierdo en el "desarrollo" de sus U.D., salvo en los textos de Biología y de Geología de 2º de Bachillerato en los que el diseño de página es a dos columnas. Presenta numerosas cuestiones, ejercicios, ejemplos, actividades de recuerdo y aclaraciones.

Las "actividades finales" incluyen resúmenes esquemáticos, actividades de refuerzo y ampliación, actividades que relacionan la ciencia con la técnica y la sociedad, actividades prácticas y actividades de autoevaluación de los contenidos de la U.D. El diseño de página es a dos columnas.

### **VII.1. Análisis de la distribución de las analogías**

En la presente investigación sobre el análisis de las analogías en los libros de texto de Enseñanza Secundaria se ha considerado conveniente estudiar la distribución de las analogías identificadas en los libros de texto de cada una de las editoriales. Para ello se han tenido en cuenta las siguientes variables: la fecha de publicación, la etapa de estudios para el que son destinados, los ciclos y cursos de la E.S.O. y del Bachillerato, las materias y el tema o tópico que ha sido objeto de tratamiento analógico en cada uno de ellos.

Se han analizado 84 libros de texto en los que han sido identificadas<sup>7</sup>, y estudiadas<sup>8</sup> posteriormente, 399 analogías.

El número de analogías que se han identificado en cada una de las editoriales es variable. Sin embargo, dado que la cantidad de libros de texto analizados no es la misma en una editorial que en otra, este número no es significativo. Es más señalado el número de analogías por cada libro de texto y editorial.

- Distribución de las analogías en los textos de cada una de las editoriales.

El número total de analogías identificadas (399) en relación con el número de libros de texto analizados (84) representa la cantidad

---

<sup>7</sup>De acuerdo con la concepción de analogía que se desarrolla en el capítulo II.

<sup>8</sup>Seguendo los criterios de clasificación de las analogías que se desarrollan en el apartado II.6 del capítulo II, coherentes con los distintos marcos referenciales teóricos encontrados en la bibliografía.

promedio<sup>9</sup> de analogías por cada libro de texto. Se obtiene una cifra de 4.75 analogías por cada libro de texto. En el caso de los textos de Química, el número total de analogías identificadas es 28 y el de textos analizados 6, datos que reportan un promedio de 4.67 analogías por cada libro de texto. **Estos promedios son bajos si se comparan con el de otras investigaciones llevadas a cabo con libros de texto de otros países.** Así, Curtis y Reigeluth (1984) obtuvieron un promedio de 8.3 analogías por cada libro de texto cuando analizaron una muestra de 26 libros de texto americanos de ciencias –Biología, Ciencias Naturales, Física, Química, Ciencias de la Tierra y Geología- de secundaria. Thiele y Treagust (1994), en un análisis de 10 libros de texto de Química de secundaria australianos, obtuvieron un promedio de 9.3 analogías por cada libro de texto.

Cabe señalar que la muestra que se dispone en este trabajo (84 textos) es bastante exhaustiva en relación con el plantel de libros de texto existente en los Centros. Resulta curioso que Curtis y Reigeluth, en países tan prolijos en ediciones, sólo dispusiesen de 28 textos, que reportan 1/3 de la magnitud de la muestra con que se cuenta en esta investigación.

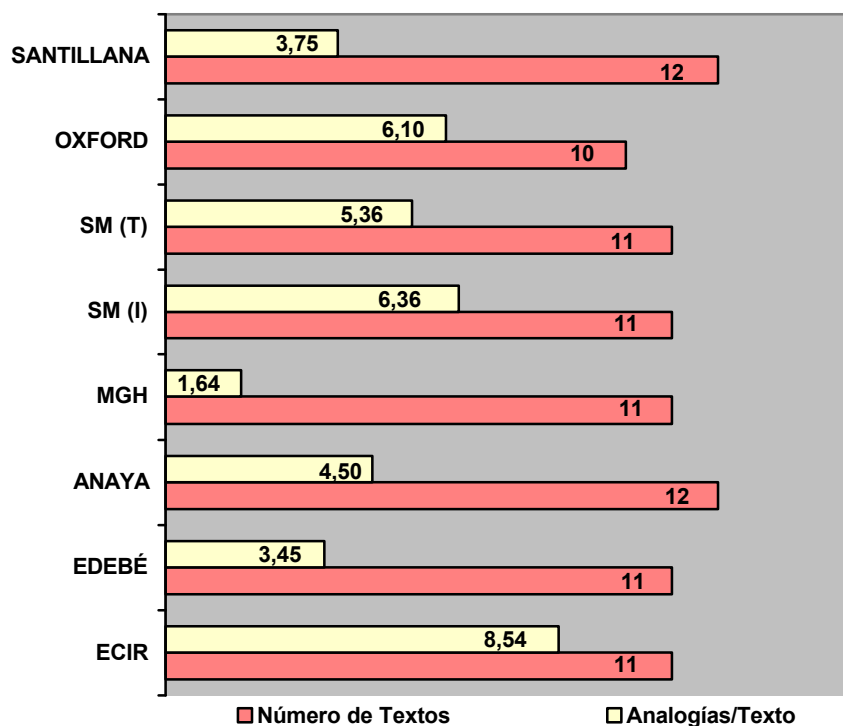


Gráfico VII.1. Promedio de analogías por cada texto

<sup>9</sup>La cantidad promedio se expresa redondeada y con tres cifras significativas.

Sin embargo, en la muestra de textos utilizada, este promedio es diferente de una editorial a otra, tal como se muestra en la *Tabla VI.1* del capítulo VI y se refleja en el gráfico VII.1<sup>10</sup>. En éste aparecen dos columnas, una más larga que indica el número de textos en cada editorial y otra más corta que señala el porcentaje de promedio de analogías por libro de texto.

Así, en los 11 libros de texto de la **Editorial ECIR** analizados se han identificado 94 analogías. Si se divide el número de analogías identificadas (94) por el número de libros de texto de esta editorial (11) se obtiene un promedio de 8.54 analogías por cada libro de texto. Representa **el promedio más alto de la muestra de editoriales** y el que más se aproxima al de las investigaciones llevadas a cabo con editoriales de otros países.

En los 11 libros de texto de la **Editorial MGH** analizados se han identificado 18 analogías. El número de analogías (18) entre el número de libros de texto de esta editorial (11) resalta un promedio de 1.64 analogías por cada libro de texto. Representa **el promedio más bajo que ostenta una editorial de las que conforman la muestra** y el que más se aleja de las investigaciones llevadas a cabo con editoriales de otros países.

- Analogías en los textos según el año de publicación.

También difiere de una a otra editorial el período en que se publicaron los diferentes libros de texto. La editorial que presenta libros de texto más recientes es la Editorial OXFORD, con fechas de publicación que oscilan entre los años 1998 y 2000, y es además la que presenta uno de los promedios más altos: 6.1 analogías por cada libro de texto.

Otra editorial con un promedio alto que también tiene publicaciones comprendidas entre los años 1997 y 1999 es la Editorial SM. En cada una de sus dos líneas editoriales, señaladas como SM (I) y SM (T), presenta 6.36 y 5.36 analogías por texto.

Si se tiene en cuenta que una de las editoriales que presenta libros de texto más antiguos es la Editorial Mc Graw Hill, y que justo es esta editorial la que presenta el promedio más bajo, parece lógico suponer que existe una cierta relación entre la fecha de publicación de los diferentes libros de texto y la cantidad de analogías que éstos

---

<sup>10</sup>La abreviatura MGH corresponde a "Mc Graw Hill".



presentan. Es decir, se podría pensar que los textos más recientes han ido incorporando un repertorio mayor de analogías en sus explicaciones.

Para confirmar esta hipótesis se debe conocer el número de analogías que presentan los textos analizados y su fecha de publicación. Estos datos figuran en la *Tabla VI.2* y en la *Tabla VI.3* del capítulo VI. Se pueden contabilizar las analogías existentes en los textos y el año en que fueron publicados en un intervalo comprendido entre los años 1995 y 2000, ambos inclusive, y dividir el número de analogías encontradas en los textos publicados en un año determinado entre el número de textos publicados en dicho año. La *Tabla VI.4* del capítulo VI, en la que figuran la distribución de los textos por años de publicación y el promedio de analogías por texto y año, así como el gráfico VII.2, muestran los resultados.

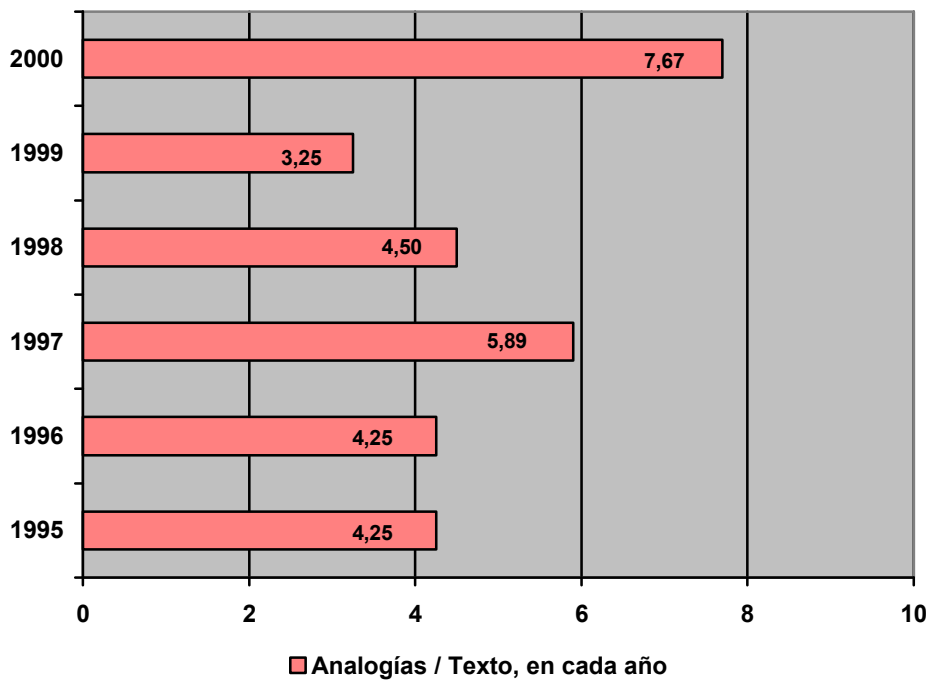


Gráfico VII.2. Analogías por cada texto y año de publicación

Aunque se aprecia una tendencia a incorporar un mayor número de analogías en los textos de publicación más reciente, no se puede afirmar que ésta sea la única variable que justifique el elevado margen que existe entre unas editoriales y otras. Es decir, **no se puede afirmar que los textos de más reciente publicación incorporen un repertorio mayor de analogías en sus explicaciones.**

El año 1999 corrobora la afirmación anterior por los bajos resultados. Además, los datos referentes al año 2000 no son representativos puesto que corresponden a una única editorial, la Editorial OXFORD, debido a la disponibilidad de la muestra.

A la hora de confeccionar los libros de texto, probablemente son las preferencias de los autores y editores las variables que más influyen en la determinación de cada editorial a incorporar analogías en sus textos. Estas preferencias pueden estar condicionadas por el conocimiento y la consideración que autores y editores tengan sobre las analogías y por aspectos económicos. No cabe duda que extenderse en la adecuación de las unidades didácticas supone elaborar un texto más amplio y, por consiguiente, más caro.

- Distribución de las analogías en textos y editoriales por etapas educativas.

A continuación se hace un estudio de la distribución de las analogías en relación a la etapa de estudios para el que son destinados los libros de texto, en las diferentes editoriales analizadas. Para ello se ha tenido en cuenta que la Educación Secundaria se estructura en dos etapas: Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. A su vez, la E.S.O. se organiza en dos ciclos de dos cursos cada uno (1º ESO y 2º ESO para el primer ciclo y 3º ESO y 4º ESO para el segundo ciclo) y el Bachillerato en dos cursos (1º BACH<sup>11</sup> y 2º BACH).

La cantidad de analogías que se han identificado en los textos de E.S.O. (tal como se aprecia en la *Tabla VI.2* del capítulo VI) es de 211. Se trata de analogías para los dos ciclos de E.S.O., es decir, para 1º, 2º, 3º y 4º de E.S.O.

La cantidad de analogías encontradas para los textos de los dos cursos del Bachillerato (*Tabla VI.3*) ha sido de 188.

Las dos cantidades conforman un total de 399 analogías, de las que **211 (el 52.9%) analogías se encuentran localizadas en textos de E.S.O. y 188 (el 47.1%) en textos de Bachillerato.** Se puede admitir, por lo tanto, que los autores y editores de libros de texto hacen un mayor esfuerzo para facilitar la comprensión de los conceptos a los alumnos de los niveles más bajos.

**Sin embargo, los porcentajes de la distribución de analogías en E.S.O. y Bachillerato son muy variables cuando se particularizan a cada editorial,** tal como puede apreciarse en el cuadro VII.1.

---

<sup>11</sup>Se utilizará en este capítulo "BACH" como abreviatura de "Bachillerato"

Mientras la editorial ECIR destina el 60.6% de sus analogías a los textos de ESO y MGH el 66.7%, la editorial SM (T) es la que más se desvía de esta posición al destinar a los textos de ESO sólo el 32.2%.

EDITORIAL	ANALOGÍAS E.S.O.	% ANALOGÍAS E.S.O.	ANALOGÍAS BACHILLERATO	% ANALOGÍAS BACHILLERATO	TOTAL (%)
ECIR	57	60.6%	37	39.4%	100
EDEBÉ	20	52.6%	18	47.4%	100
ANAYA	20	37.0%	34	63.0%	100
M G H	12	66.7%	6	33.3%	100
SM (I)	30	42.9%	40	57.1%	100
SM (BACH)	19	32.2%		67.8%	100
SM (T)					
OXFORD	32	52.5%	29	47.5%	100
SANTILLANA	21	46.7%	24	53.3%	100

**Cuadro VII.1. Porcentajes correspondientes a la distribución de analogías en E.S.O. y Bachillerato**

Por otro lado, el cuadro VII.2 va a permitir hacer un análisis de la distribución de las analogías por ciclos y cursos, tanto de la E.S.O. como del Bachillerato.

- Distribución de las analogías en textos y editoriales según materias y tópicos.

A continuación se lleva a cabo el estudio y análisis de la distribución de las analogías en relación con cada una de las materias que dan cuerpo a los libros de texto de las diferentes editoriales, y según el

EDITORIAL	E. S. O.						TOTAL	BACHILLERATO			
	Primer Ciclo			Segundo Ciclo				TOTAL	1º	2º	TOTAL
	1º	2º	TOTAL	3º	4º	TOTAL					
ECIR	10	12	22	25	10	35	57	17	20	37	
EDEBÉ	4	4	8	9	3	12	20	7	11	18	
ANAYA	5	5	10	6	4	10	20	11	23	34	
MGH	3	2	5	7	0	7	12	2	4	6	
SM (I)	5	5	10	12	8	20	30				
SM (BACH)								25	15	40	
SM (T)	5	6	11	5	3	8	19				
OXFORD	10	3	13	9	10	19	32	15	14	29	
SANTILLANA	4	2	6	13	2	15	21	11	13	24	
TOTAL	46	39	85	86	40	126	211	88	100	188	

**Cuadro VII.2. Distribución de las analogías por ciclos y cursos en E.S.O. y Bachillerato**

tema (o tópico) que se pretende explicar con la analogía. Va a permitir cumplimentar los siguientes objetivos de la investigación, señalados en el capítulo III:

1. Detectar las analogías y averiguar su distribución en los libros de texto analizados. Contrastar la frecuencia en las diferentes editoriales y materias.
2. Precisar el tipo de temas o tópicos que los autores de libros de texto eligen para tratarlos analógicamente y revelar si son los mismos o difieren de unas editoriales a otras.

El análisis de los diferentes libros de texto ha revelado que el rango de inclusión de las analogías varía mucho de unos casos a otros. Basta con observar detenidamente la *Tabla VI.2*, que expresa la distribución

de las analogías por materias y cursos de E.S.O. y años de publicación y la *Tabla VI.3*, que expresa la distribución de las analogías por materias y cursos de Bachillerato, para testificarlo.

Los motivos que se han podido tener para incluir una analogía en un libro de texto pueden ser los siguientes:

- Dificultad del concepto que se pretende enseñar.
- Conocimiento de los alumnos a los que va dirigido el libro de texto y, por tanto, el conocimiento del concepto. Este motivo se expuso anteriormente cuando se trató la frecuencia de las analogías en relación al nivel de estudios para el que van destinados los libros de texto.
- La preferencia de los autores que elaboran un determinado libro de texto.

Parece lógico pensar que los dos primeros criterios son los determinantes. Es decir, aquellos textos que o bien tratan una materia con elevado número de conceptos teóricos abstractos o que van dirigidos a alumnos de cursos inferiores, deberían ostentar más analogías que aquellos otros en los que los conceptos son más descriptivos, que se pueden explicar con ejemplos o que van dirigidos a alumnos de cursos superiores.

Para confirmar estas hipótesis se debe conocer cómo están distribuidas las analogías por materias de E.S.O. y Bachillerato, tal como muestra la *Tabla VI.5* del capítulo VI, y la distribución de las analogías según el tema<sup>12</sup>, curso y materia expuesta en la *Tabla VI.6* del mismo capítulo.

La *Tabla VI.5* muestra la distribución de las analogías por materias, tanto de E.S.O. como de Bachillerato. La fila "TOTAL" muestra la cantidad total de analogías en cada una de las materias. Si se divide la cantidad de analogías que se han detectado en cada una de las materias (85 en CCNN de 1º y 2º de ESO, 70 en FYQ de 3º y 4º de ESO, 43 en FYQ de 1º de Bachillerato, ...) entre el número de analogías detectadas en todas las materias y, por lo tanto, en todas las editoriales (399) y se multiplica el resultado de la división por 100, se obtiene un porcentaje representativo de las analogías en cada una de las materias. Es decir:

---

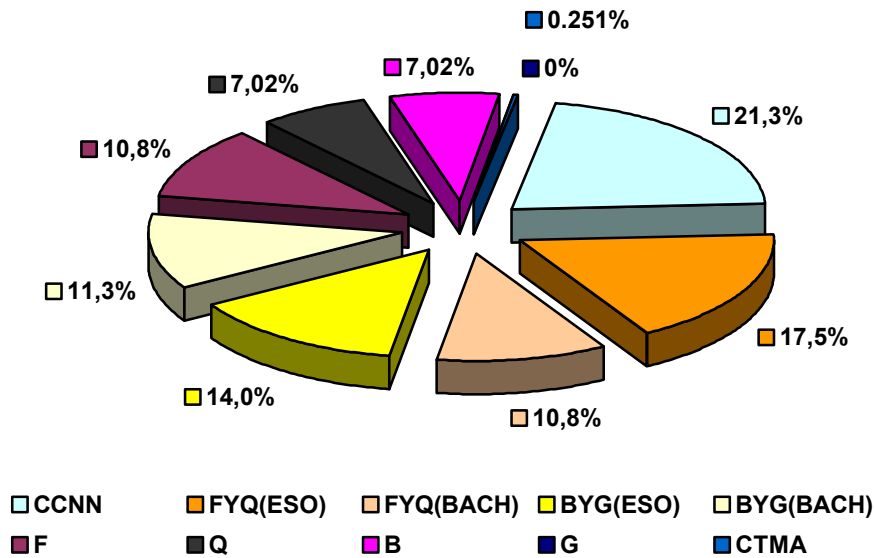
<sup>12</sup>Se admite que las analogías se distribuyen en torno a los 23 temas que se explicitan en la *Tabla VI.6*, y que los 15 primeros pertenecen al campo de la Física y la Química y los 8 últimos al de la Biología y Geología. Esta división, sin embargo, no es estricta; de hecho, por poner un ejemplo, podemos encontrar analogías del tema *La Atmósfera* tanto en textos de Física y/o Química como en textos de Biología y/o Geología.

$$\% \text{ analogías en una materia} = \frac{\text{n}^\circ \text{ analogías en una materia}}{\text{n}^\circ \text{ total de analogías}} \times 100$$

Dichos resultados son los que se muestran en el cuadro VII.3 y en el gráfico VII.3:

MATERIAS CURSOS	CCNN 1ºY2º ESO	FYQ 3ºY4º ESO	FYQ 1º BACH	BYG 3ºY4º ESO	BYG 1º BACH	F 2º BACH	Q 2º BACH	B 2º BACH	G 2º BACH	CTMA 2º BACH	TOTAL
Nº Analogías	85	70	43	56	45	43	28	28	0	1	399
% Analogías	21.3	17.5	10.8	14.0	11.3	10.8	7.02	7.02	0	0.251	100

**Cuadro VII.3. Distribución de las analogías por materias en E.S.O. y Bachillerato**



**Gráfico VII.3 . Distribución de las analogías por materias de E.S.O. y Bachillerato**

Tanto en el cuadro como en el gráfico VII.3 se han incluido todas las materias, las de E.S.O. y las de Bachillerato, para ver su ponderación relativa. En el gráfico VII.3. se puede observar que **el mayor porcentaje de analogías (21.3 %) se da en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza de 1º y 2º de E.S.O.** Incluso en el caso de considerar en el cálculo de los porcentajes una única línea de edición (Editorial SM), el porcentaje continuaría siendo el más alto para los textos de CCNN de la ESO. Este hecho pone de manifiesto que los autores y editores de libros de texto de ciencias se inclinan por utilizar un mayor número de analogías en el nivel más bajo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria, el que corresponde al primer ciclo.

La distribución en cada uno de los dos cursos del primer ciclo de la ESO es similar, tal como puede apreciarse en la *Tabla VI.2* del capítulo VI donde se muestran los datos de distribución de las analogías en los cursos de la E.S.O. Así, de las 85 analogías que aparecen en el primer ciclo de la E.S.O. (1º y 2º de ESO), 46 figuran en los libros de texto de CCNN de 1º de ESO y 39 en los libros de texto de CCNN de 2º de ESO.

La *Tabla VI.6* muestra el análisis de la distribución de las analogías según el tema, curso y materia, y revela qué contenidos han gozado de mayor tratamiento analógico en los diferentes cursos y materias de la Educación Secundaria. A efectos de interpretación de esta tabla se acepta que:

1. Sólo tienen tratamiento analógico apreciable aquellos contenidos a los que los autores han dedicado más de una analogía por libro de texto.
2. En aquellas materias que se imparten en dos cursos consecutivos de la E.S.O., como son CCNN, FYQ y BYG, los contenidos con tratamiento analógico apreciable (o relevante) se ordenan de mayor a menor presencia considerando el total de analogías presentes en los dos libros de texto de los dos cursos.

- 1º y 2º E.S.O.

La mayor parte de las analogías que figuran en los textos de CCNN de 1º y 2º ESO están relacionadas con contenidos de Biología y/o Geología (*Tabla VI.6*) ya que 52 de ellas (62.4%) corresponden a contenidos de Biología y/o Geología y sólo 22 (37.6%) son relativas a contenidos de Física y Química.

Los contenidos de CCNN que han recibido tratamiento analógico estimable, ordenados de mayor a menor presencia, son los siguientes:

1. Los seres vivos
2. La Tierra y el Universo. Geodinámica externa e interna
3. - El cuerpo humano  
- La atmósfera  
- Electricidad
4. Las plantas
5. - Naturaleza de la materia  
- Ondas. Luz, sonido y óptica
6. Estructura atómica
7. Reacciones químicas
8. - Método científico y ciencia  
- Tabla periódica  
- Energía  
- La célula

- 3º y 4º E.S.O.

**Los textos que muestran el segundo porcentaje más alto de distribución de analogías por materias** (cuadro VII.3 y gráfico VII.3) **son los de Física y Química de Educación Secundaria Obligatoria ( 3º y 4º de ESO)**. Los textos de Biología y Geología de ESO (3º y 4º de ESO) presentan un porcentaje inferior, aunque también alto, de analogías: 14.0%. Estos datos indican, de nuevo, la preferencia de autores y editores de libros de texto por incorporar las analogías en los textos de niveles más bajos de la Educación Secundaria para facilitar la comprensión de los conceptos que en ellos figuran. Además, **emplean las analogías con mayor frecuencia en los textos de Física y Química que en los de Biología y Geología de E.S.O.**, ya que los primeros presentan contenidos que resultan ser más complejos, difíciles y abstractos para el aprendizaje de los alumnos que los de Biología y Geología. Estos últimos son más proclives a describirse con ejemplos del entorno.

Las analogías no se distribuyen por igual en el 2º ciclo de la E.S.O. (3º y 4º de ESO) entre los textos de FYQ. Si se observa la Tabla VI.2 se contabilizan 70 analogías de las que 56 figuran en los textos de 3º de ESO, mientras que 14 figuran en los textos de 4º de ESO. La razón está en que la mayor parte de los contenidos que figuran en los textos de FYQ de 3º de ESO están relacionados con la Química y la Electricidad; son contenidos que utilizan conceptos abstractos, de mayor dificultad de comprensión para los alumnos. Los contenidos de los textos de FYQ de 4º de ESO son, mayoritariamente, contenidos de Física que -en este nivel de la Educación Secundaria- presentan un menor grado de



abstracción y que pueden explicarse utilizando otros recursos didácticos, como los ejemplos.

Los contenidos que han gozado de tratamiento analógico apreciable en FYQ de 3º y 4º de ESO (*Tabla VI.6*, capítulo VI) son los que se muestran a continuación, ordenados de mayor a menor presencia:

1. Electricidad.
2. Estructura atómica
3. Reacciones químicas
4. - Tabla periódica  
- Química orgánica
5. - La atmósfera  
- Energía
6. - Mecánica. Cinemática y dinámica  
- Ondas. Luz, sonido y óptica
7. - Método científico y ciencia  
- Enlace químico

La distribución de las analogías entre los textos de BYG de 3º de ESO y los textos de BYG de 4º de ESO si es prácticamente homogénea ya que en la *Tabla VI.2* se recuentan 56 analogías, 30 de ellas figuran en los textos de 3º de ESO mientras que las 26 restantes figuran en los textos de 4º de ESO. Este hecho revela que el grado de abstracción de esta materia en los dos cursos del 2º ciclo de la ESO es semejante.

Los contenidos que han gozado de tratamiento analógico relevante en BYG de 3º y 4º de ESO (*Tabla VI. 6*) son los que se muestran a continuación, ordenados de mayor a menor presencia:

1. La Tierra y el Universo. Geodinámica externa e interna
2. El cuerpo humano
3. La atmósfera
4. Los seres vivos
5. Bioquímica
6. La célula

- E.S.O. (dos ciclos)

Sin embargo, la contabilización de los dos ciclos de la Educación Secundaria Obligatoria (desde 1º de ESO a 4º de ESO) revela que, de una forma global, hay menos analogías de Física y Química que de Biología y Geología. Los datos –*Tabla VI. 6* de la distribución de las analogías según tema, curso y materia, correspondiente al capítulo VI- reflejan que hay más analogías en conceptos que se pueden

ejemplificar con mayor facilidad, como los de Biología y Geología (109 analogías) que en conceptos más abstractos, como los de Física y Química (102 analogías).

Se podría pensar que estos datos para toda la Educación Secundaria Obligatoria contradicen las afirmaciones hechas anteriormente, pero no es así ya que allí se hizo la comparación sólo para cada ciclo de la E.S.O. Al hacer la comparación de una forma global, como es éste el caso, hay que tener en cuenta que los contenidos del primer ciclo de ESO son mayoritariamente contenidos de Biología y Geología.

- 1º Bachillerato

La lectura del cuadro VII.3 y del gráfico VII.3 indica que el porcentaje de analogías en los textos de 1º de Bachillerato es también alto, 11.3% en Biología y Geología y 10.8% en Física y Química. Se infiere que en este curso de 1º de Bachillerato no se mantiene la tendencia definida por BYG ó FYQ. Por otro lado, la *Tabla VI.6* revela la distribución de las analogías según tema, curso y materia, y los contenidos de estas materias que han gozado de tratamiento analógico.

Los contenidos que han gozado de tratamiento analógico apreciable (*Tabla VI.6*) en FYQ de 1º de Bachillerato son los que se muestran a continuación, ordenados de mayor a menor presencia:

1. Electricidad
2. Estructura atómica
3. Reacciones químicas
4. La atmósfera
5. Enlace químico
6. Tabla periódica

Los contenidos que han gozado de tratamiento analógico relevante (*Tabla VI.6*) en BYG de 1º de Bachillerato son los que se muestran a continuación, ordenados de mayor a menor presencia:

1. La Tierra y el Universo. Geodinámica externa e interna.
2. Los seres vivos.
3. - Energía
  - Las plantas
  - La célula
4. - La atmósfera
  - Bioquímica.
5. Método científico y ciencia.

- 2º Bachillerato

La lectura del cuadro VII.3 y del gráfico VII.3 indica que es alto el porcentaje de analogías en los textos de Física de 2º de Bachillerato: 10.8%.

Los contenidos que han gozado de tratamiento analógico apreciable (*Tabla VI.6*) son los que se muestran a continuación, ordenados de mayor a menor presencia:

1. Electricidad.
2. Magnetismo.
3. - Ondas. Luz, sonido y Óptica.  
- Física moderna.
4. Mecánica. Cinemática y dinámica.

La lectura del cuadro VII.3 y del gráfico VII.3 indica, por el contrario, que es bajo el porcentaje de las analogías encontradas en los textos de Química de 2º Bachillerato (7.02%). Este bajo porcentaje puede estar justificado porque en el cómputo no se ha tenido en cuenta el texto de la Editorial OXFORD, ya que aún no ha sido publicado. Con toda probabilidad este texto hubiese permitido aumentar considerablemente el porcentaje en esta materia.

Los contenidos que han gozado de tratamiento analógico apreciable (*Tabla VI.6*) son los que se muestran a continuación, ordenados de mayor a menor presencia:

1. Estructura atómica.
2. Equilibrio químico.
3. - Reacciones químicas  
- La atmósfera.
4. - Tabla periódica  
- Energía.

La lectura del cuadro VII.3 y del gráfico VII.3 también pone de manifiesto el bajo porcentaje de analogías encontradas en los textos de Biología de 2º de Bachillerato (7.02%).

Los contenidos que han gozado de mayor tratamiento analógico (*Tabla VI.6*) son los que se muestran a continuación, ordenados de mayor a menor presencia:

1. La célula.
2. Bioquímica.

Para finalizar, decir que se ha analizado un único libro de texto de Geología de 2º de Bachillerato, el correspondiente a la Editorial Santillana, ya que las restantes editoriales no han publicado libro de texto para esta materia. No se ha detectado ninguna analogía, motivo por el que a esta materia le corresponde un porcentaje nulo (cuadro VII.3 y gráfico VII.3).

- Distribución de las analogías en los libros de texto por etapas educativas, ciclos, materias y contenidos, en cada editorial.

El estudio que se ha explicitado en las páginas anteriores encierra un análisis general de la distribución de las analogías por etapas, ciclos, materias y contenidos, considerando a las siete editoriales en conjunto. Corresponde a continuación hacer el mismo análisis de distribución de analogías en los libros de texto por etapas educativas, ciclos, materias y contenidos, pero referido a cada una de las editoriales.

En la *Tabla VI.2* se puede observar la distribución de las analogías por materias y cursos de E.S.O. en cada una de las editoriales analizadas. La *Tabla VI.3* del mismo capítulo muestra la misma distribución en los cursos de Bachillerato. La *Tabla VI.5* muestra la distribución de las analogías por materias de E.S.O. y Bachillerato. Las comprendidas entre la *Tabla VI.6.1* y la *Tabla VI.6.8*, ambas inclusive, muestran la distribución de las analogías según el tema, curso y materia en cada una de las editoriales.

En la *Tabla VI.2*, *Tabla VI.3* y *Tabla VI.5* los valores numéricos que figuran en cada una de las filas corresponden a una misma editorial, por lo que si cada uno de ellos se divide entre el número total de analogías de dicha editorial (suma del total de analogías en ESO con el total de analogías en Bachillerato) y se multiplica dicho resultado por cien se obtiene el % de analogías<sup>13</sup> que corresponden a la materia de un curso o de un ciclo –en el caso de la E.S.O.- determinado y para una editorial estipulada. Estos cálculos aparecen reflejados en los cuadros VII.4 y VII.5.

Los datos de estos dos cuadros (VII.4 y VII.5) se plasman a continuación en los gráficos VII.4 y VII.5, y en los comprendidos entre los gráficos VII.6 y VII.13 relativos a cada una de las editoriales. Su análisis va a permitir averiguar cómo varía la distribución de las analogías por materia y nivel dentro de una misma editorial y, además, contrastar la distribución entre las diferentes editoriales.

---

<sup>13</sup>Recordar que todos estos porcentajes se expresan redondeados y con tres cifras significativas.

EDITORIAL ( % )	E.S.O.								
	CCNN			FYQ			BYG		
	1º	2º	TOTAL	3º	4º	TOTAL	3º	4º	TOTAL
ECIR (60.6%)	10.6%	12.8%	23.4%	18.1%	2.13%	20.2%	8.51%	8.51%	17.0%
EDEBÉ (52.6%)	10.5%	10.5%	21.0%	10.5%	5.30%	15.8%	13.2%	2.63%	15.8%
ANAYA (37.0%)	9.26%	9.26%	18.5%	5.56%	1.85%	7.41%	5.56%	5.56%	11.1%
MGH (66.6%)	16.7%	11.1%	27.8%	33.3%	0%	33.3%	5.55%	0%	5.55%
SM (I) (42.9%)	7.14%	7.14%	14.3%	11.4%	2.86%	14.3%	5.71%	8.57%	14.3%
SM (T) (32.3%)	8.47%	10.2%	18.7%	8.47%	3.40%	11.9%	0%	1.69%	1.69%
OXFORD (52.5%)	16.4%	4.92%	21.3%	13.1%	6.56%	19.7%	1.64%	9.84%	11.5%
SANTILLANA (46.6%)	8.89%	4.44%	13.3%	11.1%	2.22%	13.3%	17.8%	2.22%	20.0%

Cuadro VII.4 Porcentaje de analogías por materias y cursos de E.S.O.

EDITORIAL	BACHILLERATO							
	FYQ 1ºBACH	BYG 1ºBACH	F 2ºBACH	Q 2ºBACH	B 2ºBACH	G 2ºBACH	CTMA 2ºBACH	TOTAL
ECIR	13.8%	4.25%	9.57%	5.32%	6.38%	-	-	39.3%
EDEBÉ	2.63%	15.8%	7.90%	10.5%	10.5%	-	-	47.3%
ANAYA	7.41%	13.0%	11.1%	11.1%	18.5%	-	1.85%	63.0%
MGH	5.55%	5.55%	22.2%	0%	0%	-	-	33.3%
SM	11.2%	16.8%	4.49%	10.1%	2.25%	-	-	44.8%
OXFORD	18.0%	6.56%	16.4%	-	6.56%	-	-	47.5%
SANTILLANA	6.67%	17.8%	15.5%	8.89%	4.44%	0%	-	53.3%

Cuadro VII.5 Porcentaje de analogías por materias y cursos de Bachillerato



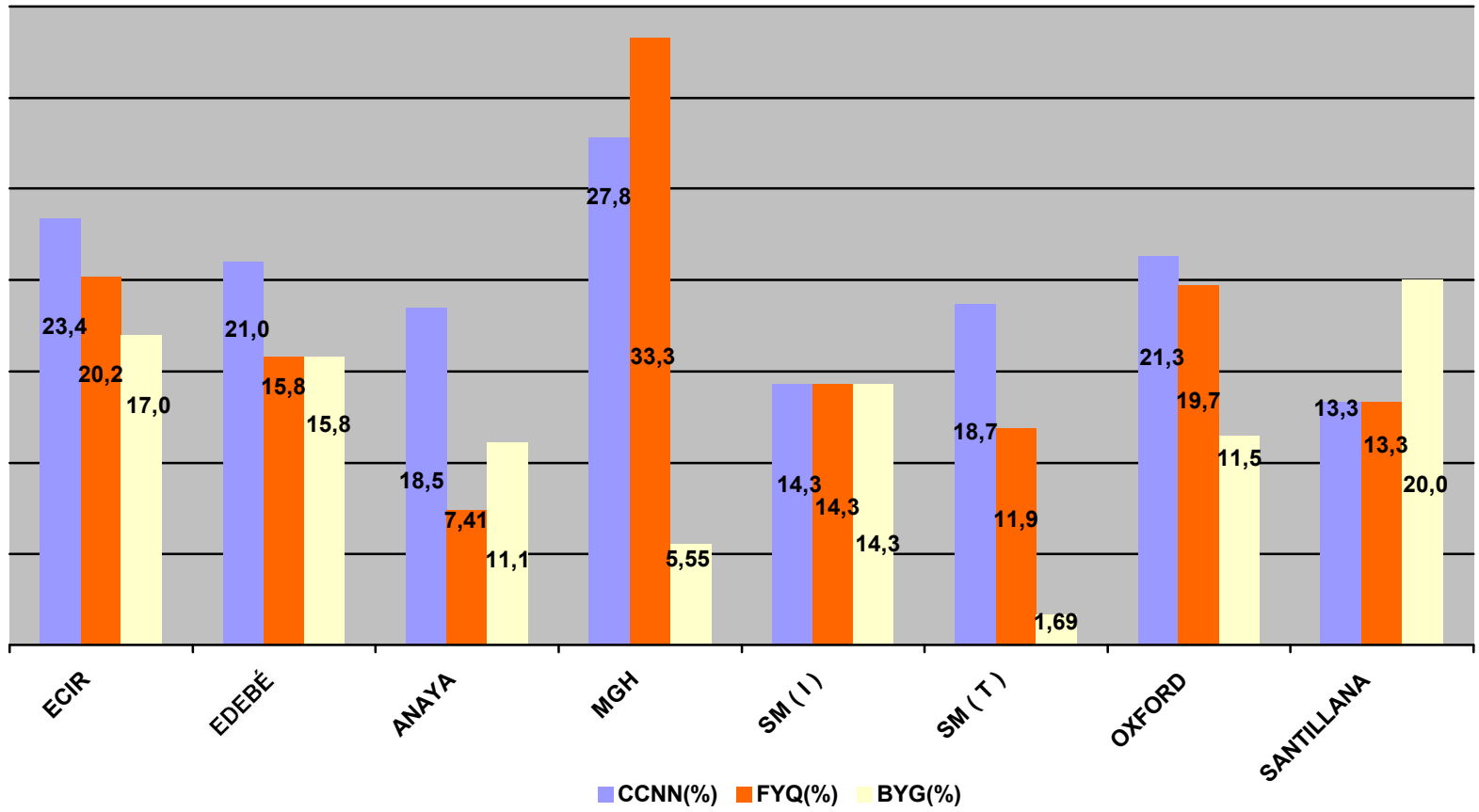


Gráfico VII.4 Distribución de las analogías por editoriales en CCNN, FYQ y BYG de E.S.O.

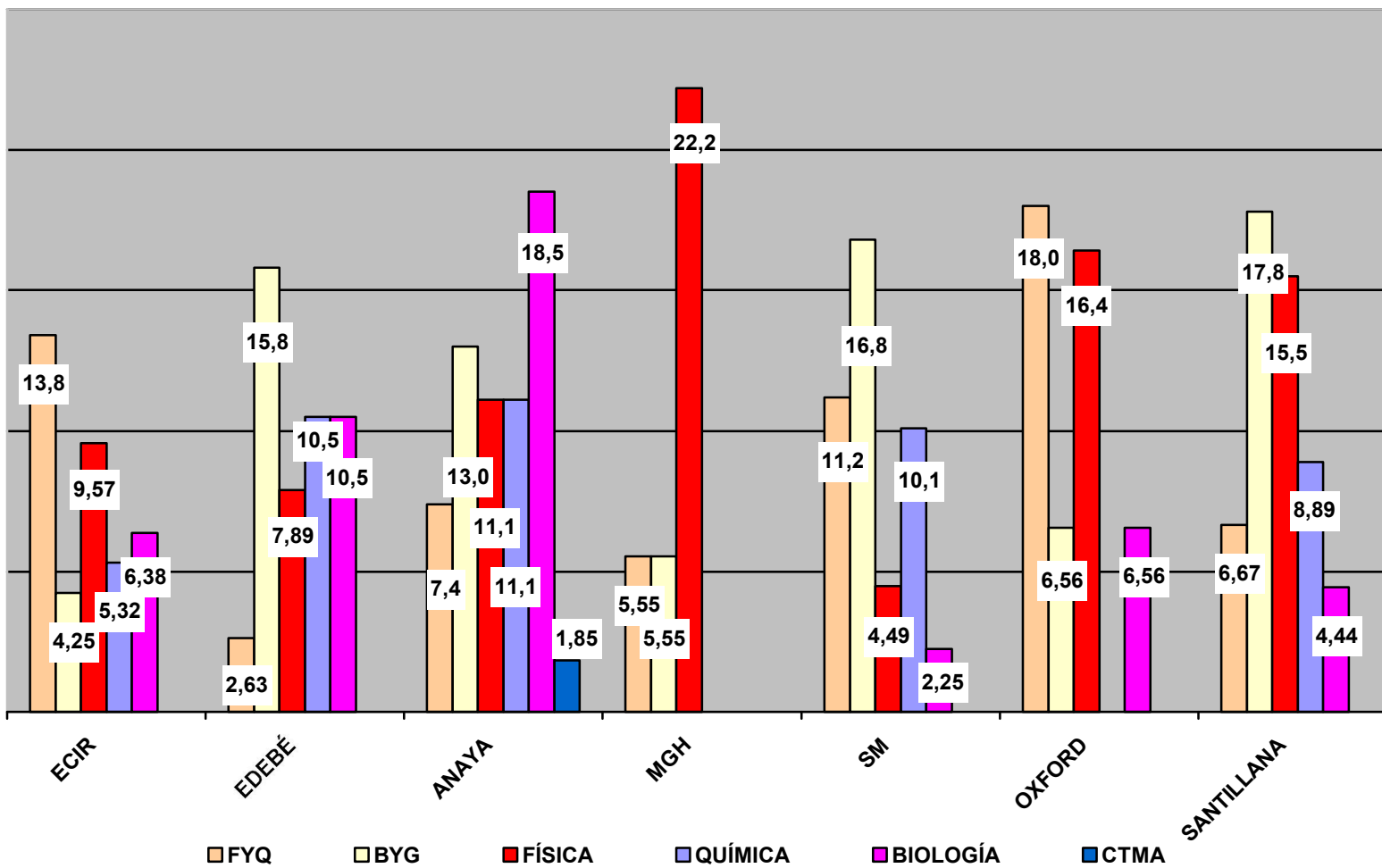


Gráfico VII.5 Distribución de las analogías por editoriales en FYQ, BYG, F, Q y B de Bachillerato

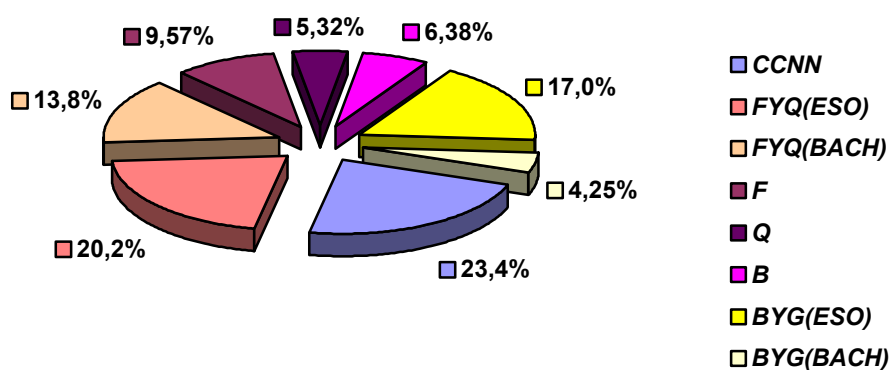




Se explican, a continuación, los hallazgos de dicho análisis, así como la interpretación de los datos que figuran en las tablas comprendidas entre la *Tabla VI.6.1* y la *Tabla VI.6.8*, ambas inclusive, en las que se muestra la distribución de las analogías según el tema, curso y materia en cada una de las editoriales.

Los autores y editores de libros de texto de la **Editorial ECIR** destinan el 60.6% de las analogías a los textos de E.S.O. y el 39.3% a los textos de Bachillerato (cuadros VII.4 y VII.5). Existe en esta editorial, por lo tanto, una **preferencia por incorporar las analogías en los textos de E.S.O.**

Dentro de la E.S.O., el 23.4% de las analogías corresponden a CCNN, el 20.2% a FYQ y el 17.0% a BYG (cuadro VII.4 y gráficos VII.4 y VII.6). Estos datos muestran la **preferencia por incorporar las analogías en los textos de los niveles más bajos de la Educación Secundaria Obligatoria** y, en lo que al segundo ciclo de la E.S.O. se refiere, la **preferencia por incorporar las analogías en los textos de Física y Química frente a los de Biología y Geología.**



**Gráfico VII.6** Distribución de las analogías por materias.  
Editorial ECIR

El cuadro VII.4 testifica que la distribución de las analogías es prácticamente homogénea en la materia de CCNN para cada uno de los dos cursos del primer ciclo de la E.S.O. en los que se imparte (10.6% en 1º ESO y 12.8% en 2º ESO) y en la de BYG, para cada uno de los dos cursos del segundo ciclo de la E.S.O. en los que se imparte

(8.51% en 3º ESO y en 4º ESO). Sin embargo, la distribución de las analogías en FYQ no es homogénea en los dos textos del segundo ciclo de la E.S.O. ya que el tratamiento analógico del texto de 3º ESO (18.1%) es muy superior al de 4º ESO (2.13%).

Los contenidos que han gozado de tratamiento analógico apreciable en CCNN de ESO (*Tabla VI.6.1*) son los que se muestran a continuación, ordenados de mayor a menor presencia.

1. Los seres vivos.
2. - La atmósfera  
- Las plantas.
3. La Tierra y el Universo. Geodinámica externa e interna.

Entre los contenidos que han gozado de tratamiento analógico estimable en FYQ de 3º y 4º de ESO (*Tabla VI.6.1*) destacan los que se muestran a continuación, ordenados de mayor a menor presencia:

1. - Electricidad  
- Reacciones químicas
2. Estructura atómica
3. La atmósfera

Un único contenido es el que ha gozado de tratamiento analógico relevante en BYG de 3º y 4º de ESO (*Tabla VI.6.1*), el denominado "La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna".

Por otro lado, en 1º de Bachillerato (cuadro VII.5 y gráficos VII.5 y VII.6) los autores y editores **han ponderado mayoritariamente las analogías de conceptos más abstractos como los de Física y Química frente a las analogías de conceptos más concretos como las de Biología y Geología**. Este hecho está acreditado por el tratamiento analógico que ha recibido el texto de FYQ de 1º de Bachillerato (13.8%) frente al que ha recibido el texto de BYG de 1º de Bachillerato (4.25%).

Los contenidos que han gozado de tratamiento analógico importante en FYQ de 1º de Bachillerato (*Tabla VI.6.1*) son los que se muestran a continuación, ordenados de mayor a menor presencia:

1. Electricidad.
2. Estructura atómica.
3. Reacciones químicas.

Los contenidos del texto de BYG de 1º de Bachillerato (*Tabla VI.6.1*) muestran la misma presencia: una analogía por cada uno de los contenidos que han recibido tratamiento analógico. No se considera, por tanto, que el tratamiento analógico es apreciable. **La Editorial ECIR es, además, la que menor tratamiento analógico brinda al texto de BYG de 1º de Bachillerato**, con el 4.25% de las analogías (cuadro VII.5 y gráfico VII.6).

El texto de Física de 2º de Bachillerato, con el 9.57% de analogías (cuadro VII.5 y gráficos VII.5 y VII.6), casi duplica en número de analogías al de Química y al de Biología de 2º de Bachillerato. Además, **la Editorial ECIR es la que menor tratamiento analógico brinda al texto de Química de 2º de Bachillerato**, con el 5.32% de las analogías (cuadro VII.5 y gráfico VII.5).

Los contenidos que han gozado de tratamiento analógico relevante en los textos de 2º de Bachillerato (*Tabla VI.6.1*) son los siguientes, ordenados de mayor a menor presencia:

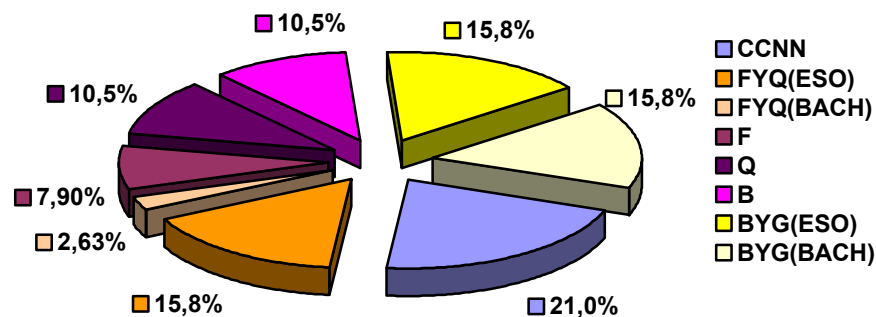
- Física (2º BACH): Electricidad
- Química (2º BACH): Equilibrio químico
- Biología (2º BACH): 1.La célula; 2.Bioquímica

La **Editorial EDEBÉ** destina el 52,6% de las analogías a los textos de E.S.O. y el 47.3% restante a los textos de Bachillerato (cuadros VII.4 y VII.5), por lo que existe en esta editorial una **preferencia por incorporar las analogías en los textos de E.S.O.**

Dentro de la ESO, el 21.0% de las analogías corresponden a CCNN, el 15.8% a FYQ y, también, el 15.8% a BYG (cuadro VII.4 y gráficos VII.4 y VII.7). Estos datos muestran la **preferencia por incorporar las analogías en los textos de los niveles más bajos de la Educación Secundaria Obligatoria**. Sin embargo, a pesar de que los contenidos de FYQ de ESO son más complejos, abstractos y de mayor dificultad de comprensión que los de BYG, los textos de FYQ reciben igual tratamiento analógico que los de BYG (15.8% en cada una de las materias).

La distribución de las analogías en cada uno de los dos cursos del primer ciclo de la E.S.O. es homogénea (10.5% en CCNN de 1º ESO y 10.5% en CCNN de 2º ESO), tal como testifica el cuadro VII.4. Sin embargo, este mismo cuadro confirma que la distribución de las analogías en FYQ (10.5% en 3º ESO y 5.30% en 4º ESO) y en BYG

(13.2% en 3º ESO y 2.63% en 4º ESO) no es homogénea en los dos cursos del segundo ciclo de la E.S.O., de manera que el tratamiento analógico en ambas materias es muy superior en cada uno de los textos de 3º ESO.



**Gráfico VII.7** Distribución de las analogías por materias.  
Editorial EDEBÉ

Los contenidos que han gozado de mayor tratamiento analógico (*Tabla VI.6.2*, capítulo VI) muestran la misma presencia en CCNN, FYQ y BYG. Son los que se expresan a continuación :

- CCNN (1º Y 2º ESO):
  - La atmósfera
  - Los seres vivos
  - La célula
- FYQ(3º y 4º ESO):
  - Electricidad
- BYG(3º y 4º ESO):
  - La Tierra y el Universo. Geodinámica interna y externa
  - Los seres vivos

Por otro lado, en 1º de Bachillerato (cuadro VII.5 y gráficos VII.5 y VII.7) los autores y editores de esta editorial han ponderado mayoritariamente las analogías de conceptos más concretos como los de BYG frente a las analogías de conceptos más abstractos como las de FYQ. Este hecho está acreditado por el tratamiento analógico que ha recibido el texto de BYG de 1º de Bachillerato (15.8%) frente al que ha

recibido el texto de FYQ de 1º de Bachillerato (2.63%). Además, la **Editorial EDEBÉ es la que menor tratamiento analógico brinda al texto de FYQ de 1º de Bachillerato** (cuadro VII.5 y gráfico VII.5).

Los contenidos que han gozado de tratamiento analógico estimable en BYG de 1º de Bachillerato (*Tabla VI.6.2*) son los que se muestran a continuación, ordenados de mayor a menor presencia:

1. La Tierra y el Universo. Geodinámica externa e interna
2. Los seres vivos.

Sólo se ha identificado una analogía en el texto de FYQ de 1º de Bachillerato. Pertenece al contenido "Electricidad", por lo que es éste el único contenido que ha recibido tratamiento analógico. Sin embargo, de acuerdo al criterio seguido, este contenido no es relevante.

El texto de Física de 2º de Bachillerato, con el 7.8% de las analogías (cuadro VII.5 y gráficos VII.5 y VII.7), está muy por debajo de los textos de Química y Biología de 2º de Bachillerato, textos que presentan el mismo porcentaje de analogías: 10.5%.

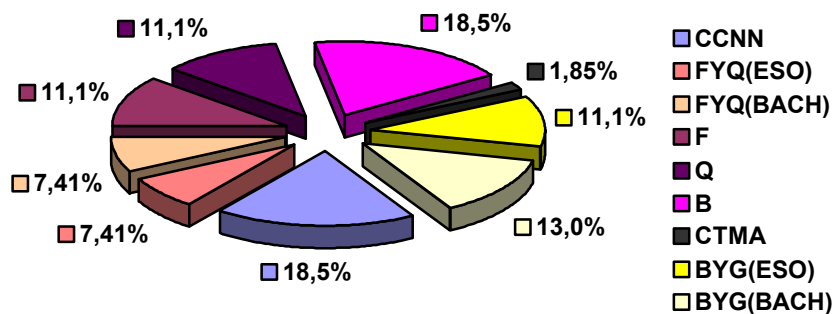
A continuación se muestran los contenidos de las materias de 2º de Bachillerato que han gozado de tratamiento analógico relevante. Los de Biología de 2º de Bachillerato muestran la misma presencia (*Tabla VI.6.2*).

- FÍSICA (2º BACH):
  - Electricidad
- QUÍMICA (2º BACH):
  - Estructura atómica
- BIOLOGÍA (2º BACH):
  - La célula
  - Bioquímica.

La **Editorial ANAYA** incluye en los textos de E.S.O. sólo el 37.0% de las analogías que utiliza en toda la Educación Secundaria. El resto de las analogías, el 63.0%, figura en los textos de Bachillerato (cuadros VII.4 y VII.5). No existe, por lo tanto, en esta editorial predilección por incorporar las analogías en los textos de E.S.O.

Dentro de la E.S.O., el 18.5% de las analogías corresponden a CCNN, el 7.41% a FYQ y el 11.1% a BYG (cuadro VII.4 y gráficos VII.4 y VII.8). Estos datos muestran la **preferencia por incorporar las**

**analogías en los textos de los niveles más bajos de la Educación Secundaria Obligatoria** y, en lo que al segundo ciclo de la E.S.O. se refiere, la preferencia por incorporar las analogías en los textos de Biología y Geología frente a los de Física y Química. De hecho, la **Editorial ANAYA es la que menor tratamiento analógico brinda a los dos textos de FYQ de E.S.O.**(cuadro VII.5 y gráfico VII.4).



**Gráfico VII.8** Distribución de las analogías por materia.  
Editorial ANAYA

El cuadro VII.4 legitima que la distribución de las analogías es homogénea en la materia de CCNN para cada uno de los dos cursos del primer ciclo de la E.S.O. en los que se imparte (9.26% en 1º ESO y en 2º ESO) y en la de BYG, para cada uno de los dos cursos del segundo ciclo de la E.S.O. en los que se imparte (5.56% en 3º ESO y en 4º ESO). Sin embargo, la distribución de las analogías en FYQ no es homogénea en los dos textos del segundo ciclo de la E.S.O. ya que el tratamiento analógico del texto de 3º ESO (5.56%) es muy superior al de 4º ESO (1.85%).

Los contenidos que han gozado de mayor tratamiento analógico en CCNN (*Tabla VI.6.3*, capítulo VI) son los que se muestran a continuación, ordenados de mayor a menor presencia:

1. La Tierra y el Universo. Geodinámica externa e interna
2. El cuerpo humano

Los contenidos que han recibido mayor tratamiento analógico en FYQ y BYG de E.S.O. (*Tabla VI.6.3*) son los que se muestran a continuación:

- FYQ (ESO):
  - Tabla periódica
- BYG (ESO):
  - El cuerpo humano

Por otro lado, en 1º Bachillerato ( cuadro VII.5 y gráficos VII.5 y VII.8) los autores y editores han ponderado mayoritariamente las analogías de conceptos más concretos como los de Biología y Geología frente a las analogías de conceptos más abstractos como los de Física y Química. Este hecho está acreditado por el tratamiento analógico que ha recibido el texto de BYG de 1º de Bachillerato (13.0%) frente al que ha recibido el texto de FYQ de 1º de Bachillerato (7.41%).

El contenido que ha gozado de tratamiento analógico relevante en FYQ de 1º de Bachillerato (*Tabla VI.6.3*) es "La atmósfera".

Los contenidos de BYG de 1º de Bachillerato (*Tabla VI.6.3*) que han recibido tratamiento analógico estimable muestran la misma presencia: tres analogías para cada uno de ellos. Son la "Energía" y "La atmósfera".

Los textos de Física de 2º de Bachillerato y de Química de 2º de Bachillerato reciben el mismo tratamiento analógico (cuadro VII.5 y gráficos VII.5 y VII.8): 11.1% de las analogías en cada uno de ellos. El texto de Biología de 2º de Bachillerato, con el 18.5% de las analogías, es el texto que mayor tratamiento analógico recibe en el curso de 2º de Bachillerato, mientras que el texto de CTMA, con el 1.85% de las analogías, es el que menor tratamiento analógico recibe. Además, **ANAYA es la editorial que mayor tratamiento analógico brinda al texto de Biología de 2º de Bachillerato**, con el 18.5% de las analogías, **y al texto de Química de 2º de Bachillerato**, con el 11.1% de las analogías (cuadro VII.5 y gráfico VII.5).

Sorprende el elevado número de analogías que la Editorial Anaya dedica a la Biología de 2º de Bachillerato (18.5%). Si bien es cierto que el nivel de abstracción y de dificultad conceptual de los contenidos de esta materia en 2º de Bachillerato es muy superior al de los contenidos de Biología en la E.S.O., y que este hecho podría justificar dicho porcentaje, no parece razonable que materias de la misma editorial y nivel educativo y de mayor nivel de abstracción y complejidad, como la Física o la Química de 2º de Bachillerato, presenten comparativamente un porcentaje tan pequeño de analogías en sus textos (11.1%).



Los contenidos de Física de 2º de Bachillerato (*Tabla VI.6.3*) que han recibido tratamiento analógico apreciable, ordenados de mayor a menor presencia, son los siguientes:

1. Ondas. Luz, sonido y óptica
2. Electricidad

Los contenidos de Química de 2º de Bachillerato (*Tabla VI.6.3*) que han gozado de mayor tratamiento analógico muestran la misma presencia: dos analogías para cada uno de ellos. Son los siguientes: "Estructura atómica" y "La atmósfera".

Los contenidos de Biología de 2º de Bachillerato (*Tabla VI.6.3*) que han gozado de tratamiento analógico apreciable, ordenados de mayor a menor presencia, son los siguientes:

1. La célula
2. Bioquímica

Los autores y editores de libros de texto de la **Editorial MGH** destinan el 66.6% de las analogías a los textos de E.S.O. y el 33.3% a los textos de Bachillerato (cuadros VII.4 y VII.5). Existe, por lo tanto, en esta editorial una **preferencia por incorporar las analogías en los textos de E.S.O.**

Dentro de la E.S.O., el 27.8% de las analogías corresponden a CCNN, el 33.3% a FYQ y el 5.55% a BYG (cuadro VII.4 y gráficos VII.4 y VII.9). Estos datos no muestran predilección por incorporar las analogías en los textos de los niveles más bajos de la Educación Secundaria Obligatoria y, en lo que al segundo ciclo de la E.S.O. se refiere, muestran la **gran inclinación a incorporar las analogías en los textos de Física y Química frente a los de Biología y Geología.** Además, la **Editorial MGH es la que mayor tratamiento analógico brinda a los textos de CCNN y FYQ de la E.S.O.** (cuadro VII.4 y gráfico VII.4).

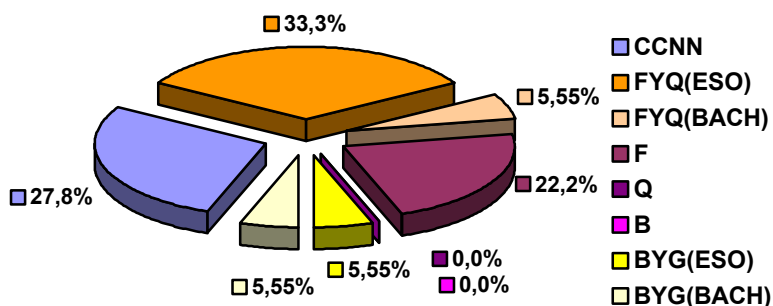


Gráfico VII.9 Distribución de las analogías por materias. Editorial MGH

El cuadro VII.4 certifica que la distribución de las analogías por cursos no es homogénea para ninguna de las tres materias, CCNN, FYQ y BYG, de la E.S.O. Mientras a la materia de CCNN le corresponde el 16.7% de las analogías en 1º ESO y el 11.1% en 2º ESO, a la materia de FYQ le corresponde el 33.3% de las analogías en 3º ESO y el 0% en 4º ESO y a la materia de BYG el 5.55% en 3º ESO y el 0% en 4º ESO. El tratamiento analógico de los dos textos de 3º de ESO (FYQ y BYG) es, por tanto, muy superior al de los dos textos de 4º de ESO (FYQ y BYG).

Sin embargo, los porcentajes anteriores hay que interpretarlos con mucha prudencia ya que MGH es la editorial que menor tratamiento analógico ha concedido a sus libros de texto. Sirva como ejemplo comentar que el valor de 5.55% asignado al libro de texto de BYG de 3º de ESO (cuadro VII.4) representa a una analogía, la única que se ha identificado en dicho texto (ver *Tabla VI.2*).

Los únicos contenidos que han recibido tratamiento analógico relevante en cada una de las materias de la E.S.O. son los de FYQ (*Tabla VI.6.4*). Esto es debido a que los textos de CCNN y BYG no presentan ninguna analogía o, en caso contrario, la cantidad no es apreciable. Son los que se muestran a continuación, ordenados de mayor a menor presencia:

- FYQ (ESO):
  1. Estructura atómica.
  2. Electricidad.

En 1º de Bachillerato los autores y editores han otorgado similar tratamiento analógico a los conceptos más concretos de BYG de 1º de Bachillerato que a los conceptos más abstractos de FYQ de 1º de Bachillerato (cuadro VII.5 y gráficos VII.5 y VII.9). Este hecho está confirmado por el tratamiento analógico que ha recibido el texto de FYQ de 1º de Bachillerato (5.55%) y el que ha recibido el texto de BYG de 1º de Bachillerato (5.55%).

Sorprende el hecho de que los textos de Química y Biología de 2º de Bachillerato no presenten ninguna analogía (cuadro VII.5 y gráficos VII.5 y VII.9). El texto de Física de 2º de Bachillerato –texto que pertenece al mismo nivel educativo que los dos anteriores– ostenta el 22.2% de las analogías que la editorial emplea en toda la Enseñanza Secundaria, hecho que acredita a **MGH** como **la editorial que mayor tratamiento analógico brinda al texto de Física de 2º de Bachillerato** (cuadro VII.5 y gráfico VII.5) y la que **menor**

### **tratamiento analógico brinda a los textos de Química y Biología de 2º de Bachillerato.**

El único contenido que ha gozado de tratamiento analógico apreciable en los textos de Bachillerato es el de "Electricidad" (*Tabla VI.6.4*), presente en el texto de Física de 2º de Bachillerato.

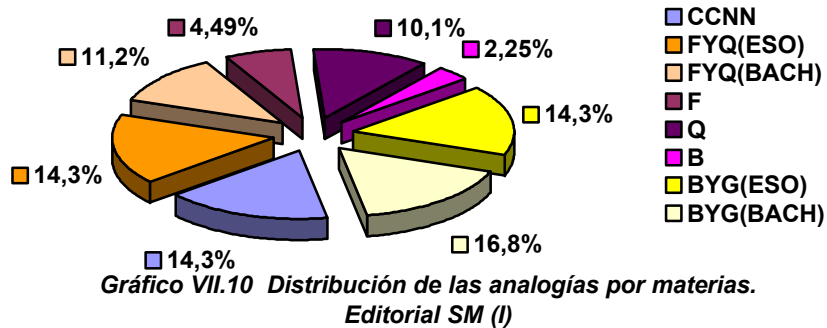
La **Editorial SM**, en su versión SM (I), destina el 42.9% de las analogías a los textos de E.S.O. (cuadro VII.4). En la versión SM (T) la editorial destina a los textos de E.S.O. el 32.3% de las analogías (cuadro VII.4). Se trata de dos porcentajes inferiores al 50%, por lo que se puede afirmar que no existe en esta editorial, ni en la versión SM (I) ni en la versión SM (T), preferencia por incorporar las analogías en los textos de E.S.O.

Los textos de Bachillerato son los mismos para las dos versiones, por lo que las conclusiones que se alcancen a partir de su análisis deben también ser las mismas. Esto se consigue si los porcentajes de analogías en dichos textos coinciden en las dos versiones.

Por este motivo los porcentajes de analogías en los textos de Bachillerato (cuadro VII.5) se han calculado considerando como número total de analogías de la editorial el número de analogías presentes en los textos de E.S.O. de las dos versiones (30 en SM (I) y 19 en SM (T), tal como se aprecia en la *Tabla VI.2*), más el número de analogías presentes en los textos de Bachillerato (40, tal como se aprecia en la *Tabla VI.3*). Por lo tanto, el número total de analogías de la editorial que se ha considerado para calcular estos porcentajes es 89 (ver *Tabla VI.5*).

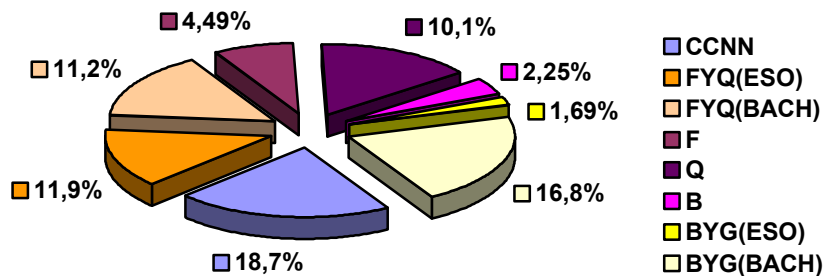
El tratamiento analógico que ha recibido cada una de las materias de la E.S.O. varía en la Editorial SM de una versión a otra. A continuación se hace una descripción del mismo.

La versión SM (I) destina a cada una de las tres materias -CCNN, FYQ y BYG- el 14.3% de las analogías (cuadro VII.4 y gráficos VII.4 y VII.10), por lo que es indiferente a la tendencia que muestran otras editoriales por incorporar las analogías en los textos de los niveles más bajos de la Educación Secundaria Obligatoria. También es indiferente a la preferencia por incorporar las analogías del segundo ciclo de la E.S.O. en la materia de FYQ o en la materia de BYG.



En la versión SM (T) el 18.7% de las analogías corresponden a CCNN, el 11.9% a FYQ y el 1.69% a BYG (cuadro VII.4 y gráficos VII.4 y VII.11). Estos datos difieren de los anteriores ya que muestran **preferencia por incorporar las analogías en los textos más bajos de la Educación Secundaria Obligatoria** y, en lo que al segundo ciclo de la E.S.O. se refiere, hay una **marcada preferencia por incorporar las analogías en los textos de Física y Química frente a los de Biología y Geología**.

Además, **la versión SM (T) es la que menor tratamiento analógico brinda a los textos de BYG de la E.S.O.**, con el 1.69% de las analogías (cuadro VII.4 y gráfico VII.4).



El cuadro VII.4 legitima que la distribución de las analogías en SM (I) es homogénea en la materia de CCNN para cada uno de los dos cursos del primer ciclo de la E.S.O. en los que se imparte (7.14% en 1º y en 2º de ESO), y prácticamente homogénea en SM (T) (8.47% en 1º ESO y 10.2% en 2º ESO).

La distribución de las analogías en FYQ no es homogénea en ninguna de las dos versiones ya que el tratamiento analógico de los textos de 3º ESO es superior al de 4º ESO en SM (I) (11.4% en 3º ESO y 2.86% en 4º ESO) y también, aunque en menor grado, en SM (T) (8.47% y 3.47%).

La distribución de las analogías en BYG tampoco es homogénea en las dos versiones de la editorial ya que el tratamiento analógico de los textos de 3º de ESO es inferior al de 4º de ESO en SM (I) (5.71% en 3º ESO y 8.57% en 4º ESO) y también en SM (T) (0% en 3º ESO y 1.69% en 4º ESO).

Sin embargo, se debe tomar con prudencia la diferencia entre los porcentajes de CCNN de 1º y 2º ESO y entre los de BYG de 3º y 4º ESO correspondientes a la versión SM (T). El motivo reside en que, tal como puede observarse en la *Tabla VI.2*, es el cómputo de una única analogía lo que los diferencia entre sí.

Los contenidos que han recibido un tratamiento analógico apreciable en CCNN de 1º y 2º ESO son los siguientes (*Tablas VI.6.5 y VI.6.6*), ordenados de mayor a menor presencia:

- SM (I):
  - El cuerpo humano
- SM (T):
  1. El cuerpo humano
  2. Electricidad

Los contenidos que han gozado de tratamiento analógico importante en FYQ de 3º y 4º ESO son los siguientes (*Tablas VI.6.5 y VI.6.6*), ordenados de mayor a menor presencia:

- SM (I):
  1. Química orgánica
  2. Electricidad
- SM (T):
  - Electricidad

Sólo un contenido ha gozado de tratamiento analógico relevante en BYG de 3º y 4º ESO (*Tablas VI.6.5 y VI.6.6*). Pertenece a la versión SM (I) y es el siguiente: "La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna".

Por otro lado, en 1º de Bachillerato (cuadro VII.5 y gráficos VII.5 y VII.10 y VII.11) los autores y editores han ponderado mayoritariamente las analogías de conceptos más concretos como los de Biología y Geología frente a las analogías de conceptos más abstractos como los de Física y Química. Este hecho está acreditado por el tratamiento analógico que ha recibido el texto de BYG de 1º de Bachillerato (16.8%) frente al que ha recibido el texto de FYQ de 1º de Bachillerato (11.2%).

Los contenidos que han gozado de tratamiento analógico apreciable en FYQ de 1º de Bachillerato (*Tabla VI.6.5 y VI.6.6*) son los que se muestran a continuación, ordenados de mayor a menor presencia:

1. Reacciones químicas
2. - Enlace químico  
- Estructura atómica

Los contenidos que han gozado de tratamiento analógico relevante en BYG de 1º de Bachillerato (*Tabla VI.6.5 y VI.6.6*) son los que se muestran a continuación, ordenados de mayor a menor presencia:

1. La Tierra y el Universo. Geodinámica externa e interna
2. La célula
3. Método científico y ciencia

El texto de Química de 2º de Bachillerato, con el 10.1% de analogías (cuadro VII.5 y gráficos VII.5 y VII.10 y VII.11) recibe un tratamiento analógico que duplica con creces al de Física de 2º de Bachillerato (4.49% de analogías) y cuadruplica, también con creces, al de Biología de 2º de Bachillerato (2.25% de analogías).

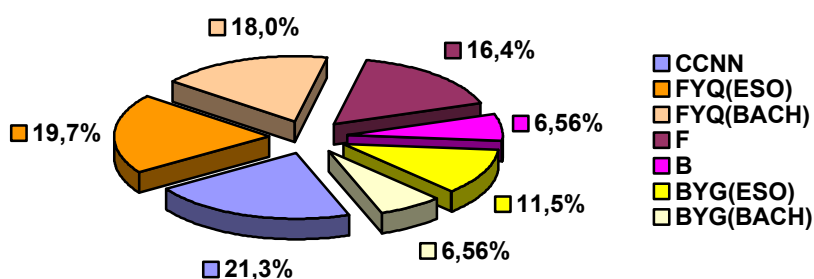
La **Editorial SM es, además, la que menor tratamiento analógico brinda al texto de Física de 2º de Bachillerato.**

Los contenidos que han recibido un tratamiento analógico apreciable en 2º de Bachillerato son los que figuran en los textos de Física de 2º de Bachillerato y de Química de 2º de Bachillerato. El texto de Biología no contiene más de una analogía en cada uno de los contenidos que han gozado de tratamiento analógico (*Tabla VI.6.5 y VI.6.6*), por lo que no se consideran relevantes. Estos contenidos son los siguientes, ordenados de mayor a menor a presencia:

- FÍSICA (2º BACH):  
- Física moderna
- QUÍMICA (2º BACH):  
1. Estructura atómica  
2. Reacciones químicas

Los autores y editores de libros de texto de la **Editorial OXFORD** destinan el 52.5% de las analogías a los textos de E.S.O. y el 47.5% a los textos de Bachillerato (cuadros VII.4 y VII.5). Existe en esta editorial, por lo tanto, una **preferencia por incorporar las analogías en los textos de E.S.O.**

Dentro de la E.S.O., el 21.3% de las analogías corresponden a CCNN, el 19.7% a FYQ y el 11.5% a BYG (cuadro VII.4 y gráficos VII.4 y VII.12). Estos datos muestran la **predilección por incorporar las analogías en los textos de los niveles más bajos de la Educación Secundaria Obligatoria** y, en lo que al segundo ciclo de la E.S.O. se refiere, **la preferencia por incorporar las analogías en los textos de Física y Química frente a los de Biología y Geología.**



**Gráfico VII.12** Distribución de las analogías por materias.  
Editorial OXFORD

El cuadro VII.4 revela que la distribución de las analogías no es homogénea en la materia de CCNN para cada uno de los dos cursos del primer ciclo de la E.S.O. en los que se imparte (16.4% en 1º ESO y 4.92% en 2º ESO). También revela que la distribución de las analogías no es homogénea en las materias de FYQ y BYG para cada uno de los dos cursos del 2º ciclo de la E.S.O. en los que se imparten, ya que el tratamiento analógico de FYQ 3º de ESO (13.1%) es muy superior al de FYQ de 4º ESO (6.56%) y el de BYG de 3º ESO (1.64%) muy inferior al de BYG de 4º ESO (9.84%).

Los contenidos que han recibido un tratamiento analógico apreciable en CCNN de 1º y 2º de ESO (*Tabla VI.6.7*) son los siguientes, ordenados de mayor a menor presencia:

1. Estructura atómica
2. Naturaleza de la materia
3. Reacciones químicas.

Los contenidos que han recibido un tratamiento analógico relevante en FYQ de 3º y 4º de ESO (*Tabla VI.6.7*) son los siguientes, ordenados de mayor a menor presencia:

1. Estructura atómica.
2. Método científico y ciencia.

El único contenido que ha recibido un tratamiento analógico apreciable en BYG de 3º y 4º de ESO (*Tabla VI.6.7*) es el siguiente: "La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna".

Por otro lado, en 1º de Bachillerato (cuadro VII.5 y gráficos VII.5 y VII.12) **los autores y editores han ponderado mayoritariamente las analogías de conceptos más abstractos como los de Física y Química frente a las analogías de conceptos más concretos como los de Biología y Geología.** Este hecho está acreditado por el tratamiento analógico que ha recibido el texto de FYQ de 1º de Bachillerato (18.0%) frente al que ha recibido el texto de BYG de 1º de Bachillerato (6.56%). Además, la **Editorial OXFORD es la que mayor tratamiento analógico brinda al texto de FYQ de 1º de Bachillerato** (cuadro VII.5 y gráfico VII.5).

El único contenido que ha gozado de tratamiento analógico apreciable en FYQ de 1º de Bachillerato es "Electricidad". También en BYG de 1º de Bachillerato un solo contenido ha recibido tratamiento analógico estimable, "Los seres vivos" (*Tabla VI.6.7*).

El texto de Física de 2º de Bachillerato, con el 16.4% de analogías (cuadro VII.5 y gráficos VII.5 y VII.12) casi triplica en número de analogías al de Biología de 2º de Bachillerato (6.56%). No se contabiliza la Química de 2º de Bachillerato ya que la editorial aún no ha publicado el libro de texto de dicha materia.

Los contenidos que en Física de 2º de Bachillerato han recibido un tratamiento analógico apreciable son los siguientes, ordenados de mayor a menor presencia:

1. - Electricidad  
- Magnetismo
2. Física moderna

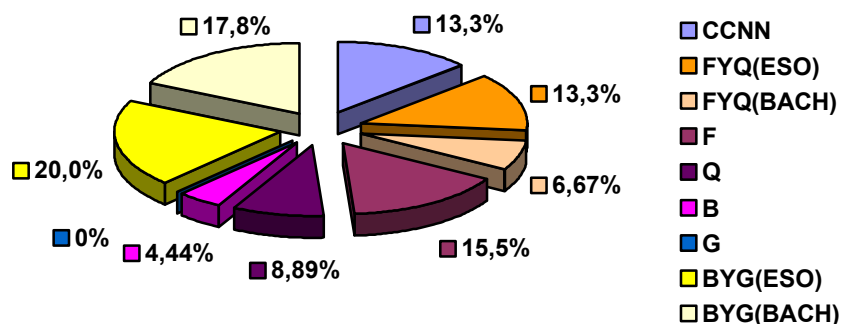
El único contenido que ha recibido tratamiento analógico relevante en Biología de 2º de Bachillerato es "Bioquímica".



Los autores y editores de libros de texto de la **Editorial Santillana** destinan el 46.6% de las analogías a los textos de E.S.O. y el 53.3% a los textos de Bachillerato (cuadros VII.4 y VII.5), por lo que no existe en esta editorial una predilección por incorporar las analogías en los textos de E.S.O.

Dentro de la E.S.O., el 13.3% de las analogías corresponden a CCNN, el 13.3% a FYQ y el 20.0% a BYG (cuadro VII.4 y gráficos VII.4 y VII.13). Estos datos revelan que no existe preferencia por incorporar las analogías en los textos de los niveles más bajos de la Educación Secundaria Obligatoria y, en lo que al segundo ciclo de la E.S.O. se refiere, la predilección por incorporar las analogías en los textos de Biología y Geología frente a los de Física y Química.

Los datos del cuadro VII.4 y los del gráfico VII.4 también revelan que la **Editorial SANTILLANA es la que menor tratamiento analógico otorga a los textos de CCNN del primer ciclo de la E.S.O. (13.3%)** y la que **mayor tratamiento analógico otorga a los textos de BYG del segundo ciclo de la E.S.O.(20.0%)**.



**Gráfico VII.13** Distribución de las analogías por materias.  
Editorial SANTILLANA

El cuadro VII.4 revela que la distribución de las analogías no es homogénea en la materia de CCNN para cada uno de los dos cursos del primer ciclo de la E.S.O. en los que se imparte (8.89% en 1º ESO y 4.44% en 2º ESO). También revela que la distribución de las analogías no es homogénea en las materias de FYQ y BYG para cada uno de los dos cursos del 2º ciclo de la E.S.O. en los que se imparten, ya que el tratamiento analógico del texto de FYQ 3º de ESO (11.1%) es muy superior al del texto de FYQ de 4º ESO (2.22%) y el de BYG de 3º ESO (17.8%) muy superior al de BYG de 4º ESO (2.22%).

Los contenidos que han recibido un tratamiento analógico estimable en CCNN de ESO (*Tabla VI.6.8*) son los siguientes, ordenados de mayor a menor presencia:

1. Electricidad
2. Los seres vivos

Los contenidos que han recibido un tratamiento analógico apreciable en FYQ de ESO (*Tabla VI.6.8*) muestran la misma presencia: dos analogías en cada uno de ellos. Son los siguientes:

- Estructura atómica
- Enlace químico.

Los contenidos que han recibido un tratamiento analógico apreciable en BYG de ESO (*Tabla VI.6.8*) son los siguientes:

1. El cuerpo humano
2. La Tierra y el Universo. Geodinámica externa e interna

Por otro lado, en 1º de Bachillerato (cuadro VII.5 y gráficos VII.5 y VII.13) los autores y editores han ponderado mayoritariamente las analogías de conceptos más concretos como los de Biología y Geología frente a las analogías de conceptos más abstractos como los de Física y Química. Este hecho está acreditado por el tratamiento analógico que ha recibido el texto de BYG de 1º de Bachillerato (17.8%) frente al que ha recibido el texto de FYQ de 1º de Bachillerato (6.67%).

Además, la **Editorial Santillana es la que mayor tratamiento analógico brinda al texto de BYG de 1º de Bachillerato**, con el 17.8% de las analogías (cuadro VII.5 y gráfico VII.5).

Los contenidos que en BYG de 1º de Bachillerato han recibido un tratamiento analógico relevante (*Tabla VI.6.8*) son los siguientes, ordenados de mayor a menor presencia:

1. Los seres vivos
2. Las plantas.

El único contenido que en FYQ de 1º de Bachillerato ha recibido un tratamiento analógico apreciable es "Estructura atómica" (*Tabla VI.6.8*).

El texto de Física de 2º de Bachillerato, con el 15.5% de analogías (cuadro VII.5 y gráficos VII.5 y VII.13), casi duplica en número de analogías al de Química y cuadruplica al de Biología.

Los contenidos que en Física de 2º de Bachillerato y en Química de 2º de Bachillerato han recibido un tratamiento analógico relevante (*Tabla VI.6.8*) son los siguientes, ordenados de mayor a menor presencia:

- FÍSICA (2º BACH):
  1. Magnetismo.
  2. Electricidad.
- QUÍMICA (2º BACH):
  - Energía.

Los contenidos de Biología de 2º de Bachillerato (*Tabla VI.6.8*) no han recibido un tratamiento analógico apreciable.

## **VII.2. Análisis de la naturaleza de las analogías**

Hasta el momento se ha hecho un análisis que ha pivotado en torno a la distribución de las analogías en los textos por niveles educativos, ciclos, materias y editoriales, y en torno al contenido para el que se emplearon. Obedece a los dos primeros objetivos que se han planteado en la investigación y análisis de las analogías en los libros de texto de Secundaria:

1. Detectar las analogías y averiguar su distribución en los libros de texto analizados. Contrastar la frecuencia en las diferentes editoriales y materias.
2. Precisar el tipo de temas o tópicos que los autores de libros de texto eligen para tratarlos analógicamente y revelar si son los mismos o difieren de unas editoriales a otras.

En el capítulo II se han propuesto una serie de factores como criterios para la clasificación de las analogías que están relacionados con el tratamiento que reciben las analogías en los libros de texto por parte de los autores y editores. Según los distintos marcos referenciales teóricos encontrados en la bibliografía (apartado II.6) y decantados por

las posiciones más idóneas de interpretación de la práctica en el aula que aparecen en el posicionamiento del capítulo V, estos factores son los responsables de que la analogía figure en un lugar u otro de la unidad didáctica, de que pueda ser expuesta en el texto en distintos formatos, de la posición que ocupa el análogo en relación al tópico, de la orientación analógica que recibe el alumnado, del grado de abstracción, del nivel de enriquecimiento y de la multiplicidad.

Todos estos factores son los que además van a determinar la naturaleza de la analogía y van a permitir sustentar el análisis de este capítulo. Su estudio obedece a los tres últimos objetivos que se han planteado en la investigación y análisis de las analogías en los libros de texto de Secundaria:

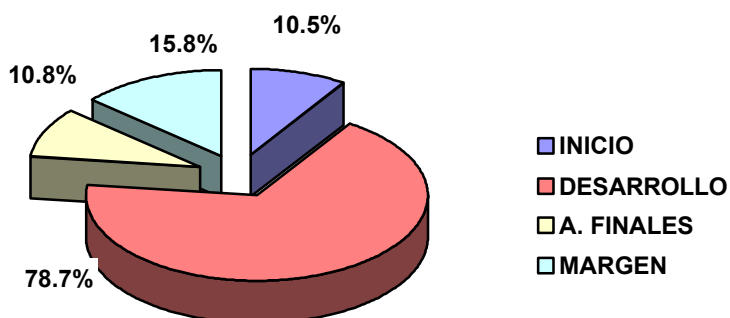
- Examinar la “naturaleza de las analogías” que figuran en los textos analizados y averiguar si difieren de unos textos a otros, o de unas editoriales a otras.
- Confrontar la “naturaleza de las analogías” de los diferentes textos y editoriales con las recomendaciones para la enseñanza (se plasman en la revisión bibliográfica que se ha llevado a cabo).
- Averiguar las estrategias de enseñanza con analogía que han incorporado los autores de los libros de texto para ayudar a los alumnos a usar las analogías que describen.

### **VII.2.1. Distribución de las analogías según su localización en la unidad didáctica**

Se han distinguido tres partes dentro de una unidad didáctica en relación con la posición de las analogías: *inicio*, *desarrollo* y *actividades finales*. Una analogía puede, por tanto, encontrarse en las páginas iniciales (o páginas de presentación), durante su desarrollo o en las actividades finales. Además, si el texto presenta margen, la analogía puede encontrarse en él.

La *Tabla VI.7* muestra la distribución de las analogías con respecto a su localización en la unidad didáctica. Si se plasman gráficamente los porcentajes de las analogías que figuran en ella, tal como ilustra el

gráfico VII.14, se constata que **más de las tres cuartas partes ( 78.7% ) de las analogías presentes en los textos analizados se encuentran localizadas en el desarrollo de la U.D.**



**Gráfico VII.14. Distribución de las analogías según localización en la U.D.**

Sólo un pequeño porcentaje de las analogías figuran en el *inicio* o en las *actividades finales* ( 10.5% y 10.8%, respectivamente). También es muy pequeño, comparativamente, el porcentaje de analogías que figuran en el margen de los textos ( 15.8% ).

Si se tiene en cuenta que los conceptos de las unidades didácticas se abordan durante su desarrollo, parece apropiado que la gran mayoría de las analogías figuren en éste, ya que se utilizan, generalmente, como herramientas de ayuda al aprendizaje.

La presentación de las U.D. en los libros de texto suele incluir una imagen. La Editorial SM tiende a utilizar como imagen la de un análogo, presentando así la U.D. mediante una analogía de formato pictórico. En cualquier caso, el utilizar estas analogías de formato pictórico en la presentación de la U.D. obedece más a una táctica de atracción y familiaridad para con el alumno que a una apuesta por la ayuda al aprendizaje.

Las analogías que se presentan en las *actividades finales* de las U.D. han sido propuestas por los autores de los textos con la finalidad de sintetizar, aclarar y relacionar los conceptos estudiados durante la misma. Se utilizan, por tanto, como complemento a los resúmenes, esquemas y mapas conceptuales.

Dado que las páginas iniciales y las dedicadas a las actividades finales no tienen margen, se puede afirmar que **las 63 analogías que figuran en los márgenes (15.8% del total) están ubicadas en el desarrollo**. El hecho de situar las analogías en el margen les confiere un carácter anecdótico o de ayuda a la información, es decir, un

carácter secundario. No tienen un carácter principal, como cabría esperar de una herramienta de ayuda al aprendizaje.

De un total de 63 analogías localizadas en el margen, tal como se puede apreciar en la *Tabla VI.8*, 46 de ellas (el 73.0%) tienen un formato pictórico o pictórico-verbal. Este hecho pone en evidencia que **los autores y editores de libros de texto tienden a "no sacrificar espacio de copia" para introducir en él imágenes analógicas**. La finalidad, probablemente, sea la de lograr que el texto tenga un precio mínimo y, por tanto, más competitivo.

La *Tabla VI.7* permite calcular la distribución de las analogías según su localización en la U.D. –inicio, desarrollo o actividades finales-, para cada una de las editoriales, cálculos que se presentan en el cuadro VII.6. Los porcentajes están referidos a la cantidad total de analogías identificadas en la editorial de referencia (*Tabla VI.1*).

EDITORIAL	INICIO	DESARROLLO	ACTIVIDADES FINALES	TOTAL
ECIR	5.32%	87.2%	7.45%	100%
EDEBÉ	21.0%	71.0%	7.89%	100%
ANAYA	3.70%	77.7%	18.5%	100%
MGH	5.55%	72.2%	22.4%	100%
SM (I)	30.0%	62.9%	7.1%	100%
SM (T)	25.4%	69.5%	5.08%	100%
OXFORD	3.28%	86.9%	9.84%	100%
SANTILLANA	4.44%	84.4%	11.1%	100%

**Cuadro VII.6** Distribución de las analogías según su localización en la U.D. para cada una de las editoriales

El gráfico VII.15 refleja los porcentajes anteriores del cuadro VII.6, facilitando el análisis comparativo entre las editoriales investigadas.

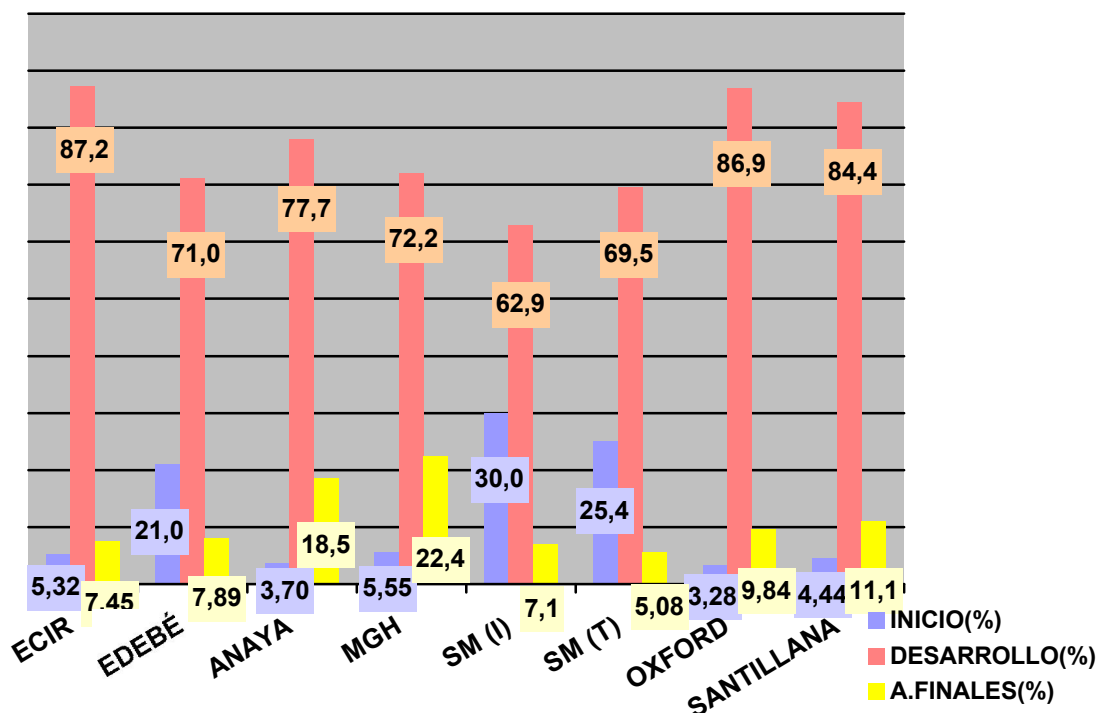


Gráfico VII.15 Gráfico comparativo de la distribución de las analogías según su localización en la U.D. para cada una de las editoriales

Todas las editoriales coinciden en localizar la mayor parte de las analogías en el desarrollo de la UD. **La Editorial EDEBÉ y la Editorial SM (en sus dos versiones) sobresalen por tener los mayores porcentajes de analogías localizadas en la presentación de la UD. La Editorial MGH destaca por ser la editorial que presenta el mayor porcentaje de analogías en sus actividades finales ( 22.4% ).**

La *Tabla VI.7* también permite calcular la distribución de las analogías según su localización en la U.D. atendiendo a que éstas se encuentren o no en el margen.

En este caso, como todas las analogías que figuran en el margen están ubicadas en el *desarrollo*, los porcentajes están referidos a la cantidad total de analogías identificadas en el *desarrollo* de la editorial de referencia.

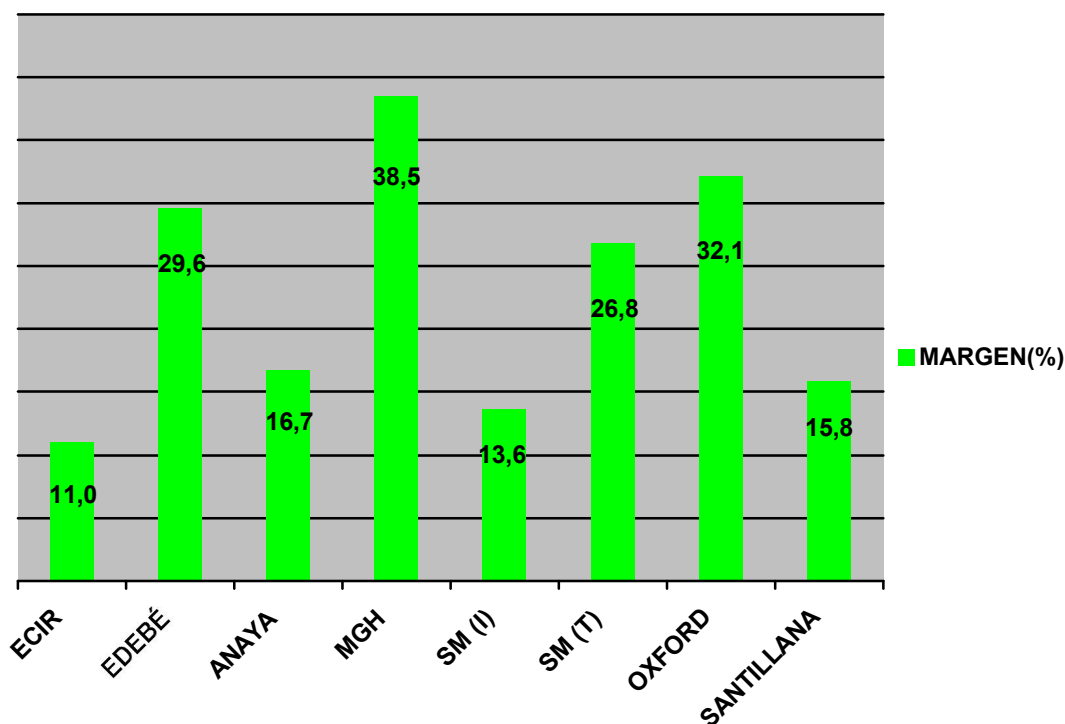
El cuadro VII.7 presenta las editoriales con la cantidad de analogías al margen, el número de ellas en el desarrollo y los porcentajes respectivos.

EDITORIAL	ESPACIO DE COPIA	MARGEN	TOTAL DEL DESARROLLO	% MARGEN
ECIR	73	9	82	11.0%
EDEBÉ	19	8	27	29.6%
ANAYA	35	7	42	16.7%
MGH	8	5	13	38.5%
SM (I)	38	6	44	13.6%
SM (T)	30	11	41	26.8%
OXFORD	36	17	53	32.1%
SANTILLANA	32	6	38	15.8%

**Cuadro VII.7** *Distribución de las analogías según su localización en la U.D. para cada una de las editoriales según su localización al margen*

El gráfico VII.16 refleja los porcentajes anteriores, facilitando el análisis comparativo entre las editoriales investigadas. En él destacan las editoriales **MGH, OXFORD, EDEBÉ y SM (T) como aquellas que más carácter secundario asignan a las analogías** (38.5%, 32.1%, 29.6% y 26.8%, respectivamente, de analogías localizadas en el margen) **y, por tanto, como las más preocupadas en “no sacrificar espacio de copia”**.





**Gráfico VII.16** Gráfico comparativo de la distribución de las analogías para cada una de las editoriales según su localización al margen

Por el contrario, las editoriales ECIR, SM (I), SANTILLANA y ANAYA (11.0%, 13.6%, 15.8% y 16.7%, respectivamente, de analogías localizadas en el margen) son las que menos carácter secundario asignan a las analogías y, por lo tanto, las menos preocupadas en “no sacrificar espacio de copia”.

Sin embargo, los porcentajes anteriores hay que interpretarlos con cautela. La razón está en que las editoriales MGH, OXFORD, EDEBÉ Y SM (T), editoriales que mayor porcentaje de analogías localizan en el margen de sus textos, son las únicas editoriales que presentan márgenes definidos en todos sus textos. La Editorial ECIR no presenta márgenes definidos en la mayoría de sus textos, SM (I) no presenta márgenes en los textos que la caracterizan (los textos de E.S.O.), SANTILLANA no presenta márgenes en dos de sus textos y ANAYA sólo presenta márgenes definidos en seis de sus textos.

Se puede afirmar, por tanto, que existe una relación de proporción directa entre el número de libros de texto que presentan márgenes definidos y el número de analogías que se localizan en él. Es decir, **los autores y editores de las editoriales de la presente investigación utilizan habitualmente el margen para localizar parte de las analogías.**

### VII.2.2. Distribución de las analogías según su formato de presentación

Tal como se manifestó en el apartado II.6.2 del capítulo II, se asignan a las analogías que figuran en los libros de texto tres formatos: formato pictórico (P), formato verbal (V) y formato pictórico-verbal (PV).

La *Tabla VI.9* muestra la cantidad y el porcentaje de analogías de la presente investigación que se han identificado en cada uno de estos formatos. El gráfico VII.17 permite apreciar de manera manifiesta los porcentajes que figuran en dicha tabla.

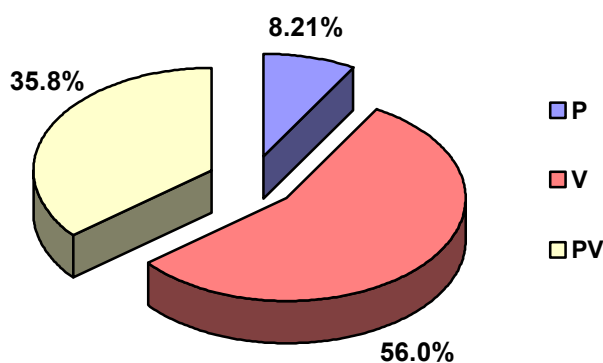


Gráfico VII.17 Distribución de las analogías según su formato de presentación

Dado que a cada analogía le corresponde un formato determinado de presentación, la suma de las analogías presentes en cada uno de los tres formatos debe coincidir con el número total de analogías identificadas en la muestra de la presente investigación (399 analogías,

*Tabla VI.1*). Para cada una de las editoriales la suma anterior debe coincidir con el número total de analogías identificadas en la editorial.

Sin embargo, en la *Tabla VI.9* el número total de analogías es 402, no 399, ya que el número de analogías de la Editorial ECIR en esta misma tabla es 96 (y no 94, como figura en la *Tabla VI.1*) y 19 el de la Editorial MGH (y no 18, como figura en la *Tabla VI.1*). La explicación de estas "tres nuevas analogías" está en que Editorial ECIR presenta dos analogías extendidas en el análogo<sup>14</sup> con distinto formato en cada uno de ellos, hecho que ha llevado a contabilizar los dos formatos presentes en cada una de ellas como si de dos nuevas analogías se tratase, y la Editorial MGH muestra una analogía extendida en el análogo con distinto formato, hecho que también ha llevado a contabilizar los dos formatos presentes como si de una nueva analogía se tratase.

Las tres analogías extendidas en el análogo tienen en común que uno de los análogos se encuentra en formato pictórico y el otro en formato verbal, y son las responsables de realizar los cálculos de los porcentajes de distribución de las analogías -en cada uno de los tres formatos de presentación- tomando 402 como número total de analogías identificadas en la muestra de investigación (*Tabla VI.9* y gráfico VII.17).

La comprensión de los libros de texto aumenta con las ilustraciones, ya que éstas ayudan a los estudiantes a focalizar la atención y a construir conexiones. Cuando las analogías se presentan en formato pictórico o, preferentemente en formato pictórico-verbal, ayudan más al aprendizaje. En muchas analogías el formato verbal puede ser suficiente para visualizar el tópico; sin embargo, en el proceso enseñanza-aprendizaje con alumnos menos habilidosos, o de cursos inferiores, son preferibles las analogías pictórico-verbales (Mayer, 1989).

**Más de la mitad de las analogías (56.0%) que dan contenido a la presente investigación figuran en el texto en un formato verbal.** Sólo un 35.8% de las analogías se presentan en un formato pictórico verbal. Este hecho pone de manifiesto la poca importancia que los autores y editores conceden a las imágenes analógicas de sus libros de texto.

La *Tabla VI.9.1* muestra la distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación. Con los datos que muestra se pueden calcular los porcentajes de analogías por materia, ciclo y nivel según su formato de presentación, tal como se muestra en los cuadros VII.8 y VII.9, al dividir cada una de las cantidades que en ella figuran por el número total de analogías presentes en cada uno de los

---

<sup>14</sup>Una analogía es extendida en el análogo cuando en la misma intervienen dos o más análogos (apartado II.6.7 del capítulo II).

formatos (33 analogías en formato pictórico, 225 analogías en formato verbal y 144 analogías en formato pictórico-verbal).

FORMATO DE PRESENTACIÓN	CCNN	FYQ (ESO)	BYG (ESO)	TOTAL
P	15 (45.4%)	5 (15.1%)	4 (12.1%)	24 (72.6%)
V	40 (17.8%)	23 (10.2%)	40 (17.8%)	103 (45.8%)
PV	30 (20.8%)	45 (31.2%)	12 (8.33%)	87 (60.3%)

**Cuadro VII.8** Distribución de las analogías por materia y ciclo en E.S.O. según su formato de presentación

FORMATO DE PRESENTACIÓN	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	G BACH	CTMA BACH	TOTAL
P	7 (21.2%)	1 (3.03%)	0 (0%)	1 (3.03%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	9 (27.3%)
V	17 (7.55%)	35 15.5%	30 (13.3%)	16 (7.11%)	23 (10.2%)	0 (0%)	1 (0.44%)	122 (54.1%)
PV	19 (13.2%)	9 (6.25%)	13 (9.03%)	11 (7.64%)	5 (3.47%)	0 (0%)	0 (0%)	57 (39.6%)

**Cuadro VII.9** Distribución de las analogías por materia en Bachillerato según su formato de presentación

Los porcentajes que figuran en los cuadros VII.8 y VII.9 revelan que **el 60.3% de las analogías de formato pictórico-verbal y el 72.6% de las analogías de formato pictórico se encuentran en los textos de E.S.O.** Existe, por tanto, predisposición de los autores y editores de libros de texto a ayudar a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a la comprensión de los tópicos mediante su visualización.

**Existe predisposición a localizar la mayor cantidad de analogías de formato pictórico-verbal de la E.S.O. en el segundo ciclo.** Esto justifica que 30 de 144 (el 20.8%) analogías corresponden a CCNN del 1º ciclo, mientras que 45 de 144 (el 31.2%) corresponden a FYQ y 12 de 144 (el 8.33%) a BYG del 2º ciclo de la E.S.O. (cuadro VII.8).

**Las analogías de formato pictórico se encuentran mayoritariamente en el primer ciclo de la E.S.O.,** hecho que se comprueba al observar que 15 de 33 analogías -el 45.4%- corresponden a CCNN, 5 de 33 -el 15.1%- a FYQ y 4 de 33 -el 12.1%- a BYG del 2º ciclo de la E.S.O.(cuadro VII.8).

Thiele y Treagust (1995) arguyen que el proceso de visualización en el aprendizaje es muy importante, ya que ayuda a la comprensión de tópicos abstractos. Las analogías provocan un proceso de visualización, sobre todo cuando éstas son pictóricas o pictórico-verbales. En este caso la visualización la aporta una imagen, en forma de dibujo o fotografía. Las analogías verbales requieren que sea el alumno el que aporte su propia visualización.

Los cuadros VII.8 y VII.9 permiten hacer una correlación de estos aspectos. Revelan que los autores y editores han otorgado a **aquellos tópicos que son más abstractos, como los de FYQ, un mayor tratamiento analógico en formatos pictóricos y pictórico-verbales, en comparación con los tópicos de BYG que son más sencillos en dificultad..** Prueba de ello es que 45 de las 144 (el 31.2%) analogías de formato pictórico-verbal se encuentran en los textos de FYQ de E.S.O., frente a 12 de 144 (el 8.33%) encontradas en los textos de BYG de E.S.O. Así mismo, sólo se encuentran 19 de 144 (el 13.2%) en los textos de FYQ de 1º de Bachillerato y 9 de 144 (el 6.25%) en los de BYG de 1º de Bachillerato. En lo que respecta al formato pictórico, 5 de las 33 (el 15.1%) analogías se encuentran en los textos de FYQ de E.S.O. frente a 4 de las 33 (el 12.1%) encontradas en los textos de BYG de E.S.O. y 7 de las 33 (el 21.2%) en los textos de FYQ de 1º de Bachillerato, frente a 1 de las 33 (el 3.03%) en los de BYG de 1º de Bachillerato.

**Los textos de Biología de 2º de Bachillerato,** con 5 de las 144 (el 3.47%) analogías **son los que han tenido menor tratamiento analógico en formato pictórico-verbal.** En los textos de Química de 2º de Bachillerato se encuentran 11 de las 144 (el 7.64%) analogías en formato pictórico-verbal y en los de Física de 2º de Bachillerato 13 de las 144 (el 9.03%) analogías. Sólo el texto de Química de 2º de Bachillerato presenta 1 analogía de 33 (el 3.03%) en formato pictórico.

Al comienzo de este capítulo se manifestó que la muestra de análisis de la presente investigación está constituida por siete editoriales Educación Secundaria que conforman 84 libros de texto. En ellos se han identificado 399 analogías, de las que 58 corresponden al tema denominado "*Electricidad*", y 54 al tema denominado "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*". Se trata de los dos temas más importantes en relación al número de analogías que sustentan.

Las *Tablas VI.12 y VI.13* (capítulo VI) muestran cómo están distribuidas las analogías, según su naturaleza y curso, de cada uno de los dos temas anteriores. Si se observan las columnas correspondientes al formato de presentación se detecta que hay 6 analogías pictóricas y 22 pictórico-verbales, es decir, 28 analogías con formato de imagen en el tema "*Electricidad*"; 17 (60.7%) pertenecen a los textos de E.S.O. y 11 (39.3%) a los textos de Bachillerato. El otro tema, "*La Tierra y el Universo; Geodinámica Externa e Interna*", contiene 2 analogías pictóricas y 11 pictórico-verbales, es decir, 13 analogías con formato de imagen; 11 (84.6%) se encuentran en textos de E.S.O. y 2 (15.4%) en el texto de BYG de 1º de Bachillerato.

Los datos anteriores, referidos a los dos temas que mayor tratamiento analógico reciben en los libros de texto, están en concordancia con las argumentaciones que ya se han hecho. Es decir, evidencian la predisposición de los autores y editores a localizar las analogías pictóricas y/o pictórico-verbales en los textos de los niveles más elementales de la Educación Secundaria, es decir, en los textos de E.S.O. También demuestran que los autores y editores han otorgado a aquellos tópicos que son más abstractos, como los de FYQ, Física ó Química un mayor tratamiento analógico en formatos pictóricos y pictórico-verbales, en comparación con los tópicos de BYG, Biología o Geología que son más sencillos en dificultad (la *Tabla VI.12* del tema "*Electricidad*" presenta 6 analogías pictóricas y 22 pictórico-verbales, frente a la *Tabla VI.13* del tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" que presenta 2 analogías pictóricas y 11 pictórico-verbales).

Estas tablas también permiten averiguar –para cada uno de los dos temas anteriores- si los autores muestran preferencia por un ciclo u otro de la E.S.O.

Así, en lo que respecta al tema "*Electricidad*", 10 analogías de 22, con formato pictórico-verbal (el 45.4%), se encuentran en 3º de ESO y 3 de 22 (el 13.6%) en 2º de ESO.

En lo que respecta al tema "La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna", 8 de 11 (72.7%) con formato pictórico-verbal se encuentran en 3º y 4º de ESO y 1 de 11 (el 9.09%) en 2º de ESO.

Estos datos evidencian que existe una tendencia de los autores a localizar las analogías pictórico-verbales en los textos del segundo ciclo de E.S.O. (FYQ y BYG de 3º y 4º de E.S.O.).

A continuación se realiza el análisis de la distribución de las analogías según el formato de presentación en cada una de las editoriales.

A partir de la *Tabla VI.9* de distribución de las analogías según su formato de presentación se pueden determinar los porcentajes de cada una de las editoriales, tal como refleja el cuadro VII.10 y el gráfico VII.18.

EDITORIAL	P (%)	V (%)	PV (%)	TOTAL(%)
ECIR	17(17.7%)	47(49.0%)	32(33.3%)	100
EDEBÉ	3(7.89%)	32(84.2%)	3(7.89%)	100
ANAYA	0(0%)	38(70.4%)	16(29.6%)	100
MGH	1(5.26%)	12(63.1%)	6(31.6%)	100
SM (I)	4(5.71%)	26(37.1%)	40(57.1%)	100
SM (T)	4(6.78%)	19(32.2%)	36(61.0%)	100
OXFORD	4(6.56%)	33(54.1%)	24(39.3%)	100
SANTILLANA	1(2.22%)	33(73.3%)	11(24.4%)	100

**Cuadro VII.10** Distribución de las analogías según su formato de presentación

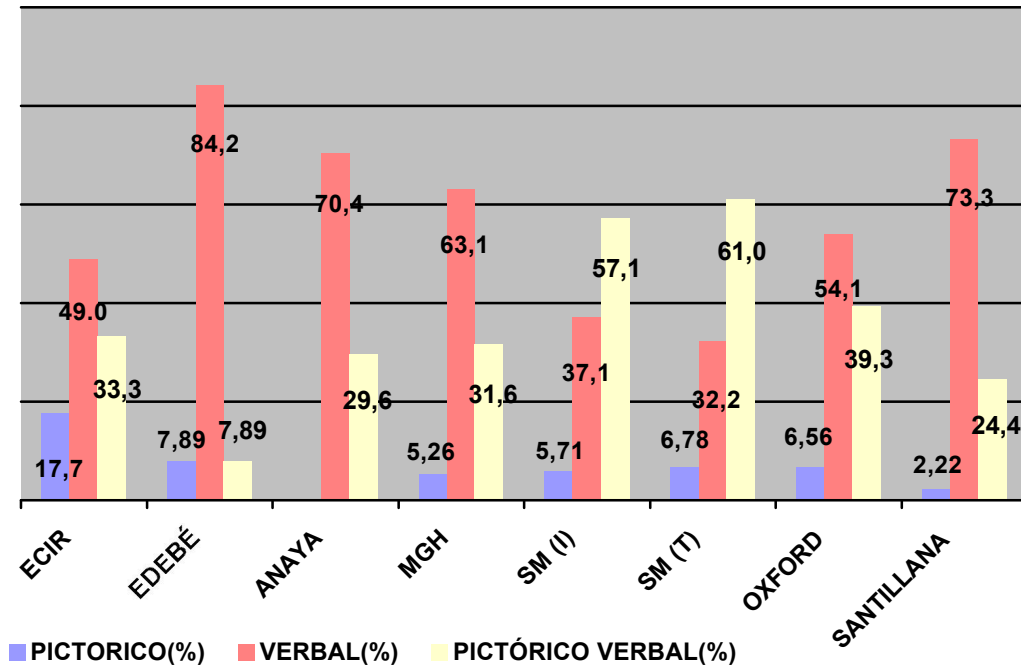


Gráfico VII.18 Distribución de las analogías según su formato de presentación

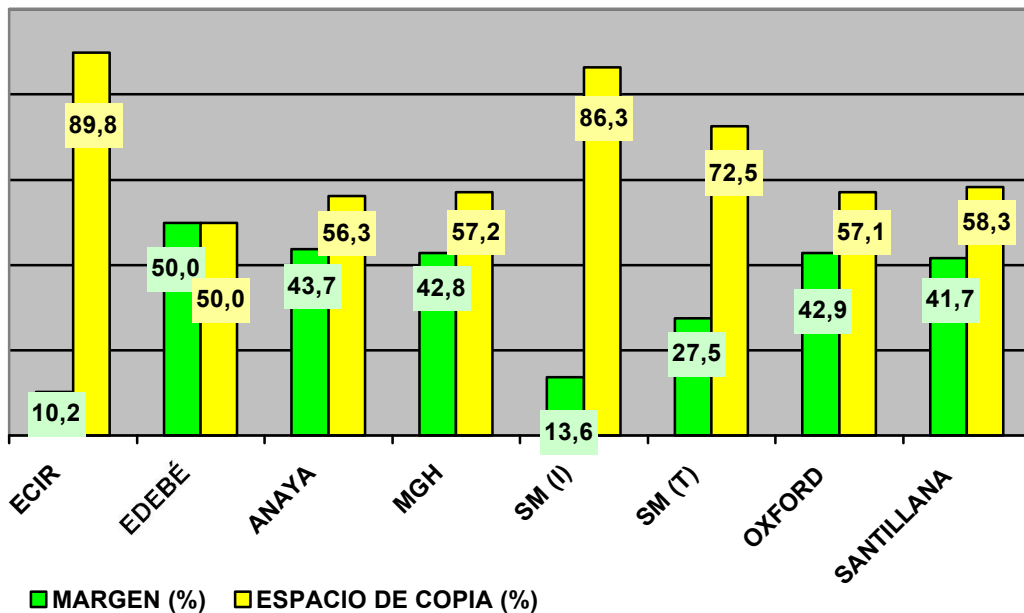


Gráfico VII.19 Distribución de las analogías P y PV en el margen y en el espacio de copia



Por otro lado, el contenido de la *Tabla VI.8* señala las analogías localizadas en el margen con formato de imagen para cada una de las editoriales.

Se puede reflejar, como representación, en qué porcentaje distribuye cada una de las editoriales sus analogías, bien sea en el margen o en el espacio de copia. Este hecho se muestra en el gráfico VII.19.

La **Editorial ECIR** (cuadro VII.10 y gráfico VII.18) presenta, de un total de 94 analogías, 47 (el 49.0%) en formato verbal, 32 en formato pictórico-verbal (el 33.3%) y 17 en formato pictórico (el 17.7%). Se han contabilizado en las 17 analogías de formato pictórico los dos análogos pictóricos que forman parte de las dos *analogías extendidas en el análogo*. **Es la editorial que ostenta el mayor número de analogías** (15, además de dos análogos pictóricos) **en formato pictórico**.

Esta editorial **es la que localiza el menor porcentaje de analogías de formato pictórico y pictórico-verbal en los márgenes de sus textos** (sólo 5 de un total de 49, el 10.2%), como indica la *Tabla VI.8* y el gráfico VII.19).

La *Tabla VI.9.2* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación permite calcular los porcentajes de analogías por materias y ciclos, tal como se manifiesta en el cuadro VII.11 para E.S.O. y VII.12 para Bachillerato.

EDITORIAL ECIR	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
P	3(17.6%)	3(17.6%)	3(17.6%)	9(52.9%)
V	14(29.8%)	4(8.51%)	8(17.0%)	26(55.3%)
PV	5(15.6%)	14(43.7%)	5(15.6%)	24(75.0%)

**Cuadro VII.11** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación en E.S.O.

EDITORIAL ECIR	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
P	6 (35.3%)	1 (5.88%)	0 (0%)	1 (5.88%)	0 (0%)	8 (47.1%)
V	3 (6.38%)	2 (4.25%)	7 (14.9%)	4 (8.51%)	5 (10.6%)	21 (44.7%)
PV	4 (12.5%)	1 (3.12%)	2 (6.25%)	0 (0%)	1 (3.12%)	8 (25.0%)

**Cuadro VII.12** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación en Bachillerato

El cuadro VII.11 refleja que **24 de las 32 (el 75%) analogías que presentan formato pictórico-verbal y 9 de las 17 (el 52.9%) que presentan formato pictórico se encuentran en los textos de E.S.O.** Existe, por tanto, predisposición de los autores y editores de libros de texto a ayudar a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a la comprensión de los tópicos mediante su visualización.

Existe escasa inclinación por localizar en el primer ciclo de la ESO el mayor porcentaje de analogías de formato pictórico y pictórico verbal.

El cuadro VII.11 señala que los textos de FYQ de ESO presentan 14 analogías de formato pictórico-verbal frente a las 5 que presentan los textos de BYG de ESO. Asimismo el cuadro VII.12 refleja que el texto de FYQ de 1º de Bachillerato presenta 6 analogías de formato pictórico (de un total de 17) y 4 de formato pictórico-verbal (de un total de 32), frente a 1 de formato pictórico y 1 de formato pictórico-verbal en el texto de BYG de 1º de Bachillerato. Estos datos ponen en evidencia que **los autores y editores intentan facilitar la comprensión mediante el uso de imágenes analógicas en aquellos conceptos que son más abstractos, como los de FYQ de ESO y de 1º de Bachillerato, frente a aquellos otros más concretos como los de BYG de ESO y de 1º de Bachillerato.**

Los textos de 2º de Bachillerato presentan la mayor parte de las analogías en formato verbal (cuadros VII.11 y VII.12).

La *Tabla VI.12.1* para el tema "Electricidad" y la *Tabla VI.13.1* para el tema "La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna" de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso corroboran que la mayor parte de las analogías de esta editorial se encuentran en formato verbal (en el tema "Electricidad" 10 analogías se encuentran en formato verbal, 6 en formato pictórico-verbal y 4 en formato pictórico; en el tema "La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna", 8

analogías se encuentran en formato verbal, 3 en formato pictórico-verbal y una en formato pictórico).

Asimismo se pone de manifiesto en estas tablas VI.12.1 y VI.13.1 que la mayor parte de las analogías con formato pictórico y pictórico-verbal se encuentran en E.S.O. Si bien en el tema "*Electricidad*" sólo la mitad están en E.S.O. –2 de 4 pictóricas y 3 de 6 pictórico-verbales-, en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" todas las analogías que presentan formato de imagen –3 pictórico-verbales y 1 pictórica- están en E.S.O. Además, no existe inclinación por localizar en el primer ciclo de la E.S.O. las analogías con formato de imagen (en ninguno de los dos temas mencionados se encuentran analogías pictóricas o pictórico-verbales en el primer ciclo de la E.S.O.).

La **Editorial EDEBÉ** (cuadro VII.10 y gráfico VII.18) presenta, de un total de 38 analogías, 32 (el 84.2%) en formato verbal, 3 (el 7.89%) en formato pictórico-verbal y 3 (el 7.89%) en formato pictórico. **Es la editorial que ostenta el mayor porcentaje de analogías en formato verbal y el menor porcentaje en formato pictórico-verbal**, lo que indica la poca importancia que sus autores y editores otorgan a las imágenes analógicas.

De las 6 analogías con formato de imagen, 3 (el 50%) están localizadas en el margen de los textos, tal como puede observarse en la *Tabla VI.8* y en el gráfico VII.19, por lo que es la editorial que **ostenta el mayor porcentaje de analogías con formato de imagen localizadas en el margen**.

Se manifiesta que los autores y editores de esta editorial tienen una gran voluntad por "no sacrificar espacio de copia" en sus libros de texto.

La *Tabla VI.9.3* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación permite calcular los porcentajes de analogías por materias y ciclos, tal como se manifiesta en los cuadros VII.13 y VII.14.

EDITORIAL EDEBÉ	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
P	3(100%)	0	0	3(100%)
V	5(15.6%)	5(15.6%)	6(18.7%)	16(49.9%)
PV	0	1(33.3%)	0	1(33.3%)

**Cuadro VII.13** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación en E.S.O. en la Editorial EDEBÉ

EDITORIAL EDEBÉ	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
P	0	0	0	0	0	0
V	1 (3.12%)	6 (18.7%)	3 (9.37%)	3 (9.37%)	3 (9.37%)	16 (49.9%)
PV	0	0	0	1 (33.3%)	1 (33.3%)	2 (66.6%)

**Cuadro VII.14** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación en Bachillerato en la Editorial EDEBÉ

Es relevante (cuadro VII.13) el dato relativo a las 3 analogías en formato pictórico ya que se encuentran únicamente en textos de CCNN. No lo es, sin embargo, el de una analogía con formato pictórico-verbal en los textos de FYQ de E.S.O. En base a estos datos se puede afirmar que **existe voluntad de los autores y editores de los libros de texto de esta editorial de localizar en el primer ciclo de la E.S.O. las analogías con formato pictórico para ayudar al alumnado en la comprensión de los tópicos mediante la visualización.**

El cuadro VII.14 refleja, como único dato apreciable, que el tratamiento analógico que reciben los textos de Bachillerato es muy bajo.

Las *Tablas VI.12.2* y *VI.13.2*, de la distribución de las analogías según su formato de presentación para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", no aportan datos relevantes a pesar de que representan los dos temas que han recibido mayor tratamiento analógico. Esta consideración es debido a que en la materia "*Electricidad*" sólo figura una analogía en formato de imagen y en la materia "*La Tierra y el Universo; Geodinámica Externa e Interna*" ninguna analogía presenta dicho formato.

La **Editorial ANAYA**, tal como se observa en el cuadro VII.10 y en el gráfico VII.18, presenta, de un total de 54 analogías, 38 (el 70.4%) en formato verbal, 16 (el 29.6%) en formato pictórico-verbal y ninguna en formato pictórico. Por otro lado, 7 de las 16 analogías con formato de imagen (el 43.7%) se encuentran localizadas en el margen de los textos (*Tabla VI.8* y gráfico VII.19).

Los datos anteriores indican que esta editorial también **presenta una gran inclinación por "no sacrificar espacio de copia" en sus textos mediante la utilización de imágenes analógicas.**

La *Tabla VI.9.4* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación permite calcular los porcentajes de analogías por materias y ciclos, tal como se manifiesta en los cuadros VII.1.15 y VII.16.

EDITORIAL ANAYA	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
P	0	0	0	0
V	6(15.8%)	2(5.26%)	4(10.5%)	12(31.6%)
PV	4(25.0%)	2(12.5%)	2(12.5%)	8(50.0%)

**Cuadro VII.15** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación en E.S.O. en la Editorial ANAYA

EDITORIAL ANAYA	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	CTMA BACH	TOTAL BACH
P	0	0	0	0	0	0	0
V	2 (5.26%)	7 (18.4%)	2 (5.26%)	6 (15.8%)	8 (21.0%)	1 (2.63%)	26 (68.3%)
PV	2 (12.5%)	0	4 (25.0%)	0	2 (12.5%)	0	8 (50.0%)

**Cuadro VII.16** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación en Bachillerato en la Editorial ANAYA

El cuadro VII.15 manifiesta que 8 de las 16 analogías (el 50%) que presentan formato pictórico-verbal se encuentran en los textos de E.S.O, y que de estas 8, la mitad se encuentran en los textos de CCNN (el 25.0%), 2 en los de FYQ (el 12.5%) y las otras 2 en los de BYG (el 12.5%).

Los datos anteriores permiten afirmar que no existe predisposición por localizar las analogías pictórico-verbales en los textos de E.S.O. ni tampoco en los textos del primer ciclo de la E.S.O. Los autores y editores de los libros de texto de la Editorial ANAYA no muestran inclinación por favorecer en los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria y en los cursos más bajos de la E.S.O., mediante la visualización, la comprensión de los tópicos que figuran en los textos.

Los textos de FYQ y de BYG de ESO presentan el mismo número de analogías de formato pictórico-verbal (cuadro VII.15). No sucede lo mismo con los textos de 1º de Bachillerato en los que las únicas dos

analogías de formato pictórico-verbal se encuentran en los de FYQ. **Por lo tanto, los autores y editores intentan facilitar la comprensión mediante el uso de imágenes analógicas en aquellos conceptos que son más abstractos, como los de FYQ, frente a otros más concretos –como los de BYG- sólo en los textos de 1º de Bachillerato**, y no en los textos de ESO.

Los textos de Química y Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de 2º de Bachillerato son los únicos que no presentan analogías con formato de imagen. El texto de Física de 2º de Bachillerato, con 4 analogías pictórico-verbales de un total de 16 (el 25.0%), es el texto de este curso que presenta mayor número de analogías con formato de imagen.

Las *Tablas VI.12.3 y VI.13.3*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", aportan como único dato relevante la confirmación del destacado tratamiento analógico con formato de imagen que ha recibido el texto de Física de 2º de Bachillerato (dos analogías pictórico-verbales en el tema "*Electricidad*").

La **Editorial MGH** (cuadro VII.10 y gráfico VII.18) presenta, de un total de 18 analogías, 12 (el 63.1%) en formato verbal, 6 (el 5.26%) en formato pictórico-verbal y 1 (el 31.6%) en formato pictórico.

De las 7 analogías con formato de imagen, 3 (el 42.8%) se encuentran localizadas en el margen de los textos (*Tabla VI.8* y gráfico VII.19).

**Los datos anteriores indican que esta editorial también presenta una gran inclinación por "no sacrificar espacio de copia" en sus textos mediante la utilización de imágenes analógicas.**

La *Tabla VI.9.5* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación permite calcular los porcentajes de analogías por materias y ciclos, tal como se manifiesta en los cuadros VII.17 y VII.18.

EDITORIAL MGH	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
P	1(100%)	0	0	100%
V	3(25.0%)	3(25.0%)	1(8.33%)	7(58.3%)
PV	1(16.7%)	4(66.7%)	0	5(83.4%)

**Cuadro VII.17** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación en E.S.O. en la Editorial MGH

EDITORIAL MGH	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
P	0	0	0	0	0	0
V	1(8.33%)	1(8.33%)	3(25.0%)	0	0	5(41.7%)
PV	0	0	1(16.7%)	0	0	1(16.7%)

**Cuadro VII.18** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación en Bachillerato en la Editorial MGH

Los únicos datos indicativos del cuadro VII.17 son los que corresponden a las cuatro analogías de formato pictórico-verbal (constituyen el 66.7%) de los textos de FYQ de E.S.O. Reflejan que los editores y autores de esta editorial **muestran inclinación por favorecer en los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria, mediante la visualización, la comprensión de los tópicos que figuran en los textos. Dan prioridad a los tópicos relacionados con conceptos abstractos, de difícil comprensión, como los de FYQ de E.S.O. frente a aquellos otros más concretos, como los de BYG de E.S.O.**

En los textos de Bachillerato sólo figura una analogía con formato de imagen (cuadro VII.18) y corresponde al texto e Física de 2º de Bachillerato.

Las *Tablas VI.12.4* y *VI.13.4* de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", no aportan datos relevantes que permitan fundamentar las argumentaciones anteriores.

La **Editorial SM** (cuadro VII.10 y gráfico VII.18) **constituye una excepción dentro de las restantes editoriales ya que presenta la mayor parte de las analogías, tanto en la línea SM (I) como en la línea SM (T), en formato pictórico-verbal.** En la línea SM (I), de un total de 70 analogías, 40 (el 57.1%) se encuentran en formato pictórico-verbal. En la línea SM (T), de un total de 59 analogías, 36 (el 61.0%) se encuentran en dicho formato.

Es ésta la única editorial en la que el porcentaje de analogías de formato pictórico-verbal supera al de las analogías de formato verbal. Además, tal como reflejan la *Tabla VI.8* y el gráfico VII.19, **el porcentaje de analogías de formato de imagen que esta editorial localiza en los márgenes de sus textos es mínimo, en comparación con las restantes editoriales** (6 analogías de un total de 44 en SM (I), el 13.7%, y 11 de 40 en SM (T), el 27.5%).

Los datos anteriores ponen de manifiesto la gran importancia que se otorga al proceso de visualización en el aprendizaje.

Las *Tablas VI.9.6* y *VI.9.7* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación permiten calcular los porcentajes de analogías por materias y ciclos, tal como se manifiesta en los cuadros VII.19, VII.20 y VII.21.

Los cálculos de las materias de E.S.O. se han realizado contabilizando las cantidades totales de analogías, en cada uno de sus formatos, que figuran en la *Tabla VI.9.6* para la línea SM (I) y en la *Tabla VI.9.7* para la línea SM (T).

En las materias de Bachillerato se han contabilizado como cantidades totales de analogías en los diferentes formatos la suma de las que figuran en la línea SM (I) con las que figuran en la línea SM (T) en las materias de la E.S.O. y con las que figuran en una de las dos líneas en las materias de Bachillerato. Son las siguientes: 7 analogías de formato pictórico, 30 analogías de formato verbal y 52 de formato pictórico-verbal.

EDITORIAL SM (I)	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
P	1(25%)	1(25%)	1(25%)	3(75%)
V	4(15.4%)	2(7.69%)	5(19.2%)	11(42.3%)
PV	5(12.5%)	7(17.5%)	4(10.0%)	16(40.0%)

**Cuadro VII.19 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación en E.S.O. en la Editorial SM**



EDITORIAL SM (T)	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
P	3(75%)	0	0	3(75%)
V	2(10.5%)	1(5.26%)	1(5.26%)	4(21.0%)
PV	6(16.7%)	6(16.7%)	0	12(33.3%)

**Cuadro VII.20** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación en E.S.O. en la Editorial SM

EDITORIAL SM (BACH)	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
P	1 (14.2%)	0	0	0	0	1 (14.2%)
V	1 (3.33%)	10 (33.3%)	2 (6.67%)	0	2 (6.67%)	15 (50.0%)
PV	8 (15.4%)	5 (9.61%)	2 (3.84%)	9 (17.3%)	0	24 (46.1%)

**Cuadro VII.21** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación en Bachillerato en la Editorial SM

Los cuadros VII.19 y VII.20 reflejan que, tanto en la línea SM (I) como en la SM (T), 3 analogías de formato pictórico se encuentran en los textos de E.S.O.

De las 40 analogías de formato pictórico verbal de la línea SM (I), sólo 16 (el 40.0%) se encuentran en textos de E.S.O. y, de ellas, 7 se encuentran en los textos de FYQ (el 17.5%) frente a 4 (el 10.0%) que se encuentran en los textos de BYG.

De las 36 analogías (12 de ESO y 24 de Bachillerato) de formato pictórico-verbal de SM (T), sólo 12 (el 33.3%) se encuentran en los textos de E.S.O. y, dentro de éstos, 6 se encuentran en los textos de FYQ (el 16.7%) y ninguna en los textos de BYG.

Estos datos permiten afirmar que, tanto en la línea SM (I) como en la línea SM (T), no se manifiesta que los autores y editores se inclinen por localizar en los cursos de E.S.O. el mayor porcentaje de analogías con formato pictórico-verbal.

Si se tiene en cuenta que el número de analogías de formato pictórico -4 en SM (I) y 4 en SM (T)- es muy inferior al de analogías de formato pictórico-verbal, y que las analogías de formato pictórico se encuentran -fundamentalmente- en el inicio de las unidades didácticas, y que las analogías de formato pictórico obedecen más a una táctica de imagen y familiaridad para con el alumno que a una apuesta por la ayuda al aprendizaje, se puede afirmar que no existe predisposición en ninguna de las dos líneas a ayudar al alumnado de los cursos más bajos mediante la visualización que otorgan las analogías con formato de imagen.

Tanto en la **línea SM (I)** como **SM (T)** los autores y editores de los textos de FYQ de E.S.O. intentan facilitar la comprensión de los conceptos abstractos que en ellos figuran empleando, con mayor frecuencia que en los textos de BYG de E.S.O., las analogías de formato pictórico-verbal en sus explicaciones.

El cuadro VII.21 refleja que los autores y editores del texto de FYQ de 1º de Bachillerato, tanto en SM (I) como en SM (T), también intentan facilitar la comprensión de los conceptos más abstractos potenciando en él, frente al de BYG de 1º de Bachillerato, las analogías de formato pictórico-verbal. De las 52 analogías de formato pictórico-verbal, 8 pertenecen al texto de FYQ de 1º de Bachillerato (el 15.4%) y 5 al de BYG de 1º de Bachillerato (el 9.61%).

En los textos de 2º de Bachillerato destaca el de Química por ser el que contiene el mayor número de analogías de formato pictórico-verbal (9 de 52, el 17.3%).

Las Tablas VI.12.5 y VI.12.6, en "Electricidad", y VI.13.5 y VI.13.6, en "La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna" de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para estos temas aportan datos que permiten contrastar las afirmaciones anteriores. La observación de la Tabla VI.12.6 refleja que existe predisposición en la línea SM (T) por localizar la mayoría de las analogías de formato pictórico-verbal en los textos de E.S.O. (2 analogías de este formato en 2º ESO, 2 en FYQ de 3º ESO y ninguna en los textos de Bachillerato). Las Tablas VI.13.5 y VI.13.6 reflejan la poca predisposición de las dos líneas de la editorial por incorporar analogías de formato pictórico-verbal en sus textos de E.S.O. Sin embargo, estas mismas tablas reflejan que las analogías de formato pictórico-verbal en 1º de Bachillerato se encuentran, mayoritariamente, en el texto de BYG (2 analogías de formato pictórico-verbal en el texto de BYG frente a ninguna en el texto de FYQ).

La **Editorial OXFORD**, (cuadro VII.10 y gráfico VII.18), presenta, de un total de 61 analogías, 33 (el 54.1%) en formato verbal, 24 (el 39.3%) en formato pictórico-verbal y 4 (el 6.56%) en formato pictórico. Por tanto, la mayor parte de las analogías (54.1%) muestran formato verbal.

Además, de las 28 analogías que presenta esta editorial con formato de imagen, 12 se encuentran localizadas en el margen de los textos (el 42.9%)(*Tabla VI.8* y gráfico VII.19).

Los datos anteriores permiten afirmar que la Editorial OXFORD sigue la tendencia mostrada por otras editoriales de **no ponderar las imágenes analógicas y de localizarlas en el margen de los textos cuando se emplean analogías pictóricas o pictórico-verbales**.

La *Tabla VI.9.8* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación permite calcular los porcentajes de analogías por materias y ciclos, tal como se manifiesta en los cuadros VII.22 y VII.23.

EDITORIAL OXFORD	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
P	3(75%)	1(25%)	0	4(100%)
V	2(6.06%)	3(9.09%)	6(18.2%)	11(33.3%)
PV	8(33.3%)	8(33.3%)	1(4.17%)	17(70.8%)

**Cuadro VII.22** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación en E.S.O. en la Editorial OXFORD

EDITORIAL OXFORD	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	B BACH	TOTAL BACH
P	0	0	0	0	0
V	8 (24.2%)	3 (9.09%)	8 (24.2%)	3 (9.09%)	22 (66.6%)
PV	3 (12.5%)	1 (4.17%)	2 (8.33%)	1 (4.17%)	7 (29.2%)

**Cuadro VII.23** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación en Bachillerato en la Editorial OXFORD

El cuadro VII.22 muestra que 3 de las 4 (el 75%) analogías que presentan formato pictórico se encuentran en el primer ciclo de la E.S.O. y que 17 de las 24 (el 70.8%) que presentan formato pictórico-verbal se encuentran en la E.S.O. Además, 8 del total de 24 analogías encontradas en secundaria (el 33.3%) que presentan formato pictórico-verbal se encuentran en los textos de FYQ de ESO, frente a 1 analogía de 24 (el 4.17%) que se encuentran en los textos de BYG de ESO.

**Existe, por tanto, predisposición a ayudar a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a comprender los tópicos que reciben tratamiento analógico mediante la visualización.** No existe inclinación por localizar en el primer ciclo de la ESO el mayor porcentaje de analogías de formato pictórico-verbal, pero sí el de analogías de formato pictórico.

**Por otro lado, los autores y editores intentan facilitar la comprensión de los conceptos abstractos que figuran en los textos de FYQ de E.S.O. empleando, con mayor frecuencia que en los textos de BYG de E.S.O., las analogías de formato pictórico-verbal en sus explicaciones.**

El cuadro VII.23 muestra que 3 de las 24 analogías de formato pictórico-verbal (el 12.5%) se encuentran en el texto de FYQ de 1º de Bachillerato, frente a 1 (el 4.17%) que se encuentra en el texto de BYG de 1º de Bachillerato. Son datos que ponen de manifiesto el esfuerzo de la editorial por **facilitar la comprensión de aquellos conceptos más abstractos y complejos como los de FYQ de 1º de Bachillerato frente a otros, concretos y menos complejos, como los de BYG de 1º de Bachillerato.**

Las *Tablas VI.12.7* para el tema "*Electricidad*" y *VI.13.7* para el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso, aportan datos que permiten contrastar las afirmaciones anteriores. En las dos tablas se observa el elevado número de analogías de formato verbal frente a las que presentan formato de imagen, hecho que corrobora que el mayor porcentaje de analogías en esta editorial se presenta en formato verbal. En la *Tabla VI.12.7* se contabilizan dos analogías de formato pictórico-verbal en FYQ de 1º de Bachillerato y ninguna en BYG del mismo curso, hecho que corrobora el esfuerzo de autores y editores por facilitar la comprensión de los conceptos más abstractos y complejos.

La **Editorial SANTILLANA** (cuadro VII.10 y gráfico VII.18) presenta, de un total de 45 analogías, 33 (el 73.3%) en formato verbal, 11 (24.4%) en formato pictórico-verbal y 1 (2.22%) en formato pictórico. La mayor parte de sus analogías se presentan, por tanto, en formato verbal.

Esta editorial **ostenta el segundo porcentaje más alto de analogías en formato verbal** (sólo está por debajo de la Editorial EDEBÉ, que ostenta el 84.2% de analogías en formato verbal) y **es la que presenta el porcentaje más bajo de analogías en formato pictórico**.

De un total de 12 analogías que presentan formato de imagen (pictóricas o pictórico-verbales), 5 (el 41.7%) se encuentran en el margen de los textos (*Tabla VI.8* y gráfico VII.19).

Queda patente la tendencia mostrada por otras editoriales de **no ponderar las imágenes analógicas y de localizarlas en el margen de los textos cuando se emplean analogías pictóricas o pictórico-verbales**, posiblemente para "no sacrificar el espacio de copia" de los libros de texto.

La *Tabla VI.9.9* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación permite calcular los porcentajes de analogías por materias y ciclos, tal como se manifiesta en los cuadros VII.24 y VII.25.

EDITORIAL SANTILLANA	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
P	1(100%)	0	0	1(100%)
V	4(12.1%)	3(9.09%)	9(27.3%)	16(48.5%)
PV	1(9.09%)	3(27.3%)	0	4(36.4%)

**Cuadro VII.24** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación en E.S.O. en la Editorial SANTILLANA

EDITORIAL SANTILLANA	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	G BACH	TOTAL BACH
P	0	0	0	0	0	0	0
V	1 (3.03%)	6 (18.2%)	5 (15.1%)	3 (9.09%)	2 (6.06%)	0	17 (51.5%)
PV	2 (18.2%)	2 (18.2%)	2 (18.2%)	1 (9.09%)	0	0	7 (63.7%)

**Cuadro VII.25** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su formato de presentación en Bachillerato en la Editorial SANTILLANA

El cuadro VII.24 refleja que la única analogía pictórica se encuentra en el primer ciclo de E.S.O. En lo que respecta a las analogías de formato pictórico-verbal, 1 del total de analogías encontradas en secundaria (el 9.09%) se encuentra en el primer ciclo de la E.S.O. y 3 -de un total de 11 analogías- en los textos de FYQ de E.S.O. ; esto supone que 4 (el 36.4%) se encuentran en los textos de E.S.O.

Es manifiesta la poca predisposición de los autores y editores de los libros de texto a ayudar a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a comprender los tópicos que reciben tratamiento analógico mediante la visualización, empleando para ello analogías de formato pictórico y/o pictórico-verbal. Tampoco existe voluntad por localizar en el primer ciclo de la ESO el mayor porcentaje de analogías de formato pictórico-verbal.

Los textos educativos intentan **facilitar la comprensión de los conceptos abstractos que figuran en los textos de FYQ de E.S.O. empleando las analogías de formato pictórico-verbal en sus explicaciones, con mayor frecuencia que en los textos de BYG de E.S.O. que tratan conceptos más concretos.**

El cuadro VII.25 refleja que 2 de las 11 analogías (18.2%) de formato pictórico verbal se encuentran en el texto de FYQ de 1º de Bachillerato y otras 2 (el 18.2%) en el texto de BYG de 1º de Bachillerato. Estas cifras demuestran que el esfuerzo hecho en la E.S.O. para facilitar la comprensión de los conceptos de FYQ -más abstractos y complejos que los de BYG- mediante la utilización de analogías con formato pictórico-verbal no tiene persistencia en 1º de Bachillerato.

Las *Tablas VI.12.8* y *VI.13.8* de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", aportan pocos datos indicativos que permitan contrastar las afirmaciones anteriores.

Las dos tablas reflejan el elevado número de analogías de formato verbal frente a las que presentan formato de imagen, hecho que corrobora que el mayor porcentaje de analogías en esta editorial se presenta en formato verbal. Sin embargo, la *Tabla VI.12.8* no aporta otros datos destacados, ya que sólo presenta 1 analogía de formato pictórico y 1 de formato pictórico-verbal. La *Tabla VI.13.8* tampoco aporta otros datos apreciables, ya que en ella no figuran analogías que presenten formato de imagen.

### VII.2.3. Distribución de las analogías según la orientación

En el apartado II.6.3 del capítulo II se manifestó que en una analogía existe orientación analógica cuando, en el libro de texto o en la explicación del profesor en clase, se **ilustra y describe** el análogo, con sus componentes, atributos y nexos más relevantes, y cuando se **advierte** a los alumnos de que la técnica de aprendizaje que se está utilizando es una analogía. No existe orientación analógica cuando el texto no presenta ninguna de las dos condiciones anteriores, es decir, ni explica el análogo ni advierte a los alumnos del uso de la analogía. La advertencia suele venir indicada con las palabras *analogía, análogo/a, símil, similar, asemeja o semejante*.

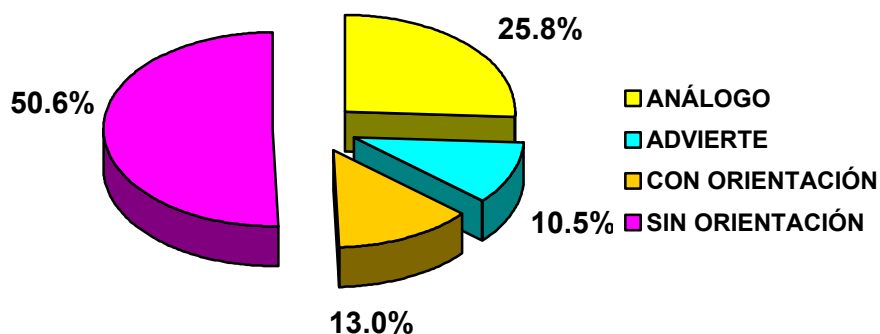
Una restricción muy importante en el uso de las analogías en la enseñanza está relacionada con que el análogo seleccionado por el autor del libro de texto tiene poca familiaridad para los alumnos. Muchos alumnos no comprenden la analogía debido a que prácticamente no conocen el análogo. El razonamiento analógico sólo es posible si los alumnos conocen el análogo y no tienen errores conceptuales sobre él (Duit, 1991).

La analogía es una herramienta de ayuda en el aprendizaje, por lo que el análogo debe ser más accesible que el tópico. Debe ser idóneo a la edad madurativa y al conocimiento de los alumnos.

Existen numerosos trabajos de investigación, como los de Idding (1997), que ponen de manifiesto que las analogías ayudan a los alumnos que tienen poco conocimiento sobre el tópico con mayor intensidad que a los que lo conocen, y que ayudan más a los alumnos con dificultades en el aprendizaje que a los más hábiles. Por este motivo es recomendable que en los libros de texto el análogo, además de ser familiar al alumno y más accesible que el tópico, esté bien estructurado y explicado para que el alumno lo comprenda e identifique en él los atributos y nexos semejantes, evitando de esta manera posibles errores conceptuales (Zook, 1991; Gentner, 1982, 1983).

Para que una técnica de aprendizaje sea efectiva, no sólo es conveniente que los alumnos la conozcan antes de utilizarla, sino que sean advertidos de su presencia en el libro de texto. En ninguno de los textos analizados se han encontrado recomendaciones o guías para que los alumnos usen las analogías de manera efectiva y fructífera y sólo en un porcentaje muy pequeño de las analogías de los textos se advierte al alumno sobre la técnica que se le está presentando. Una percepción errónea por parte de los alumnos sobre el propósito de la enseñanza con analogías puede originar errores conceptuales en el conocimiento del tópico (Zook, 1991).

La *Tabla VI.9* muestra el número y porcentaje de analogías de la presente investigación que se han identificado en concordancia con la orientación que presentan. El gráfico VII.20 permite apreciar los porcentajes que figuran en dicha tabla.



*Gráfico VII.20 Distribución de las analogías según la orientación*

**De un total de 399 analogías identificadas en los libros de texto, sólo 52 (el 13.0%) ostentan orientación analógica explicando el análogo y advirtiendo de la naturaleza analógica del pasaje del texto. Más de la mitad de las analogías, 202 (el 50.6%), no presentan orientación analógica ya que ni explican el análogo ni advierten al alumnado de la técnica de aprendizaje que se está utilizando.** Asimismo, el 25.8% de las analogías explican el análogo al alumno pero no le advierten de la naturaleza analógica, mientras que el 10.5% le advierten que lo que se está describiendo en el texto es una analogía, es decir, le avisan de la técnica de aprendizaje que se está empleando pero no le explican el análogo.

Se puede afirmar, por tanto, que los autores y editores de libros de texto de la muestra analizada asumen que el alumno ya conoce el análogo que se va a usar y que es capaz de reconocer en su caso el pasaje del texto como analógico.

La *Tabla VI.9.1* muestra la distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación. Con el contenido de esta tabla se pueden calcular los porcentajes de analogías por materia, ciclo y nivel según su orientación, tal como se muestra en los cuadros VII.26 y VII.27, al dividir cada una de las cantidades que en ella figuran por el número total de analogías presentes en cada uno de los tipos de orientación establecidos (103 analogías en la que únicamente se explica el análogo, 42 analogías en la que únicamente se advierte de la técnica de



aprendizaje que se está empleando, 52 analogías en las que se explica el análogo y se advierte de la técnica de aprendizaje que se está empleando –ostentan orientación analógica- y 202 analogías en las que ni se explica el análogo ni se advierte de la técnica analógica que se está empleando –sin orientación analógica-).

ORIENTACIÓN ANALÓGICA	CCNN	FYQ (ESO)	BYG (ESO)	TOTAL
ANÁLOGO	28 (27.2%)	17 (16.5%)	10 (9.71%)	55 (53.4%)
ADVIERTE	1 (2.38%)	12 (28.6%)	6 (14.3%)	19 (45.2%)
CON ORIENTACIÓN	8 (15.4%)	10 (19.2%)	3 (5.77%)	21 (40.4%)
SIN ORIENTACIÓN	48 (23.8%)	32 (15.8%)	36 (17.8%)	116 (57.4%)

**Cuadro VII.26 Distribución de las analogías por materia y ciclo en E.S.O. según su orientación**

ORIENTACIÓN ANALÓGICA (BACH)	FYQ	BYG	F	Q	B	G	CTMA	TOTAL
ANÁLOGO	9 (8.74%)	12 (11.6%)	10 (9.71%)	12 (11.6%)	5 (4.85%)	0	0	48 (46.5%)
ADVIERTE	3 (7.14%)	4 (9.52%)	5 (11.9%)	6 (14.3%)	5 (11.9%)	0	0	23 (54.8%)
CON ORIENTACIÓN	6 (11.5%)	3 (5.77%)	16 (30.8%)	2 (3.85%)	3 (5.77%)	0	1 (1.92%)	31 (59.6%)
SIN ORIENTACIÓN	25 (12.4%)	26 (12.9%)	12 (5.94%)	8 (3.96%)	15 (7.42%)	0	0	86 (42.6%)

**Cuadro VII.27 Distribución de las analogías por materia en Bachillerato según su orientación**

Los porcentajes que figuran en los cuadros VII.26 y VII.27 revelan que, de un total de 52 analogías con orientación, sólo 21 (el 40.4%) se encuentran en textos de E.S.O. Además, sólo 8 (el 15.4%) se encuentran en los textos de CCNN, textos que corresponden al primer ciclo de la E.S.O.; de hecho, los textos de CCNN son los que mayor número de analogías sin orientación presentan (48 de un total de 202, el 23.8%).

Manifiestan de esta manera que **las editoriales no han tenido en cuenta que en los niveles más bajos de la Educación Secundaria es más probable que los alumnos**, debido a su edad madurativa, estén poco familiarizados con el análogo que se emplea en la analogía y, por lo tanto, que éste no sea asequible. Este hecho posibilita que los alumnos no lleguen a comprender la analogía.

En los niveles más bajos de la Educación Secundaria los alumnos tienen poco conocimiento sobre los tópicos que se explican en los libros de texto. Además, son alumnos muy diversos, no sólo en el nivel de conocimientos sino en las estrategias y habilidades de aprendizaje que poseen. Es, por tanto, muy importante que en los textos de E.S.O. -especialmente en los del primer ciclo- el análogo esté bien estructurado y explicado y los alumnos tengan noción de la técnica de aprendizaje que aparece en el libro de texto.

Se observa en el cuadro VII.26 que 13 de las 52 analogías con orientación se encuentran en el 2º ciclo de la E.S.O. Los textos de FYQ contienen 10 (el 19.2%) y 3 los de BYG (el 5.77%). Estos datos reflejan **el esfuerzo por facilitar la comprensión y el aprendizaje de aquellos conceptos más abstractos, como los de FYQ**, empleando analogías que sean ayudas efectivas en tal sentido. Es decir, empleando analogías en las que el análogo esté bien explicado para que el alumno lo comprenda e identifique en él los atributos y nexos semejantes -evitando de esta manera posibles errores conceptuales en dichos conceptos- y advirtiendo de la presencia de la analogía en el libro de texto.

El cuadro VII.26 también refleja que las analogías presentes en los libros de texto de la E.S.O. en las que únicamente se explica el análogo están localizadas, preferentemente, en CCNN (28 de un total de 103, el 27.2 %), mientras que aquellas en las que únicamente se advierte de la técnica de aprendizaje que se está utilizando están localizadas, preferentemente, en los textos de FYQ del 2º ciclo (12 de un total de 42, el 28.6%).

El cuadro VII.27 refleja que los textos de Física de 2º de Bachillerato, con 16 analogías con orientación de un total de 52, son los que mayor porcentaje de analogías con orientación ostentan (el 30.8%). Los textos de FYQ de 1º de Bachillerato presentan 6 analogías con orientación (el 11.5%) y los de BYG de 1º de Bachillerato 3 (el 5.77%), datos que **vuelven a reflejar el esfuerzo por facilitar la comprensión y el aprendizaje de aquellos conceptos más abstractos mediante el empleo de analogías que presenten orientación.**

Los textos de FYQ de 1º de Bachillerato presentan 25 analogías sin orientación, de un total de 202, (el 12.4%) y los de BYG de 1º de Bachillerato 26 (el 12.9%). Son los textos que mayor número de analogías sin orientación presentan. Por el contrario, los que menos son los textos de Química de 2º de Bachillerato, con sólo 8 analogías sin orientación, (el 3.96%).

De las 399 analogías que conforman la muestra de análisis de la presente investigación, 58 corresponden al tema denominado "*Electricidad*" y 54 al tema denominado "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*". Se trata de los dos temas más importantes en relación al número de analogías que sustentan.

Las *Tablas VI.12* y *VI.13*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", muestran como están distribuidas las analogías de estos dos temas según su orientación. Permiten corroborar algunas de las afirmaciones que se han hecho hasta el momento.

En la *Tabla VI.12* se puede observar que, de las 58 analogías correspondientes al tema "*Electricidad*", 20 (el 34.5%) figuran sin orientación y 19 (el 32.7%) con orientación. Por otro lado, de las 19 analogías con orientación son 7 (el 36.8%) las que pertenecen a los textos de E.S.O. y 12 (el 63.1%) a los de Bachillerato. Además, de las 20 analogías que se presentan sin orientación, 10 (el 50%) corresponden a FYQ de 1º de Bachillerato. En la *Tabla VI.13* se puede observar que, de las 52 analogías correspondientes al tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", 34 (el 65.4%) se presentan sin orientación y 3 (5.7%) con orientación. De las 34 que se presentan sin orientación, 23 (el 67.6%) corresponden a los textos de E.S.O. y 11 (32.3%) a los de Bachillerato. El mayor número de las analogías que se presentan sin orientación corresponde a los textos de BYG de 1º de Bachillerato (11 de 34, el 32.3%).

Los datos anteriores permiten afirmar que:

- Los porcentajes de analogías con orientación analógica son inferiores, en cada uno de los dos temas, a los de analogías sin orientación analógica.
- Los textos de FYQ y BYG de 1º de Bachillerato son los que mayores porcentajes de analogías sin orientación presentan en los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", respectivamente.
- Los autores y editores hacen un esfuerzo por facilitar la comprensión y el aprendizaje de aquellos conceptos más abstractos (como los de FYQ, Física o Química) mediante el empleo de analogías que presentan orientación (19 analogías con orientación en la *Tabla VI.12* del tema "*Electricidad*" frente a 3 analogías con orientación en la *Tabla VI.13* del tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*").

A continuación se realiza el análisis de la distribución de las analogías según la orientación en cada una de las editoriales.

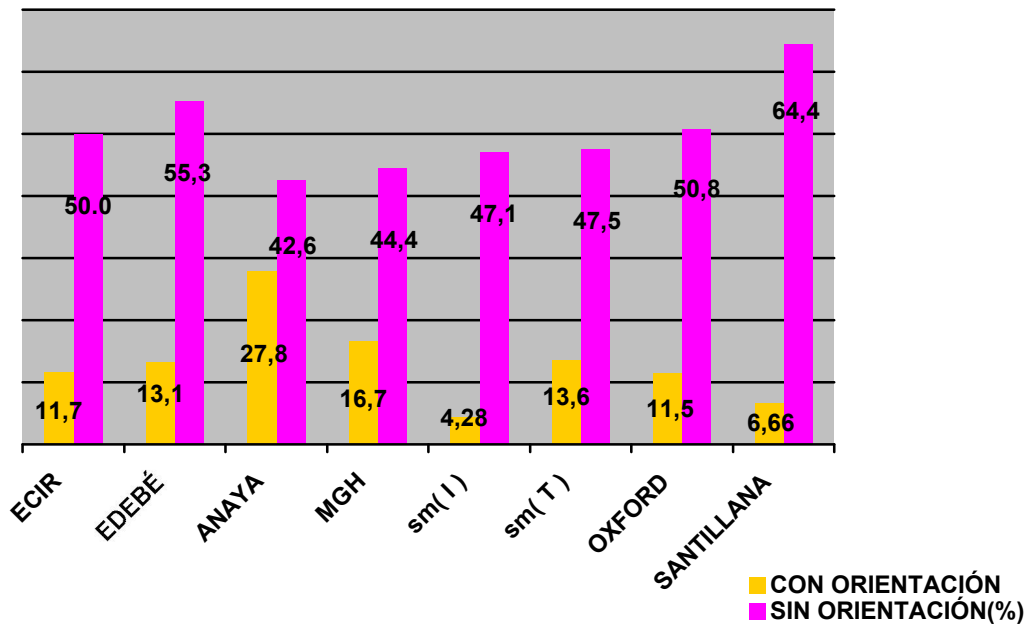
A partir de la *Tabla VI.9* de distribución de las analogías según su orientación se pueden determinar los porcentajes en cada una de las editoriales que reflejan el cuadro VII.28 y el gráfico VII.21.

Se trata de porcentajes que revelan una **misma tendencia en todas las editoriales: el número de analogías que no presentan orientación es superior al de analogías que presentan orientación.**

La diferencia entre estas dos cantidades varía, lógicamente, de una editorial a otra.

EDITORIAL	ANÁLOGO	ADVIERTE	CON ORIENTACIÓN	SIN ORIENTACIÓN	TOTAL (%)
ECIR	22(23.4%)	14(14.9%)	11(11.7%)	47(50.0%)	100
EDEBÉ	10(26.3%)	2(5.26%)	5(13.1%)	21(55.3%)	100
ANAYA	7(13.0%)	9(16.7%)	15(27.8%)	23(42.6%)	100
MGH	6(33.3%)	1((5.55%)	3((16.7%)	8(44.4%)	100
SM (I)	29(41.4%)	5(7.14%)	3(4.28%)	33(47.1%)	100
SM (T)	23(39.0%)	0	8(13.6%)	28(47.4%)	100
OXFORD	17(27.9%)	6(9.83%)	7(11.5%)	31(50.8%)	100
SANTILLANA	8(17.8%)	5(11.1%)	3(6.66%)	29(64.4%)	100

**Cuadro VII.28** Distribución de las analogías según su orientación



**Gráfico VII.21** Distribución de las analogías según su orientación

La **Editorial ECIR** (cuadro VII.28 y gráfico VII.21) presenta, de un total de 94 analogías, 47 sin orientación (el 50.0%) y 11 con orientación (el 11.7%). **Es la editorial que ostenta el mayor número de analogías sin orientación**, pero no el mayor porcentaje (50.0%) ya que éste depende del número total de analogías identificadas en dicha editorial.

La *Tabla VI.9.2* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación permite calcular los porcentajes de analogías por materias y ciclos, tal como se manifiesta en los cuadros VII.29 y VII.30.

EDITORIAL ECIR	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
CON ORIENTACIÓN	1(9.09%)	1(9.09%)	2(18.2%)	4(36.4%)
SIN ORIENTACIÓN	11(23.4%)	7(14.9%)	10(21.3%)	28(59.6%)

**Cuadro VII.29** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación en E.S.O. en la Editorial ECIR

EDITORIAL ECIR	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
CON ORIENTACIÓN	2 (18.2%)	0	3 (27.3%)	0	2 (18.2%)	7 (63.7%)
SIN ORIENTACIÓN	10 (21.3%)	3 (6.38%)	1 (2.13%)	2 (4.25%)	3 (6.38%)	19 (40.4%)

**Cuadro VII.30** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación en Bachillerato en la Editorial ECIR

El cuadro VII.29 refleja que sólo 4 de las 11 analogías (el 36.4%) que presentan orientación se encuentran en textos de E.S.O. No parece existir, por tanto, en esta editorial una tendencia a ayudar a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a la comprensión de los tópicos que reciben tratamiento analógico mediante la orientación. No existe inclinación por localizar en el primer ciclo de la E.S.O. el mayor porcentaje de analogías con orientación.

De las 3 analogías con orientación que se encuentran en los textos del 2º ciclo de E.S.O., 1 (el 9.09%) se encuentra en un texto de FYQ y 2 (18.2%) en los textos de BYG, por lo que parece que tampoco existe predisposición por localizar el mayor porcentaje de analogías con orientación en los textos de FYQ frente a los de BYG de E.S.O. No

sucede lo mismo **en Bachillerato** (cuadro VII.30) ya que **las únicas dos analogías que presentan orientación se encuentran en los textos de FYQ de 1º de Bachillerato**.

Los textos de Física de 2º de Bachillerato (cuadro VII.30) son los que mayor número de analogías con orientación ostentan (3 de un total de 11, el 27.3%).

Las *Tablas VI.12.1 y VI.13.1*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", corroboran que **el número de analogías que no presentan orientación es superior al de analogías que presentan orientación** (7 frente a 3 en el tema "*Electricidad*" y 7 frente a 2 en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*". El hecho de que la *Tabla VI.12.1* muestre 5 analogías localizadas en FYQ de 3º ESO en las que sólo se *advierte* refleja la tendencia ya apuntada de localizar este tipo de analogías en los textos de FYQ de E.S.O.

La **Editorial EDEBÉ** (cuadro VII.28 y gráfico VII.21) presenta, de un total de 38 analogías, 21 (el 55.3%) sin orientación y 5 (el 13.1%) con orientación.

La *Tabla VI.9.3* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación permite calcular los porcentajes de analogías por materias y ciclos, tal como se manifiesta en los cuadros VII.31 y VII.32.

EDITORIAL EDEBÉ	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
CON ORIENTACIÓN	0	1(20.0%)	0	1(20.0%)
SIN ORIENTACIÓN	8(38.1%)	1(4.76%)	5(23.8%)	14(66.7%)

**Cuadro VII.31** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación en E.S.O. en la Editorial EDEBÉ

EDITORIAL EDEBÉ	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
CON ORIENTACIÓN	1 (20.0%)	0	3 (60.0%)	0	0	4 (80.0%)
SIN ORIENTACIÓN	0	3 (14.3%)	0	1 (4.76%)	3 (14.3%)	7 (33.4%)

**Cuadro VII.32** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación en Bachillerato en la Editorial EDEBÉ

El cuadro VII.31 refleja que 1 de las 5 analogías que presentan orientación (el 20.0%) y 14 de las 21 analogías que no presentan orientación (el 66.7%) se encuentran en los textos de E.S.O. De estas últimas, la mayor cantidad (8, el 38.1%) se encuentra en los textos de CCNN.

Estos datos permiten enunciar que no existe inclinación por ayudar a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a la comprensión de los tópicos que reciben tratamiento analógico mediante la orientación, ni por localizar en el primer ciclo de la E.S.O. el mayor porcentaje de analogías con orientación.

El cuadro VII.1.32 refleja, como únicos datos relevantes, que los textos de Física de 2º de Bachillerato son los que ostentan mayor número de analogías con orientación (3 de un total de 5, el 60.0%) y que **las analogías con orientación se encuentran localizadas preferentemente en los textos de Bachillerato que abordan contenidos más abstractos.**

Las *Tablas VI.12.2 y VI.13.2*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", en esta editorial revelan de manera destacada que existe voluntad por **presentar la mayor parte de las analogías de los conceptos más abstractos con orientación y la de aquellos conceptos con un menor nivel de abstracción, como los de biología y/o geología, sin orientación.** Esta afirmación se sustenta en que mientras en el tema "*Electricidad*" son 4 las analogías que presentan orientación y ninguna sin orientación, en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" son 4 las analogías que se presentan sin orientación y ninguna con orientación.

La **Editorial ANAYA** (cuadro VII.28 y gráfico VII.21) presenta, de un total de 54 analogías, 23 sin orientación (el 42.6%) y 15 con orientación (el 27.8%). Se trata, por tanto, de **la editorial que presenta el mayor porcentaje de analogías con orientación y, en lógica coherencia, el menor sin orientación.**

La *Tabla VI.9.4* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación permite calcular los porcentajes de analogías por materias y ciclos, tal como se manifiesta en los cuadros VII.33 y VII.34.



EDITORIAL ANAYA	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
CON ORIENTACIÓN	2(13.3%)	3(20.0%)	0	5(33.3%)
SIN ORIENTACIÓN	7(30.4%)	0	4(17.4%)	11(47.8%)

**Cuadro VII.33** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación en E.S.O. en la Editorial ANAYA

EDITORIAL ANAYA	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	CTMA BACH	TOTAL BACH
CON ORIENTACIÓN	0	3 (20.0%)	4 (26.7%)	1 (6.67%)	1 (6.67%)	1 (6.67%)	10 (66.7%)
SIN ORIENTACIÓN	3 (13.0%)	2 (8.69%)	1 (4.35%)	2 (8.69%)	4 (17.4%)	0	12 (52.1%)

**Cuadro VII.34** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación en Bachillerato en la Editorial ANAYA

El cuadro VII.33 refleja que 5 de las 15 analogías que presentan orientación (el 33.3%) se encuentran en textos de E.S.O. y que, además, están localizadas en los textos de CCNN (2, el 13.3%) y de FYQ (3, el 20.0%). Estos datos permiten señalar que no existe predisposición a ayudar a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a la comprensión de los tópicos que reciben tratamiento analógico mediante la orientación y que tampoco existe inclinación por localizar en el primer ciclo de la E.S.O. el mayor porcentaje de analogías con orientación.

**Si existe, sin embargo, preferencia por presentar las analogías con orientación en aquellos conceptos más abstractos como los de FYQ (3 analogías, el 20.0%), frente a otros más concretos como los de BYG de la E.S.O. (0 analogías).**

Los textos de FYQ de 1º de Bachillerato (cuadro VII.34) no presentan analogías con orientación. Sin embargo, los de BYG de 1º de Bachillerato presentan 3 analogías (el 20.0%) con orientación. Estos datos evidencian que no existe inclinación en este curso por presentar las analogías con orientación en los conceptos más abstractos, como los de FYQ, frente a los conceptos más concretos como los de BYG de 1º de Bachillerato.

De un total de 15 analogías con orientación, 4 (el 26.7%) se encuentran en los **textos de Física de 2º de Bachillerato. Son, por tanto, los textos que ostentan el mayor porcentaje de analogías con orientación**, seguidos por los de FYQ de E.S.O. con el 20.0%.

Las *Tablas VI.12.3 y VI.13.3*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", corroboran que, si bien no existe preferencia por presentar analogías con orientación en los textos de FYQ de 1º de Bachillerato, existe predisposición por presentar las analogías con orientación en aquellos textos que abordan los conceptos más abstractos. Esta afirmación está avalada por el hecho de que en el tema "*Electricidad*" se presentan 3 analogías con orientación y ninguna sin orientación, mientras que en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" se presentan 4 analogías sin orientación y ninguna con orientación.

La **Editorial MGH** (cuadro VII.28 y gráfico VII.21) presenta, de un total de 18 analogías, 8 sin orientación (el 44.4%), 3 con orientación (el 16.7%), 6 en las que sólo se explica el análogo (el 33.3%) y 1 en la que sólo se advierte de la estrategia analógica que se está empleando (el 5.55%). El mayor porcentaje corresponde, como en todas las editoriales, al de las analogías sin orientación, seguido de otro porcentaje apreciable: el de aquellas analogías en las que sólo se explica el análogo.

La *Tabla VI.9.5* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación permite calcular los porcentajes de analogías por materias y ciclos, tal como se manifiesta en los cuadros VII.35 y VII.36.

EDITORIAL MGH	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
CON ORIENTACIÓN	0	1(33.3%)	0	1(33.3%)
SIN ORIENTACIÓN	1(12.5%)	3(37.5%)	1(12.5%)	5(62.5%)

**Cuadro VII.35** *Distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación en E.S.O. en la Editorial MGH*

EDITORIAL MGH	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
CON ORIENTACIÓN	0	0	2 (66.7%)	0	0	2 (66.7%)
SIN ORIENTACIÓN	1 (12.5%)	1 (12.5%)	1 (12.5%)	0	0	3 (37.5%)

**Cuadro VII.36** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación en Bachillerato en la Editorial MGH

El cuadro VII.35 refleja que de las 3 analogías con orientación sólo 1 (el 33.3%) se encuentra en un texto de E.S.O., el texto de FYQ de 3º de ESO. Este hecho permite enunciar, aunque con pocas cantidades, que no existe tendencia a ayudar a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a la comprensión de los tópicos que reciben tratamiento analógico mediante la orientación y que tampoco existe inclinación por localizar en el primer ciclo de la E.S.O. el mayor porcentaje de analogías con orientación.

El cuadro VII.36 refleja, como único dato apreciable, que los textos de Física de 2º de Bachillerato son los únicos de esta etapa educativa que presentan analogías con orientación (2 analogías, el 66.7%).

Las *Tablas VI.12.4* y *VI.13.4*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten únicamente corroborar que tanto para los conceptos más abstractos (como los que figuran en el tema "*Electricidad*") como para los más concretos (como los que figuran en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*") la mayor parte de las analogías se presentan sin orientación. Esta afirmación se sustenta en el hecho de que en el tema "*Electricidad*" figuran dos analogías sin orientación y 1 con orientación, y en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" figuran 2 analogías sin orientación y ninguna con orientación.

La **Editorial SM** (cuadro VII.28 y gráfico VII.21), en la línea SM (I), de un total de 70 analogías presenta 33 sin orientación (el 47.1%) y 3 con orientación (el 4.28%). La línea SM (T), de un total de 59 analogías, presenta 28 sin orientación (el 47.4%) y 8 con orientación (el 13.6%). Las dos líneas presentan, por tanto, el mayor porcentaje de sus analogías sin orientación, aunque el porcentaje de analogías con orientación es algo superior en la línea SM (T).

La línea SM (I) presenta 29 analogías (el 41.4%), y la línea SM (T) presenta 23 (el 39.0%), en las que sólo se explica el análogo. **Estos porcentajes son relativamente altos, si se comparan con los de las demás editoriales.**

Las *Tablas VI.9.6 y VI.9.7* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación permiten calcular los porcentajes de analogías que se muestran en los cuadros VII.37, VII.38 y VII.39.

EDITORIAL SM (I)	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
CON ORIENTACIÓN	0	0	0	0
SIN ORIENTACIÓN	7(21.2%)	4(12.1%)	4(12.1%)	15(45.4%)

**Cuadro VII.37** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación en E.S.O. en la Editorial SM

EDITORIAL SM (T)	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
CON ORIENTACIÓN	2(25.0%)	3(37.5%)	0	5(62.5%)
SIN ORIENTACIÓN	6(21.4%)	4(14.3%)	0	10(35.7%)

**Cuadro VII.38** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación en E.S.O. en la Editorial SM

EDITORIAL SM (BACH)	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
CON ORIENTACIÓN	2 (25.0%)	0	0	1 (12.5%)	0	3 (37.5%)
SIN ORIENTACIÓN	3 (6.98%)	10 (23.2%)	3 (6.98%)	1 (2.32%)	1 (2.32%)	18 (41.8%)

**Cuadro VII.39** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación en Bachillerato en la Editorial SM

Los cálculos de las materias de E.S.O. se han realizado contabilizando las cantidades totales de analogías, en cada uno de sus formatos, que figuran en la *Tabla VI.9.6* para la línea SM (I) y en la *Tabla VI.9.7* para la línea SM (T). En las materias de Bachillerato se han contabilizado como cantidades totales de analogías en los diferentes formatos la

suma de las que figuran en la línea SM (I) con las que figuran en la línea SM (T) en las materias de la E.S.O. y con las que figuran en una de las dos líneas en las materias de Bachillerato. Son las siguientes: 8 analogías con orientación y 43 sin orientación.

El cuadro VII.37 refleja que los textos de E.S.O. de la línea SM (I) no presentan analogías con orientación. No se observa, por lo tanto, predisposición a ayudar a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a la comprensión de los tópicos que reciben tratamiento analógico mediante la orientación, y tampoco inclinación por localizar en el primer ciclo de la E.S.O. analogías con orientación.

Sin embargo, el cuadro VII.38 refleja que los textos de E.S.O. de la línea SM (T) presentan, de un total de 8 analogías, 5 (el 62.5%) con orientación. De ellas, 2 (el 25.0%) se encuentran en los textos de CCNN y 3 (el 37.5%) en los de FYQ de la E.S.O. **Ahora se observa la tendencia** a la que aludíamos anteriormente, **de ayudar a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria**, aunque no se muestra preferencia por localizar en el primer ciclo de la E.S.O. el mayor porcentaje de analogías con orientación.

También se observa que **existe preferencia por presentar las analogías con orientación en los conceptos más abstractos, como los de FYQ, frente a los conceptos más concretos como los de BYG de E.S.O.**

El cuadro VII.39 refleja que en 1º de Bachillerato también **existe preferencia por presentar las analogías con orientación en los conceptos más abstractos, como los de FYQ, frente a los conceptos más concretos como los de BYG.** Basta con observar que los textos de FYQ presentan 2 analogías con orientación (el 25.0%) de un total de 8, mientras que los de BYG no presentan ninguna.

Las *Tablas VI.12.5, VI.12.6, VI.13.5 y VI.13.6*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso, para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten confirmar que:

- **Los textos educativos han presentado mayor número de analogías con orientación en la línea SM (T) que en la SM (I).** La observación del tema "*Electricidad*" en las *Tablas VI.12.5 y VI.12.6* revela que mientras en SM (I) no se han identificado analogías con orientación, en SM (T) se han identificado 4.

- **Existe preferencia en SM (I) y en SM (T) por presentar las analogías sin orientación en los conceptos que presentan un menor nivel de abstracción, como son los relacionados con la biología y la geología** (mientras en el tema "Electricidad" sólo se presenta una analogía sin orientación, en el tema "La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna" se presentan 11, cuatro en E.S.O. y siete en Bachillerato).
- Las analogías en las que sólo se explica el análogo se han identificado, tanto en SM (I) como en SM (T), preferentemente en conceptos de biología y/o geología (mientras en el tema "Electricidad" sólo se ha identificado una analogía de estas características, en el tema "La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna" se han identificado 6, cuatro en E.S.O. y dos en Bachillerato).

La **Editorial OXFORD** (cuadro VII.28 y gráfico VII.21) presenta, de un total de 61 analogías, 31 sin orientación (el 50.8%) y 7 con orientación (el 11.5%).

La *Tabla VI.9.8* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.40 y VII.41.

EDITORIAL OXFORD	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
CON ORIENTACIÓN	2(28.6%)	0	1(14.3%)	3(43.9%)
SIN ORIENTACIÓN	4(12.9%)	10(32.2%)	3(9.68%)	17(54.8%)

**Cuadro VII.40** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación en E.S.O. en la Editorial OXFORD

EDITORIAL OXFORD	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	B BACH	TOTAL BACH
CON ORIENTACIÓN	1 (14.3%)	0	3 (42.9%)	0	4 (57.2%)
SIN ORIENTACIÓN	6 (19.3%)	2 (6.45%)	4 (12.9%)	2 (6.45%)	14 (45.1%)

**Cuadro VII.41** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación en Bachillerato en la Editorial OXFORD

El cuadro VII.40 refleja que 3 (el 43.9%) de las 7 analogías con orientación se encuentran en los textos de E.S.O. De ellas, 2 (el 28.6%) se encuentran en los textos de CCNN y 1 (el 14.3%) en el texto de BYG de E.S.O. No muestra que exista vocación por ayudar a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a la comprensión de los tópicos que reciben tratamiento analógico mediante la orientación. Si refleja que la editorial **se decanta por localizar en el primer ciclo el mayor porcentaje de analogías con orientación de la E.S.O.**

Los dos cuadros anteriores no muestran datos destacables que permitan afirmar la mayor o menor preferencia por presentar las analogías con orientación en los conceptos más abstractos, como los de FYQ, frente a los conceptos más concretos, como los de BYG.

Los datos del cuadro VII.41 ponen de manifiesto que el texto en el que se ha identificado el mayor número de analogías con orientación es el de Física de 2º de Bachillerato (3 de un total de 7, el 42.9%).

Las *Tablas VI.12.7 y VI.13.7*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten afirmar que la cantidad de analogías sin orientación es superior a la de analogías con orientación. El hecho de que en el tema "*Electricidad*", 7 analogías no presenten orientación frente a 3 que si la tienen, y que en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", 3 analogías no presenten orientación frente a 1 que si la posee, corrobora dicha afirmación.

La **Editorial SANTILLANA** (cuadro VII.28 y gráfico VII.21) presenta, de un total de 45 analogías, 29 sin orientación (el 64.4%) y 3 con orientación (el 6.66%). **Es la editorial que ostenta el mayor porcentaje de analogías sin orientación y la segunda** -después de SM (I), con el 4.28% de analogías con orientación- **que ostenta el menor porcentaje de analogías con orientación.**

La *Tabla VI.9.9* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.42 y VII.43.

EDITORIAL SANTILLANA	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
CON ORIENTACIÓN	1(33.3%)	1(33.3%)	0	2(66.6%)
SIN ORIENTACIÓN	4(13.8%)	3(10.3%)	9(31.0%)	16(55.1%)

**Cuadro VII.42 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación en E.S.O. en la Editorial SANTILLANA**

EDITORIAL SANTILLANA	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	G BACH	TOTAL BACH
CON ORIENTACIÓN	0	0	1(33.3%)	0	0	0	1 (33.3%)
SIN ORIENTACIÓN	2 (6.90%)	5 (17.2%)	2 (6.90%)	2 (6.90%)	2 (6.90%)	0	13 (44.8%)

**Cuadro VII.1.43 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su orientación en Bachillerato en la Editorial SANTILLANA**

El cuadro VII.42 refleja que, de un total de 3 analogías que presentan orientación, 2 (el 66.6%) se encuentran en los textos de E.S.O. Una de ellas se ha identificado en la materia de CCNN y la otra en la de FYQ, por lo que se trata de cantidades que no son relevantes. Este cuadro también refleja que de las 16 **analogías que no presentan orientación en la E.S.O., la mayor cantidad (9, el 31.0%) se encuentra en los textos de BYG de E.S.O.**

El cuadro VII.43 refleja que de las 13 **analogías que no presentan orientación en los textos de Bachillerato, la mayor cantidad (5, el 17.2%) se encuentra en el texto de BYG de 1º de Bachillerato.**

Las Tablas VI.12.8 y VI.13.8, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", en esta editorial, permiten corroborar que el número de analogías sin orientación es superior al de analogías con orientación.

En el tema "*Electricidad*" se ha identificado una analogía con orientación frente a tres sin orientación, y en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" se han identificado tres sin orientación y ninguna con orientación.

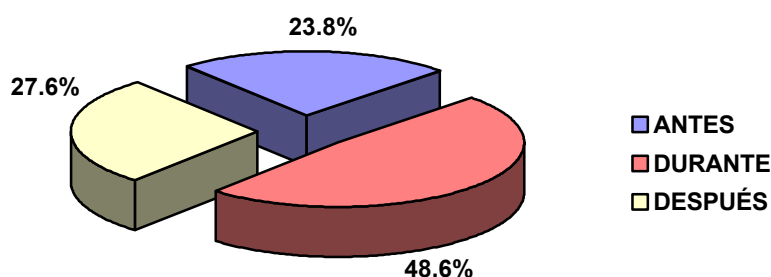


#### VII.2.4. Distribución de las analogías según la posición

El análogo puede presentarse en cada una de las tres posiciones siguientes, tal como se ha manifestado en el apartado II.6.4 del capítulo II:

- antes de conocer o tener una explicación del tópico, como un *organizador avanzado*.
- durante la explicación del tópico, como un *activador incrustado*.
- después de explicar y enseñar el tópico, como un *pos sintetizador*.

La *Tabla VI.9* (capítulo VI) de la distribución de las analogías según la posición, para las distintas editoriales, muestra el número y el porcentaje de analogías que se han identificado en la presente investigación en relación con la posición del análogo. El gráfico VII.22 refleja estos datos.



**Gráfico VII.22** Distribución de las analogías según la posición del análogo

Muchos investigadores han fundamentado que la eficacia de una analogía puede residir en si el análogo es presentado antes, durante o después de la explicación del tópico. Glynn (1991, 1995, 1998), Harrison y Treagust (1993) y Thiele y Treagust (1994) proponen que el análogo se presente después de la introducción del tópico, pero antes de que comiencen a describirse las conclusiones sobre dicho tópico, para de esta forma garantizar la efectividad de la analogía en el aprendizaje. Es decir, plantean presentar el análogo como un *activador incrustado*.

De las 399 analogías identificadas, **95 (el 23.8%) presentan el análogo como un *organizador avanzado*, casi la mitad de las analogías (194 analogías, el 48.6%) presentan el análogo como un *activador incrustado* y 110 (el 27.6%) como un *pos sintetizador*. Estos datos reflejan una tendencia coherente con las propuestas de los investigadores anteriores.**

La *Tabla VI.9.1* muestra la distribución de las analogías por materia y ciclo según la posición en que se presente el análogo. Con estos datos se pueden calcular los porcentajes de analogías por materia, ciclo y nivel, tal como se muestra en los cuadros VII.44 y VII.45, al dividir cada una de las cantidades que en ella figuran por el número total de analogías presentes en cada una de las posiciones en las que se presenta el análogo (95 analogías en las que el análogo se presenta *antes*, como organizador avanzado, 194 en las que se presenta *durante*, como activador incrustado y 110 en las que se presenta *después*, como pos sintetizador).

POSICIÓN	CCNN	FYQ (ESO)	BYG (ESO)	TOTAL
ANTES	22 (23.2%)	20 (21.0%)	14 (14.7%)	56 (58.9%)
DURANTE	41 (21.1%)	41 (21.1%)	24 (12.4%)	106 (54.6%)
DESPUÉS	22 (20.0%)	9 (8.18%)	18 (16.4%)	49 (44.6%)

**Cuadro VII.44 Distribución de las analogías por materia y ciclo en E.S.O. según la posición**

Los porcentajes que figuran en los cuadros VII.44 y VII.45 reflejan que 106 analogías (el 54.6%) de las 194 que presentan el análogo como activador incrustado se encuentran en los textos de E.S.O. Se distribuyen de manera que 41 (el 21.1%) están alojadas en los textos de CCNN, 41 (el 21.1%) en los de FYQ y las 24 restantes (el 12.4%) en los de BYG.

POSICIÓN	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	G BACH	CTMA BACH	TOTAL
ANTES	13 (13.7%)	8 (8.42%)	8 (8.42%)	7 (7.37%)	3 (3.16%)	0	0	39 (41.1%)
DURANTE	14 (7.21%)	24 (12.4%)	20 (10.3%)	12 (6.18%)	17 (8.76%)	0	1 (0.51%)	88 (45.4%)
DESPUÉS	16 (14.5%)	13 (11.8%)	15 (13.6%)	9 (8.18%)	8 (7.27%)	0	0	61 (55.3%)

**Cuadro VII.45 Distribución de las analogías por materia en Bachillerato según la posición**

Por otro lado, 56 analogías (el 58.9%) de las 95 que presentan el análogo como organizador avanzado se encuentran en los textos de E.S.O. Cabe resaltar que de un total de 110 analogías que presentan el análogo como pos sintetizador, 49 se encuentran en los textos de E.S.O. distribuidas de la manera siguiente: 22 (el 20.0%) en los textos de CCNN, 9 (el 8.18%) en los de FYQ y 18 (el 16.4%) en los de BYG.

Estos datos avalan que **el mayor porcentaje de analogías que presentan el análogo como activador incrustado (el 54.6%) se encuentran en los textos de E.S.O., preferentemente en los de CCNN (el 21.1%) y en los de FYQ (el 21.1%)**. Permiten afirmar que los autores y editores han intentado garantizar en los alumnos de los cursos más bajos, y para aquellos conceptos más abstractos –como los de FYQ–, la incrustación de las analogías, mediante los análogos que se presentan como activadores incrustados.

Se observa cierta preferencia por incorporar las analogías en las que el análogo se presenta como un organizador avanzado en los textos de E.S.O. (56 de un total de 95, el 58.9%). Evitan presentar el análogo como pos sintetizador cuando el concepto que se explica con la analogía es abstracto, como los que aparecen en los textos de FYQ (de un total de 110 analogías en las que el análogo se presenta como pos sintetizador sólo 9 se encuentran localizadas en los textos de FYQ).

En los textos de FYQ de 1º de Bachillerato (cuadro VII.45) no se observa preferencia de los autores y editores por garantizar para aquellos conceptos más abstractos las analogías incrustadas, como sucedía con los textos de FYQ de E.S.O. El hecho de que 13 analogías presenten el análogo como organizador avanzado, 14 como activador incrustado y 16 como pos sintetizador da crédito de ello. Sin embargo, en los textos de **BYG de 1º de Bachillerato si se aprecia una clara tendencia a garantizar las analogías incrustadas**(24 analogías en las que el análogo se presenta como activador incrustado, frente a 8 y 13 en las que se presenta como organizador avanzado y pos sintetizador, respectivamente), **a pesar de que estos textos tratan contenidos menos abstractos y de menor dificultad de comprensión.**

En los textos de 2º de Bachillerato (cuadro VII.45) se aprecia una clara tendencia a emplear analogías en las que los análogos se presentan como activadores incrustados. Los datos lo confirman: de un total de 194 analogías en las que el análogo se presenta como activador incrustado, 20 (el 10.3%) se encuentran en los textos de Física de 2º de Bachillerato (frente a 8 en las que el análogo se presenta como organizador avanzado y 15 como pos sintetizador), 12 (el 6.18%) en los textos de Química de 2º de Bachillerato (frente a 7 en las que el análogo se presenta como organizador avanzado y 9 como pos sintetizador) y 17 (el 8.76%) en los textos de Biología de 2º de Bachillerato (frente a 3 en las que el análogo se presenta como organizador avanzado y 8 como pos sintetizador).

Los porcentajes totales que figuran en los cuadros VII.44 y VII.45 no manifiestan una gran diferencia entre sí. Prueba de ello es que el porcentaje más bajo -41.1%- corresponde al de las analogías de Bachillerato que presentan el análogo como organizador avanzado y el más alto -58.9%- al de las analogías de E.S.O. que presentan, también, el análogo como organizador avanzado.

Esta escasa diferencia entre el porcentaje mínimo y el máximo impide corroborar, de manera relevante, las afirmaciones que se han hecho hasta el momento -relativas a la posición del análogo- con cualquiera de los dos temas elegidos en esta investigación como más indicativos en relación al número de analogías que sustentan: "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo. Geodinámica externa e interna*".

Los datos de estos dos temas relativos a cada una de las editoriales tampoco son destacables, motivo por el cual no se han tenido en cuenta en el análisis de la distribución de las analogías según la posición, en cada una de las editoriales, que se lleva a cabo a continuación.

A partir de la *Tabla VI.9* de distribución de las analogías según la posición se pueden determinar los porcentajes de cada una de las editoriales, tal como refleja el cuadro VII.46 y el gráfico VII.23.

EDITORIAL	ANTES	DURANTE	DESPUÉS	TOTAL (%)
ECIR	17(18.1%)	45(47.9%)	32(34.0%)	100
EDEBÉ	6(15.8%)	26(68.4%)	6(15.8%)	100
ANAYA	10(18.5%)	23(42.6%)	21(38.9%)	100
MGH	4(22.2%)	10(55.6%)	4(22.2%)	100
SM (I)	26(37.1%)	29(41.4%)	15(21.5%)	100
SM (T)	25(42.4%)	24(40.7%)	10(16.9%)	100
OXFORD	17(27.9%)	28(45.9%)	16(26.2%)	100
SANTILLANA	8(17.8%)	24(53.3%)	13(28.9%)	100

**Cuadro VII.46** Distribución de las analogías según la posición

La **Editorial ECIR** (cuadro VII.46 y gráfico VII.23) presenta, de un total de 94 analogías, 17 (el 18.1%) con el análogo como organizador avanzado, 45 (el 47.9%) con el análogo como activador incrustado y 32 (el 34.0%) con el análogo como pos sintetizador. Estos datos permiten afirmar que **la mayor parte de las analogías que se han identificado en esta editorial presentan el análogo como un activador incrustado**, es decir, en la mayor parte de las analogías que se han identificado el análogo se presenta durante la explicación del tópico.

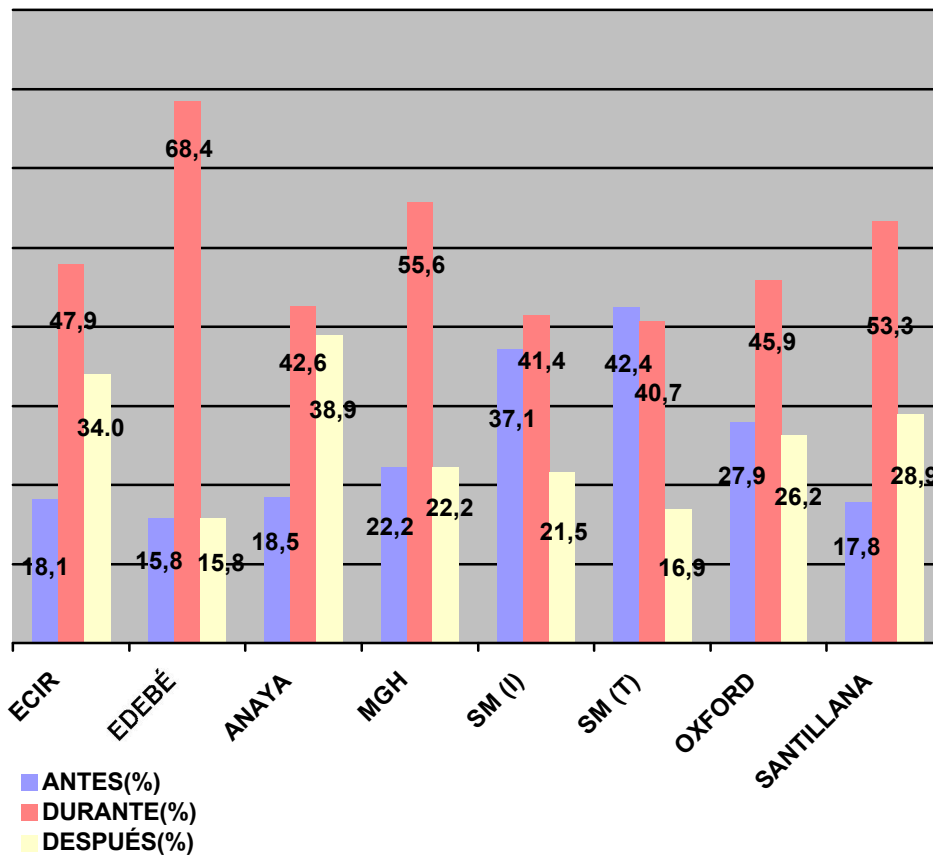


Gráfico VII.23 Distribución de las analogías según la posición

La *Tabla VI.9.2* (capítulo VI) de la distribución de las analogías por materia y ciclo según la posición que ocupa el análogo permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.47 y VII.48.

EDITORIAL ECIR	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
ANTES	4(23.5%)	3(17.6%)	4(23.5%)	11(64.6%)
DURANTE	12(26.7%)	13(28.9%)	3(6.67%)	28(62.3%)
DESPUÉS	6(18.7%)	3(9.37%)	9(28.1%)	18(56.2%)

Cuadro VII.47 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su posición en E.S.O. en la Editorial ECIR

EDITORIAL ECIR	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
ANTES	3(17.6%)	0	2(11.8%)	0	1(5.88%)	6(35.3%)
DURANTE	4(8.89%)	3(6.67%)	2(4.44%)	5(11.1%)	3(6.67%)	17(37.8%)
DESPUÉS	6(18.7%)	1(3.12%)	5(15.6%)	0	2(6.25%)	14(43.7%)

**Cuadro VII.48** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su posición en Bachillerato en la Editorial ECIR

El cuadro VII.47 refleja que de 45 analogías en las que el análogo se presenta como un activador incrustado, 28 (el 62.3%) se han identificado en los textos de E.S.O. De ellas, 12 (el 26.7%) forman parte de los textos de CCNN, 13 (28.9%) de los textos de FYQ y 3 de los de BYG de E.S.O. **Existe, por tanto, voluntad de localizar estas analogías en los textos de E.S.O.** y garantizar la incrustación de las analogías que van destinadas a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria. También **existe predisposición a que estas analogías incrustadas se localicen en los textos que abarcan los conceptos más abstractos, como el de FYQ, frente a aquellos otros que abarcan conceptos más concretos, como el de BYG de E.S.O.** No se observa, sin embargo, tendencia a localizar estas analogías incrustadas en los textos de CCNN.

El cuadro VII.47 también refleja de manera apreciable que, de 17 analogías en las que el análogo se presenta como organizador avanzado, 11 (el 64.6%) se encuentran en los textos de E.S.O. Es evidente que el mayor porcentaje de analogías en las que el análogo es un organizador avanzado se han identificado en los textos de E.S.O.

El cuadro VII.48 refleja también la tendencia de que **las analogías en las que el análogo se presenta durante la explicación del tópico se destinan, preferentemente, a los conceptos más abstractos como los de FYQ de 1º de Bachillerato, frente a otros más concretos como los de BYG de 1º de Bachillerato** (4 analogías, el 8.89%, en el texto de FYQ y 3 analogías, el 6.67%, en el texto de BYG ).

El texto de Química de 2º de Bachillerato es el texto de Bachillerato que presenta el mayor número de analogías (5, el 11.1%) en las que el análogo se presenta como un activador incrustado.

La **Editorial EDEBÉ** (cuadro VII.46 y gráfico VII.23) presenta, de un total de 38 analogías, 6 (el 15.8%) con el análogo como organizador avanzado, 26 (el 68.4%) con el análogo como activador incrustado y 6 (el 15.8%) con el análogo como pos sintetizador. Estos datos permiten afirmar que la mayor parte de las analogías que se han identificado en esta editorial presentan el análogo como un activador incrustado. Además, esta editorial es la que **presenta el mayor porcentaje de analogías en las que el análogo es activador incrustado y los menores porcentajes de analogías, tanto en las que el análogo es organizador avanzado como en las que es pos sintetizador.**

La *Tabla VI.9.3* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según la posición que ocupa el análogo permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.49 y VII.50.

EDITORIAL EDEBÉ	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
ANTES	3(50.0%)	2(33.3%)	0	5(83.3%)
DURANTE	3(11.5%)	3(11.5%)	6(23.1%)	12(46.1%)
DESPUÉS	2(33.3%)	1(16.7%)	0	3(50.0%)

**Cuadro VII.49** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su posición en E.S.O. en la Editorial EDEBÉ

EDITORIAL EDEBÉ	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
ANTES	1(16.7%)	0	0	0	0	1(16.7%)
DURANTE	0	5(19.2%)	2(7.69%)	3(11.5%)	4(15.4%)	14(53.8%)
DESPUÉS	0	1(16.7%)	1(16.7%)	1(16.7%)	0	3(50.1%)

**Cuadro VII.50** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su posición en Bachillerato en la Editorial EDEBÉ

El cuadro VII.49 muestra que de 26 analogías en las que el análogo se presenta como un activador incrustado, 12 (el 46.1%) se han identificado en los textos de E.S.O. De ellas, 3 (el 11.5%) forman parte de los textos de CCNN, 3 (11.5%) de los textos de FYQ y 6 (el 23.1%) de los de BYG de E.S.O. No parece detectarse tendencia apreciable a localizar estas analogías en los textos de E.S.O. y, por tanto, en



garantizar la incrustación de las analogías que van destinadas a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria. Tampoco a que estas analogías de análogo incrustado se localicen en los textos que abarcan los conceptos más abstractos, como el de FYQ, frente a aquellos otros que abarcan conceptos más concretos, como el de BYG de E.S.O. No se observa tendencia a localizar estas analogías en los textos de CCNN.

El cuadro VII.49 también refleja de manera notoria que, de 6 analogías en las que el análogo se presenta como organizador avanzado, 5 (el 83.3%) se encuentran en los textos de E.S.O. Resulta evidente que **el mayor porcentaje de analogías en las que el análogo es un organizador avanzado se ha identificado en los textos de E.S.O.**

El cuadro VII.50 refleja también la tendencia de que las analogías en las que el análogo se presenta durante la explicación del tópico se destinen, preferentemente, a los conceptos más concretos como los de BYG de 1º de Bachillerato, frente a otros más abstractos como los de FYQ de 1º de Bachillerato (5 analogías, el 19.2%, en el texto de BYG y ninguna en el texto de FYQ ). Además, **el texto de BYG de 1º de Bachillerato es el texto de Bachillerato que presenta el mayor número de analogías (5, el 19.2%) en las que el análogo se presenta como un activador incrustado.**

La **Editorial ANAYA** (cuadro VII.46 y gráfico VII.23) presenta, de un total de 54 analogías, 10 (el 18.5%) con el análogo como organizador avanzado, 23 (el 42.6%) con el análogo como activador incrustado y 21 (el 38.9%) con el análogo como pos sintetizador. Estos datos permiten afirmar que **la mayor parte de las analogías que se han identificado en esta editorial presentan el análogo como un activador incrustado.** Además, esta editorial es la que **presenta un porcentaje más alto de analogías en las que el análogo es pos sintetizador.**

La *Tabla VI.9.4* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según la posición que ocupa el análogo permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.51 y VII.52.

EDITORIAL ANAYA	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
ANTES	5(50.0%)	0	2(20.0%)	7(70.0%)
DURANTE	2(8.69%)	3(13.0%)	2(8.69%)	7(30.4%)
DESPUÉS	3(14.3%)	1(4.76%)	2(9.52%)	6(28.6%)

**Cuadro VII.51 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su posición en E.S.O. en la Editorial ANAYA**

EDITORIAL ANAYA	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	CTMA BACH	TOTAL BACH
ANTES	0	2 (20.0%)	0	0	1 (10.0%)	0	3 (30.0%)
DURANTE	3 (13.0%)	4 (17.4%)	2 (8.69%)	1 (4.35%)	5 (21.7%)	1 (4.35%)	16 (69.5%)
DESPUÉS	1 (4.76%)	1 (4.76%)	4 (19.0%)	5 (23.8%)	4 (19.0%)	0	15 (71.3%)

**Cuadro VII.52 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su posición en Bachillerato en la Editorial ANAYA**

El cuadro VII.51 refleja que de 23 analogías en las que el análogo se presenta como un activador incrustado, 7 (el 30.4%) se han identificado en los textos de E.S.O. De ellas, 2 (el 8.69%) forman parte de los textos de CCNN, 3 (13.0%) de los textos de FYQ y 2 (el 8.69%) de los de BYG de E.S.O.

No existe predisposición a localizar estas analogías en los textos de E.S.O. y, por tanto, en garantizar como organizador incrustado, las analogías que van destinadas a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria. No existe una tendencia muy marcada a que estas analogías incrustadas se localicen en los textos que abarcan los conceptos más abstractos, como el de FYQ, frente a aquellos otros que abarcan conceptos más concretos, como el de BYG de E.S.O. Tampoco se observa tendencia a localizar estas analogías en los textos de CCNN.

El cuadro VII.51 también refleja de manera apreciable que, de 10 analogías en las que el análogo se presenta como organizador avanzado, 7 (el 70.0%) se encuentran en los textos de E.S.O. **Se contrasta que el mayor porcentaje de analogías en las que el análogo es un organizador avanzado se han identificado en los textos de E.S.O.**

El cuadro VII.52 refleja también que para **las analogías en las que el análogo se presenta durante la explicación del tópico no hay una inclinación definida entre los conceptos más abstractos como los de FYQ de 1º de Bachillerato, y otros más concretos como los de BYG de 1º de Bachillerato** (4 analogías, el 17.4%, en el texto de BYG y 3, el 13.0%, en el texto de FYQ ). Además, **el texto de Biología de 2º de Bachillerato es el texto de Bachillerato que presenta el mayor número de analogías (5, el 21.7%) en las que el análogo se presenta como un activador incrustado.**

Por otro lado, los datos de este cuadro manifiestan que la mayor parte de las analogías en las que el análogo es pos sintetizador se han identificado en los textos de 2º de Bachillerato (de un total de 21 analogías, 4 –el 19.0%– forman parte del texto de Física de 2º de Bachillerato, 5 –el 23.8%– forman parte del texto de Química de 2º de Bachillerato y 4 –el 19.0%– del de Biología de 2º de Bachillerato).

La **Editorial MGH** (cuadro VII.46 y gráfico VII.23) presenta, de un total de 18 analogías, 4 (el 22.2%) con el análogo como organizador avanzado, 10 (el 55.6%) con el análogo como activador incrustado y 4 (el 22.2%) con el análogo como pos sintetizador. Estos datos permiten afirmar que **la mayor parte de las analogías que se han identificado en esta editorial presentan el análogo como un activador incrustado.**

La *Tabla VI.9.5* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según la posición que ocupa el análogo permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.53 y VII.54.

EDITORIAL MGH	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
ANTES	1(25.0%)	3(75.0%)	0	4(100%)
DURANTE	4(40.0%)	2(20.0%)	1(10.0%)	7(70.0%)
DESPUÉS	0	1(25.0%)	0	1(25.0%)

**Cuadro VII.53** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su posición en E.S.O. en la Editorial MGH

EDITORIAL MGH	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
ANTES	0	0	0	0	0	0
DURANTE	1(10.0%)	0	2(20.0%)	0	0	3(30.0%)
DESPUÉS	0	1(25.0%)	2(50.0%)	0	0	3(75.0%)

**Cuadro VII.54** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su posición en Bachillerato en la Editorial MGH

El cuadro VII.53 refleja que de 10 analogías en las que el análogo se presenta como un activador incrustado, 7 (el 70.0%) se han identificado en los textos de E.S.O. De ellas, 4 (el 40.0%) forman parte de los textos de CCNN, 2 (el 20.0%) de los textos de FYQ y 1 (el 10.0%) de los de BYG de E.S.O. **Se observa inclinación por localizar estas analogías en los textos de E.S.O. y, por tanto, en garantizar que estas analogías vayan destinadas a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria.**

No se percibe una predisposición acentuada a que estas analogías se localicen en los textos que abarcan los conceptos más abstractos, como el de FYQ, así como en aquellos otros que abarcan conceptos más concretos, como el de BYG de E.S.O. **Se observa tendencia a localizar estas analogías, preferentemente, en los textos de CCNN.**

El cuadro VII.53 también refleja de manera relevante que las 4 analogías (el 100.0%) en las que el análogo se presenta como organizador avanzado se encuentran en los textos de E.S.O. Las analogías en las que el análogo es un organizador avanzado se han identificado, por tanto, sólo en los textos de E.S.O.

El cuadro VII.54 no refleja la tendencia de que las analogías en las que el análogo se presenta durante la explicación del tópico se destinen a los conceptos más abstractos como los de FYQ de 1º de Bachillerato, o a otros más concretos como los de BYG de 1º de Bachillerato (4 analogías, el 17.4%, en el texto de BYG y 3, el 13.0%, en el texto de FYQ ).

El texto de Física de 2º de Bachillerato es el que presenta el mayor número de analogías (2, el 20.0%) en las que el análogo se presenta como un activador incrustado. Por otro lado, los datos de este cuadro reflejan que la mayor parte de las analogías en las que el análogo es pos sintetizador se han identificado en los textos de Bachillerato (de un total de 4 analogías, 2 –el 50.0%– forman parte del texto de Física de 2º de Bachillerato, 1 –el 25.0%– forma parte del texto de BYG de 1º de Bachillerato y 1 –el 25.0%– del de FYQ de E.S.O.).

La **Editorial SM** (cuadro VII.46 y gráfico VII.23) destaca, fundamentalmente, por ser **la que ostenta los mayores porcentajes de analogías en las que el análogo se presenta como organizador avanzado**.

En la línea SM (I) presenta un total de 70 analogías. De ellas, 26 (el 37.1%) presentan el análogo como organizador avanzado, 29 (el 41.4%) como activador incrustado y 15 (el 21.5%) como pos sintetizador. Estos datos permiten afirmar que, si bien el mayor porcentaje de las analogías que se han identificado en la línea SM (I) corresponde a aquellas en las que el análogo es un activador incrustado, es muy considerable el porcentaje de analogías que presentan el análogo como organizador avanzado.

En la línea SM (T) se han identificado 59 analogías. De ellas, 25 (el 42.4%) presentan el análogo como organizador avanzado, 24 (el 40.7%) como activador incrustado y 10 (el 16.9%) como pos sintetizador. Estos datos permiten afirmar que esta editorial, en **la línea SM (T), es la única de la muestra de investigación en la que el porcentaje de analogías en las que el análogo es un organizador avanzado supera al de analogías en las que el análogo es un activador incrustado**.

Las *Tablas VI.9.6 y VI.9.7* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según la posición que ocupa el análogo permiten calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.55y VII.56 y VII.57.

EDITORIAL SM (I)	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
ANTES	4(15.4%)	3(11.5%)	1(3.85%)	8(30.7%)
DURANTE	4(13.8%)	7(24.1%)	3(10.3%)	14(48.2%)
DESPUÉS	2(13.3%)	0	6(40.0%)	8(53.3%)

**Cuadro VII.55 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su posición en E.S.O. en la Editorial SM**

EDITORIAL SM (T)	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
ANTES	3(12.0%)	4(16.0%)	0	7(28.0%)
DURANTE	5(20.8%)	3(12.5%)	1(4.17%)	9(37.5%)
DESPUÉS	3(30.0%)	0	0	3(30.0%)

**Cuadro VII.56 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su posición en E.S.O. en la Editorial SM**

EDITORIAL SM (BACH)	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
ANTES	7(21.2%)	3(9.09%)	1(3.03%)	7(21.2%)	0	18(54.5%)
DURANTE	2(5.26%)	7(18.4%)	3(7.89%)	1(2.63%)	2(5.26%)	15(39.4%)
DESPUÉS	1(5.55%)	5(27.8%)	0	1(5.55%)	0	7(38.9%)

**Cuadro VII.57** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su posición en Bachillerato en la Editorial SM

Los cálculos de las materias de E.S.O. se han realizado contabilizando las cantidades totales de analogías, en cada uno de sus formatos, que figuran en las *Tablas VI.1.9.6* para la línea SM (I) y en la *Tabla VI.1.9.7* para la línea SM (T).

En las materias de Bachillerato se han contabilizado como cantidades totales de analogías, en los diferentes formatos, la suma de las que figuran en la línea SM (I) con las que figuran en la línea SM (T) en las materias de la E.S.O. y con las que figuran en las materias de Bachillerato. Son las siguientes: 33 analogías en las que el análogo se presenta antes, 38 en las que se presenta durante y 18 en las que se presenta después.

El cuadro VII.55 muestra que de 29 analogías en las que el análogo se presenta como un activador incrustado en la línea SM (I), 14 (el 48.2%) se han identificado en los textos de E.S.O. De ellas, 4 (el 13.8%) forman parte de los textos de CCNN, 7 (el 24.1%) del texto de FYQ y 3 (el 10.0%) del de BYG de E.S.O.

El cuadro VII.56 refleja que de 24 analogías en las que el análogo se presenta como un activador incrustado en la línea SM (T), 9 (el 37.5%) se han identificado en los textos de E.S.O. De ellas, 5 (el 20.8%) forman parte de los textos de CCNN, 3 (el 12.5%) del texto de FYQ y 1 (el 4.17%) del texto de BYG de E.S.O.

Estos datos permiten afirmar que no existe en ninguna de las dos líneas de esta editorial voluntad por localizar las analogías en las que el análogo se presenta como activador incrustado en los textos de E.S.O. y, por tanto, en garantizar la incrustación de las analogías que van destinadas a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria. Constatan la **tendencia a que estas analogías de activador incrustado se localicen en los textos que abarcan los conceptos más abstractos, como los de FYQ, frente a aquellos otros que abarcan conceptos más concretos, como los de BYG de E.S.O.**

El cuadro VII.57 refleja que las analogías en las que el análogo se presenta durante la explicación del tópico se destinan a los conceptos más concretos como los de BYG de 1º de Bachillerato, y a otros más abstractos como los de FYQ de 1º de Bachillerato (7 analogías, el 18.4%, en el texto de BYG y 2, el 5.26%, en el texto de FYQ ). El **texto de BYG de 1º de Bachillerato presenta el mayor número de analogías (7, el 18.4%) en las que el análogo se presenta como un activador incrustado.**

La **Editorial OXFORD** (cuadro VII.46 y gráfico VII.23) presenta, de un total de 61 analogías, 17 (el 27.9%) con el análogo como organizador avanzado, 28 (el 45.9%) con el análogo como activador incrustado y 16 (el 22.2%) con el análogo como pos sintetizador. **La mayor parte de las analogías que se han identificado en esta editorial presentan, por tanto, el análogo como un activador incrustado.**

La *Tabla VI.9.8* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según la posición que ocupa el análogo permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.58 y VII.59.

El cuadro VII.58 refleja que de 28 analogías en las que el análogo se presenta como un activador incrustado, 16 (el 57.1%) se han identificado en los textos de E.S.O. De ellas, 6 (el 21.4%) forman parte de los textos de CCNN, 6 (el 21.4%) de los textos de FYQ y 4 (el 14.3%) de los de BYG de E.S.O. **Existe, por tanto, predisposición a localizar estas analogías en los textos de E.S.O., garantizando**

EDITORIAL OXFORD	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
ANTES	2(11.8%)	5(29.4%)	2(11.8%)	9(53.0%)
DURANTE	6(21.4%)	6(21.4%)	4(14.3%)	16(57.1%)
DESPUÉS	5(31.2%)	1(6.25%)	1(6.25%)	7(43.7%)

**Cuadro VII.58** *Distribución de las analogías por materia y ciclo según su posición en E.S.O. en la Editorial OXFORD*

**así el análogo incrustado de aquellas que van destinadas a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria. Existe, además, inclinación por que estas analogías se localicen en los textos que abarcan los conceptos más**

**abstractos, como el de FYQ, frente a aquellos otros que abarcan conceptos más concretos, como el de BYG de E.S.O.** No se observa tendencia a localizar de manera preferente estas analogías en los textos de CCNN.

EDITORIAL OXFORD	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	B BACH	TOTAL BACH
ANTES	2(11.8%)	2(11.8%)	3(17.6%)	1(5.88%)	8(47.1%)
DURANTE	3(10.7%)	2(7.14%)	5(17.8%)	2(7.14%)	12(42.8%)
DESPUÉS	6(37.5%)	0	2(12.5%)	1(6.25%)	9(56.2%)

**Cuadro VII.59** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su posición en Bachillerato en la Editorial OXFORD

El cuadro VII.58 también refleja que de las 17 analogías en las que el análogo se presenta como organizador avanzado, 9 (el 53.0%) se encuentran en los textos de E.S.O.

El cuadro VII.59 refleja que 8 analogías de este tipo (el 47.1%) se encuentran en los textos de Bachillerato. Estos datos revelan que las analogías en las que el análogo es un organizador avanzado se han identificado, casi por igual, en los textos de E.S.O. y Bachillerato. Muestra la tendencia de que las analogías en las que el análogo se presenta durante la explicación del tópico se destinen, algo más, a los conceptos más abstractos como los de FYQ de 1º de Bachillerato, que a otros más concretos como los de BYG de 1º de Bachillerato (3 analogías, el 10.7%, en el texto de FYQ y 3, el 7.14%, en el texto de BYG ).

El texto de Física de 2º de Bachillerato es el texto de Bachillerato que presenta el mayor número de analogías (5, el 17.8%) en las que el análogo se presenta como un activador incrustado.

Los datos de este cuadro reflejan que la mayor parte de las analogías en las que el análogo es pos sintetizador se han identificado en los textos de Bachillerato (de un total de 16 analogías, 6 –el 37.5%– forman parte del texto de FYQ de 1º de Bachillerato, 2 –el 12.5%– forman parte del texto de Física de 2º de Bachillerato y 1 –el 6.25%– del de Biología de 2º de Bachillerato).

La **Editorial SANTILLANA** (cuadro VII.46 y gráfico VII.23) presenta, de un total de 45 analogías, 8 (el 17.8%) con el análogo como organizador avanzado, 24 (el 53.3%) con el análogo como activador incrustado y 13 (el 28.9%) con el análogo como pos sintetizador. Se trata de una editorial en la que **la mayor parte de las**



**analogías que se han identificado presentan el análogo como un activador incrustado.**

La *Tabla VI.9.9* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según la posición que ocupa el análogo permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.60 y VII.61.

EDITORIAL SANTILLANA	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
ANTES	0	0	5(62.5%)	5(62.5%)
DURANTE	5(20.8%)	4(16.7%)	4(16.7%)	13(54.2%)
DESPUÉS	1(7.69%)	2(15.4%)	0	3(23.1%)

**Cuadro VII.60** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su posición en E.S.O. en la Editorial SANTILLANA

EDITORIAL SANTILLANA	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	G BACH	TOTAL BACH
ANTES	0	1 (12.5%)	2 (25.0%)	0	0	0	3 (37.5%)
DURANTE	1 (4.17%)	3 (12.5%)	4 (16.7%)	2 (8.33%)	1 (4.17%)	0	11 (45.9%)
DESPUÉS	2 (15.4%)	4 (30.8%)	1 (7.69%)	2 (15.4%)	1 (7.69%)	0	10 (77.0%)

**Cuadro VII.61** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su posición en Bachillerato en la Editorial SANTILLANA

El cuadro VII.60 refleja que de 24 analogías en las que el análogo se presenta como un activador incrustado, 13 (el 54.2%) se han identificado en los textos de E.S.O. De ellas, 5 (el 20.8%) forman parte de los textos de CCNN, 4 (el 16.7%) de los textos de FYQ y 4 (el 16.7%) de los de BYG de E.S.O. Manifiesta **inclinación por localizar estas analogías en los textos de E.S.O. y avalar así la presencia del análogo incrustado en las que van destinadas a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria.**

No existe tendencia marcada a que estas analogías se localicen en los textos que abarcan los conceptos más abstractos, como el de FYQ, frente a los que abarcan conceptos más concretos, como el de BYG de E.S.O. Se observa cierta predisposición, aunque no muy acusada, a localizar estas analogías en los textos de CCNN.

Este cuadro (VII.60) también indica que de las 8 analogías en las que el análogo se presenta como organizador avanzado, 5 (el 62.5%) se encuentran en el texto de BYG de E.S.O. Por lo tanto, parece que las

analogías en las que el análogo es un organizador avanzado se encuentran, de manera predominante, en los textos de E.S.O.

El cuadro VII.61 refleja cierta preferencia a que las analogías en las que el análogo se presenta durante la explicación del tópico se destinen a los conceptos más concretos como los de BYG de 1º de Bachillerato, más que a otros más abstractos como los de FYQ de 1º de Bachillerato (1 analogía, el 4.17%, en el texto de FYQ y 3, el 12.5%, en el texto de BYG ).

El texto de Física de 2º de Bachillerato es el texto de Bachillerato que presenta el mayor número de analogías (4, el 16.7%) en las que el análogo se presenta como un activador incrustado.

Los datos de este cuadro (VII.61) manifiestan que la mayor parte de las analogías en las que el análogo es pos sintetizador (10 analogías de un total de 13, el 77.0%) se han identificado en los textos de Bachillerato (2 –el 15.4%– forman parte del texto de FYQ de 1º de Bachillerato, 4 –el 30.8%– forman parte del texto de BYG de 1º de Bachillerato, 1 –el 7.69%– del de Física de 2º de Bachillerato, 2 –el 15.4%– del de Química de 2º de Bachillerato y 1 –el 7.69%– del de Biología de 2º de Bachillerato).

#### **VII.2.5. Distribución de las analogías según la condición o nivel de abstracción**

Según se manifestó en el apartado II.6.5 del capítulo II, las analogías se clasifican, dependiendo del nivel de abstracción que presenten el análogo y el tópico, en:

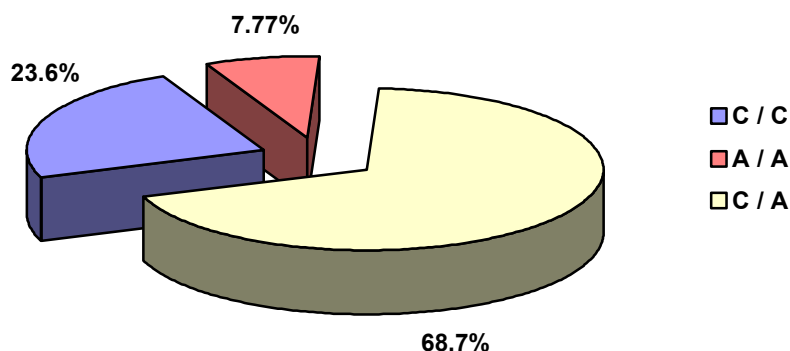
- a) *concreto-concreto*: cuando tanto el análogo como el tópico son concretos.
- b) *concreto-abstracto*: cuando el análogo es concreto y el tópico es abstracto.
- c) *abstracto-abstracto*: cuando tanto el análogo como el tópico son abstractos.

Se admite por *concreto* toda situación o concepto que puede ser percibido por nuestros sentidos, que es familiar a nuestras experiencias cotidianas. Cuando sucede lo contrario se dice que la situación es abstracta.

Las analogías proporcionan un puente desde lo cotidiano a lo desconocido, y desde contenidos simples a contenidos de mayor dificultad. Son numerosos los investigadores en el campo de las analogías que aclaman para que los editores y autores de libros de texto sean conscientes de que la abstracción de una disciplina influye en la necesidad de buscar representaciones alternativas, tales como las analogías, para ayudar al alumnado a visualizar y comprender el tópico. Animan, por lo tanto, a las editoriales a utilizar con mayor frecuencia las analogías en sus textos para facilitar a los alumnos la comprensión de los conceptos abstractos.

Es lógico presuponer, por tanto, que la gran mayoría de los textos presenten analogías de condición concreto-abstracto. Es decir, analogías que hacen que el contenido difícil y abstracto del tópico se compare con otro más simple, familiar, perceptible por los sentidos, en el análogo.

La *Tabla VI.10* muestra el número y el porcentaje de analogías de la presente investigación que se han identificado en cada uno de los niveles de abstracción. El gráfico VII.24 permite apreciar de manera manifiesta los porcentajes que figuran en dicha tabla.



**Gráfico VII.24** Distribución de las analogías según el nivel de abstracción

La *Tabla VI.10* muestra que, de las 399 analogías de la muestra de investigación, 274 (el 68.7%) presentan un nivel de abstracción concreto-abstracto, 94 (el 23.6%) concreto-concreto y 31 (el 7.77%) abstracto-abstracto. Por lo tanto, tal como se había pensado y según refleja el gráfico VII.24, **la mayoría de las analogías, el 68.7%,**

**presentan un nivel de abstracción concreto-abstracto.** Las analogías menos frecuentes son las que presentan el nivel de abstracción abstracto-abstracto.

La *Tabla VI.10.1* muestra la distribución de las analogías por materia y ciclo según el nivel de abstracción. Con los datos que en ella figuran se pueden calcular los porcentajes de analogías por materia, ciclo y cursos según el nivel de abstracción, tal como se muestra en los cuadros VII.62 y VII.63, al dividir cada una de las cantidades que en ella figuran por el número total de analogías presentes en cada uno de los niveles de abstracción (94 analogías en el nivel concreto-concreto, 31 en el nivel abstracto-abstracto y 274 en el nivel concreto-abstracto).

NIVEL DE ABSTRACCIÓN	CCNN	FYQ (ESO)	BYG (ESO)	TOTAL
C/C	31 (33.0%)	3 (3.19%)	26 (27.7%)	60 (63.9%)
A/A	2 (6.45%)	4 (12.9%)	1 (3.22%)	7 (22.6%)
C/A	52 (19.0%)	64 (23.4%)	34 (12.4%)	150 (54.8%)

**Cuadro VII.62** Distribución de las analogías por materia y ciclo en E.S.O. según el nivel de abstracción

NIVEL DE ABSTRACCIÓN	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	G BACH	CTMA BACH	TOTAL
C/C	5 (5.32%)	16 (17.0%)	5 (5.32%)	2 (2.13%)	6 (6.38%)	0	0	34 (36.1%)
A/A	1 (3.22%)	0	20 (64.5%)	2 (6.45%)	1 (3.22%)	0	0	24 (77.4%)
C/A	37 (13.5%)	23 (8.39%)	18 (6.57%)	22 (8.03%)	23 (8.39%)	0	1 (0.36%)	124 (45.2%)

**Cuadro VII.63** Distribución de las analogías por materia en Bachillerato según el nivel de abstracción

Los datos que figuran en los cuadros VII.62 y VII.63 revelan que, de un total de 274 analogías que presentan el nivel de abstracción concreto-abstracto, 150 (el 54.8%) se encuentran en los textos de E.S.O. y 124 (el 45.2%) en los textos de Bachillerato. Manifiestan el **esfuerzo de editores y autores de libros de texto por ayudar al alumnado de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a visualizar y comprender los tópicos abstractos mediante la comparación con análogos concretos, familiares y perceptibles por los sentidos.**

De las 94 analogías que presentan el nivel de abstracción concreto-concreto, 60 (el 63.9%) se encuentran en los textos de E.S.O. y 34 (el 36.1%) en los de Bachillerato. Dentro de los textos de E.S.O. son los de CCNN –textos en los que la mayor parte de los contenidos son de Biología y Geología- los que acogen el mayor número de analogías con nivel de abstracción concreto-concreto (31 analogías, el 33.0%). A continuación, con un número de analogías algo similar, figuran los textos de BYG (26 analogías, el 27.7%), y, en tercer lugar, figuran los textos de FYQ con el menor número de analogías de este nivel de abstracción (3, el 3.19%). Estos datos confirman que **las analogías de nivel de abstracción concreto-concreto se presentan, fundamentalmente, para explicar conceptos de biología y/o geología que tienen un nivel de abstracción inferior a los de química o física.**

De las 31 analogías que presentan el nivel de abstracción abstracto-abstracto, 7 (el 22.6%) se encuentran en los textos de E.S.O. y 24 (el 77.4%) en los textos de Bachillerato. **Los textos de Física de 2º de Bachillerato son los que ostentan el mayor número de analogías de nivel de abstracción abstracto-abstracto** (20 analogías, el 64.5%, en comparación con 5 de nivel de abstracción concreto-concreto, el 5.32%, y 18 concreto-abstracto, el 6.57%). Estos datos vienen a confirmar que los autores y editores utilizan con bastante frecuencia en los textos de Física de 2º de Bachillerato las analogías en las que el análogo es un concepto abstracto explicado con anterioridad en el libro de texto. De esta manera se tiene seguridad de que el análogo es conocido por el alumnado. Con ellas se puede introducir, por ejemplo, el concepto de “energía potencial eléctrica” a partir del concepto de “energía potencial gravitatoria”. El alumnado ve cómo las características de los dos conceptos se conectan y relacionan entre sí, contribuyendo de esta manera a facilitar el aprendizaje.

Los textos de FYQ y los de BYG de 1º de Bachillerato tienen en común la poca relevancia que otorgan a las analogías de nivel de abstracción abstracto-abstracto (1 analogía en los textos de FYQ, el 3.22%, y ninguna en los de BYG) y que el nivel de abstracción concreto-abstracto es el que ostentan el mayor porcentaje de sus analogías (37, el 13.5%, en FYQ y 23, el 8.39%, en BYG). Difieren, sin embargo, en el otro nivel de abstracción ya que mientras en **los textos de FYQ las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto no son relevantes** (5 analogías, el 5.32%), **en los textos de BYG constituyen una cantidad bastante apreciable** (16 analogías, el 17.0%)

Se vuelve a confirmar que las analogías de nivel de abstracción concreto-concreto se presentan, fundamentalmente, para explicar

conceptos de BYG que tienen un nivel de abstracción inferior a los de química o física, frente a las analogías de nivel de abstracción concreto-abstracto que se presentan para explicar los conceptos de mayor nivel de abstracción como los de FYQ.

Los textos de Química de 2º de Bachillerato -textos con conceptos de un alto nivel de abstracción- presentan el nivel de abstracción concreto-abstracto en la mayor parte de las analogías (22 analogías, el 8.03%, frente a 2 en el nivel concreto-concreto y 2 en el nivel abstracto-abstracto). Lo mismo sucede con los textos de Biología de 2º de Bachillerato (23 analogías, el 8.39%, frente a 6 en el nivel concreto-concreto y 1 en el nivel abstracto-abstracto) ya que son textos que explican contenidos de "Bioquímica" y "Genética" que presentan un nivel de abstracción semejante a los de Física o de Química.

Las Tablas VI.12 y VI.13, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "Electricidad" y "La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna", muestran cómo están distribuidas las analogías de estos dos temas según el nivel de abstracción. Permiten corroborar algunas de las afirmaciones que se han hecho hasta el momento.

La Tabla VI.12 muestra que de las 58 analogías del tema "Electricidad", 41 (el 70.7%) presentan el nivel de abstracción concreto-abstracto y 6 (el 10.3%) el nivel concreto-concreto. Por lo tanto, las analogías de nivel de abstracción concreto-abstracto son especialmente relevantes para explicar los conceptos de mayor nivel de abstracción como los de FYQ. También muestra esta tabla que en los textos de Física de 2º de Bachillerato el nivel de abstracción abstracto-abstracto es el que presenta la mayor parte de las analogías que figuran en ellos (9 analogías que presentan nivel de abstracción abstracto-abstracto frente a 7 concreto-abstracto y 2 concreto-concreto).

La Tabla VI.13 muestra que de las 54 analogías del tema "La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna", 33 (el 61.1%) presentan el nivel de abstracción concreto-abstracto y 20 (el 37.0%) el nivel concreto-concreto. Estos datos ponen de manifiesto que la mayor parte de las analogías presentan el nivel de abstracción concreto-abstracto y que las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto en los textos de BYG constituyen una cantidad bastante apreciable.

A continuación se realiza el análisis de la distribución de las analogías según el nivel de abstracción en cada una de las editoriales.

A partir de la *Tabla VI.10* de distribución de las analogías según el nivel de abstracción se pueden determinar los porcentajes de cada una de las editoriales, tal como refleja el cuadro VII.64 y el gráfico VII.25.

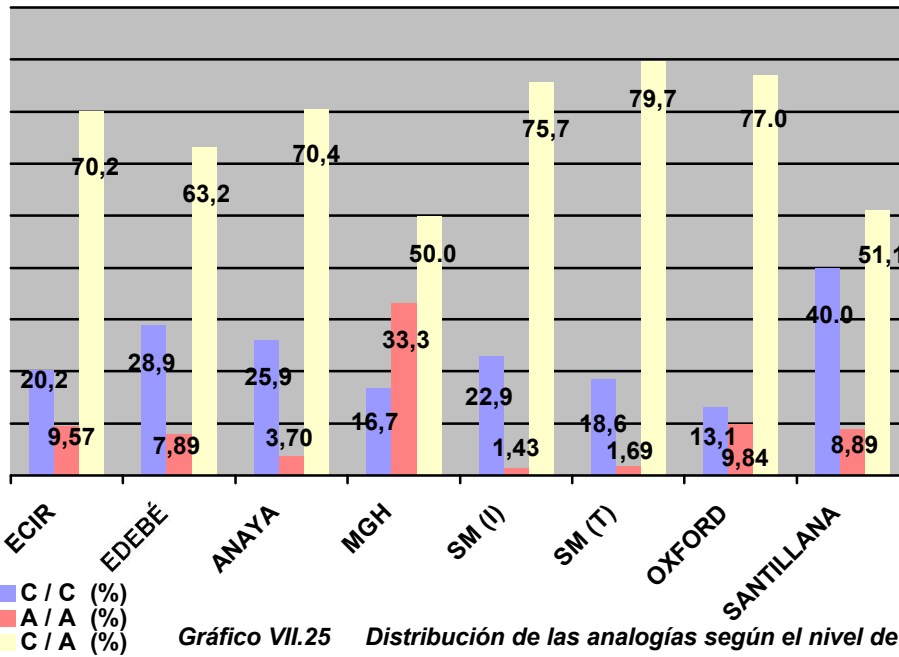
EDITORIAL	C/C	A/A	C/A	TOTAL (%)
ECIR	19(20.2%)	9(9.57%)	66(70.2%)	100
EDEBÉ	11(28.9%)	3(7.89%)	24(63.2%)	100
ANAYA	14(25.9%)	2(3.70%)	38(70.4%)	100
MGH	3(16.7%)	6(33.3%)	9(50.0%)	100
SM (I)	16(22.9%)	1(1.43%)	53(75.7%)	100
SM (T)	11(18.6%)	1(1.69%)	47(79.7%)	100
OXFORD	8(13.1%)	6(9.84%)	47(77.0%)	100
SANTILLANA	18(40.0%)	4(8.89%)	23(51.1%)	100

**Cuadro VII.64** Distribución de las analogías según el nivel de abstracción

Tanto el cuadro VII.64 como el gráfico VII.25 permiten afirmar que **las analogías identificadas en cada una de las editoriales de la muestra de investigación presentan, mayoritariamente, el nivel de abstracción concreto-abstracto.**

La **Editorial ECIR** (cuadro VII.64 y gráfico VII.25) presenta, de un total de 94 analogías, 19 (el 20.2%) con un nivel de abstracción concreto-concreto, 9 (el 9.57%) con un nivel de abstracción abstracto-abstracto y 66 (el 70.2%) con un nivel de abstracción concreto-abstracto. La mayor parte de las analogías de esta editorial se presentan, por tanto, con un nivel de abstracción concreto-abstracto.

La *Tabla VI.10.2* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.65 y VII.66.



EDITORIAL ECIR	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
C/C	8(42.1%)	0	7(36.8%)	15(78.9%)
A/A	0	1(11.1%)	0	1(11.1%)
C/A	14(21.2%)	18(27.3%)	9(13.6%)	41(62.1%)

**Cuadro VII.65** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción en E.S.O. en la Editorial ECIR

EDITORIAL ECIR	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
C/C	3 (15.8%)	0	0	1 (5.26%)	0	4 (21.1%)
A/A	0	0	6 (66.7%)	2 (22.2%)	0	8 (88.9%)
C/A	10 (15.1%)	4 (6.06%)	3 (4.54%)	2 (3.03%)	6 (9.09%)	25 (37.8%)

**Cuadro VII.66** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción en Bachillerato en la Editorial ECIR



El cuadro VII.65 refleja que 41 de las 66 analogías (el 62.1%) que presentan nivel de abstracción concreto-abstracto se encuentran en los textos de E.S.O. Este hecho documenta el esfuerzo de los autores y editores por **ayudar al alumnado de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a comprender los conceptos abstractos mediante la presentación de analogías con análogos concretos.**

El cuadro VII.65 también expresa que las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-abstracto se distribuyen de manera que 14 (el 21.2%) se encuentran en los textos de CCNN, 18 (el 27.3%) en el texto de FYQ y 9 (el 13.6%) en el de BYG de E.S.O. Se puede afirmar que no existe tendencia por localizar en los textos de CCNN la mayor parte de estas analogías y que existe preferencia por localizarlas en los textos de FYQ frente a los de BYG.

De un total de 19 analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto, 15 (el 78.9%) se encuentran localizadas en los textos de E.S.O. (cuadro VII.65). Se distribuyen de manera que 8 (el 42.1%) se encuentran en los textos de CCNN y 7 (el 36.8%) en el de BYG. Las cuatro analogías que se encuentran en los textos de Bachillerato (cuadro VII.1.65) se distribuyen en el texto de FYQ de 1º de Bachillerato (3, el 15.8%) y en el de Química de 2º de Bachillerato (1, el 5.26%). Se puede afirmar, por lo tanto, que las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto se han identificado, preferentemente, en los textos de E.S.O. que abordan conceptos de biología y/o geología.

**Las analogías que presentan nivel de abstracción abstracto-abstracto se han identificado, mayoritariamente, en el texto de Física de 2º de Bachillerato** (6 de un total de 9, el 66.7%) (cuadro VII.66).

Las *Tablas VI.12.1 y VI.13.1*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar afirmaciones que se han hecho anteriormente, tales como:

- Tanto en una tabla como en otra el mayor número de analogías identificadas presentan el nivel de abstracción concreto-abstracto. Hay 12 en el tema "*Electricidad*" (frente a 2 con nivel de abstracción concreto-concreto y 4 con nivel de abstracción abstracto-abstracto) y 9 en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" (frente a 2 con nivel de abstracción concreto-concreto y 4 con nivel de abstracción abstracto-abstracto).

- Las analogías que presentan nivel de abstracción abstracto-abstracto se encuentran mayoritariamente en el texto de Física de 2º de Bachillerato (se han identificado 4 analogías de este nivel de abstracción en el tema "Electricidad" y pertenecen al texto de Física de 2º de Bachillerato).

La **Editorial EDEBÉ** (cuadro VII.64 y gráfico VII.25) presenta, de un total de 38 analogías, 11 (el 28.9%) con un nivel de abstracción concreto-concreto, 3 (el 7.89%) con un nivel de abstracción abstracto-abstracto y 24 (el 63.2%) con un nivel de abstracción concreto-abstracto. La mayor parte de las analogías de esta editorial se presentan, por tanto, con un nivel de abstracción concreto-abstracto.

La *Tabla VI.10.3* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.67 y VII.68.

EDITORIAL EDEBÉ	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
C/C	3(27.3%)	0	7(63.6%)	10(90.9%)
A/A	0	1(33.3%)	1(33.3%)	2(66.6%)
C/A	5(20.8%)	5(20.8%)	4(16.7%)	14(58.3%)

**Cuadro VII.67** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción en E.S.O. en la Editorial EDEBÉ

EDITORIAL EDEBÉ	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
C/C	0	0	1(9.09%)	0	0	1(9.09%)
A/A	0	0	1(33.3%)	0	0	1(33.3%)
C/A	1(4.17%)	0	1(4.17%)	4(16.7%)	4(16.7%)	10(41.7%)

**Cuadro VII.68** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción en Bachillerato en la Editorial EDEBÉ

El cuadro VII.67 refleja que de las 24 analogías que presentan nivel de abstracción concreto-abstracto, 14 (el 58.3%) se encuentran en los textos de E.S.O.. Se puede afirmar que existe voluntad de **ayudar al**

**alumnado de los cursos más bajos de la Educación Secundaria facilitándole la comprensión de los conceptos abstractos mediante la presentación de analogías con análogos concretos.**

El cuadro VII.67 también refleja que las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-abstracto se distribuyen de manera que 5 (el 20.8%) se encuentran en los textos de CCNN, 5 (el 20.8%) en el texto de FYQ y 4 (el 16.7%) en el de BYG de E.S.O. Estos datos revelan que no existe predisposición por localizar estas analogías en los textos de CCNN y que **existe preferencia por localizarlas en los textos de FYQ frente a los de BYG.**

De un total de 11 analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto, 10 (el 90.9%) se encuentran localizadas en los textos de E.S.O. (cuadro VII.67). Se distribuyen de manera que 3 (el 27.3%) se encuentran en los textos de CCNN y 7 (el 63.6%) en el de BYG. La analogía que se ha identificado en Bachillerato (cuadro VII.68) pertenece al texto de Física de 2º de Bachillerato. Se puede afirmar, por lo tanto, que las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto se han identificado, preferentemente, en los textos de E.S.O., y dentro de estos, en los que abordan conceptos de biología y/o geología.

Las *Tablas VI.12.2 y VI.13.2*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar que el mayor porcentaje de analogías que se han identificado presentan el nivel de abstracción concreto-abstracto. Las dos tablas reflejan que el mayor número de analogías identificadas presentan el nivel de abstracción concreto-abstracto. Hay 5 de estas analogías en el tema "*Electricidad*" (frente a ninguna con nivel de abstracción concreto-concreto y 1 con nivel de abstracción abstracto-abstracto) y 4 en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" (frente a 2 con nivel de abstracción concreto-concreto y ninguna con nivel de abstracción abstracto-abstracto).

La **Editorial ANAYA** (cuadro VII.64 y gráfico VII.25) presenta, de un total de 54 analogías, 14 (el 25.9%) con un nivel de abstracción concreto-concreto, 2 (el 3.70%) con un nivel de abstracción abstracto-abstracto y 38 (el 70.4%) con un nivel de abstracción concreto-abstracto. La mayor parte de las analogías de esta editorial se presentan, por tanto, con un nivel de abstracción concreto-abstracto.

La *Tabla VI.10.4* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.69 y VII.70.

EDITORIAL ANAYA	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
C/C	4(28.6%)	1(7.14%)	2(14.3%)	7(50.0%)
A/A	0	0	0	0
C/A	6(15.8%)	3(7.89%)	4(10.5%)	13(34.2%)

**Cuadro VII.69** *Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción en E.S.O. en la Editorial ANAYA*

EDITORIAL ANAYA	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	CTMA BACH	TOTAL BACH
C/C	0	3 (21.4%)	0	0	4 (28.6%)	0	7 (50.0%)
A/A	0	0	2 (100%)	0	0	0	2 (100%)
C/A	4 (10.5%)	4 (10.5%)	4 (10.5%)	6 (15.8%)	6 (15.8%)	1 (2.63%)	25 (65.7%)

**Cuadro VII.70** *Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción en Bachillerato en la Editorial ANAYA*

El cuadro VII.69 refleja que de las 38 analogías que presentan nivel de abstracción concreto-abstracto, 13 (el 34.2%) se encuentran en los textos de E.S.O. Este hecho pone en evidencia la poca predisposición de los autores y editores de esta editorial por ayudar, al alumnado de los cursos más bajos de la Educación Secundaria, a comprender los conceptos abstractos mediante la presentación de analogías con análogos concretos.

El cuadro VII.69 también refleja que las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-abstracto se distribuyen de manera que 6 (el 15.8%) se encuentran en los textos de CCNN, 3 (el 7.89%) en el texto de FYQ y 4 (el 10.5%) en el de BYG de E.S.O. Estos datos revelan que si bien existe predisposición por localizar estas analogías en los textos de CCNN, no hay tendencia marcada por localizarlas en los textos de FYQ o en los de BYG.

De un total de 14 analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto, 7 (el 50.0%) se encuentran localizadas en los textos de E.S.O. (cuadro VII.69). Se distribuyen de manera que 4 (el 28.6%)

se encuentran en los textos de CCNN, 2 (el 14.3%) en el de BYG y 1 (el 7.14%) en el de FYQ.

Las analogías que se han identificado en Bachillerato (cuadro VII.70) pertenecen 3 (el 21.4%) al texto de BYG de 1º de Bachillerato y 4 (el 28.6%) al de Biología de 2º de Bachillerato. Se puede afirmar, por lo tanto, que las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto se han identificado, preferentemente, en los textos de E.S.O. y de Bachillerato que abordan conceptos de biología y/o geología.

El único libro de texto que presenta analogías con nivel de abstracción abstracto-abstracto es el de Física de 2º de Bachillerato (2 analogías, el 100%).

Las *Tablas VI.12.3* y *VI.13.3*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar afirmaciones que reinciden en otras ya que se han hecho anteriormente, tales como:

- Las analogías que presentan nivel de abstracción abstracto-abstracto se encuentran mayoritariamente en el texto de Física de 2º de Bachillerato (se ha identificado una analogía de este nivel de abstracción en el tema "*Electricidad*" y pertenece al texto de Física de 2º de Bachillerato).
- Las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto se han identificado, preferentemente, en los textos que abordan conceptos de biología y/o geología (las 3 analogías que presentan este nivel de abstracción se han identificado en el texto de CCNN de 1º ESO, texto cuyos contenidos son fundamentalmente de biología y/o geología).

La **Editorial MGH** (cuadro VII.64 y gráfico VII.25) es la que presenta la menor cantidad de analogías. De un total de 18 analogías, 3 (el 16.7%) tienen un nivel de abstracción concreto-concreto, 6 (el 33.3%) un nivel de abstracción abstracto-abstracto y 9 (el 50.0%) un nivel de abstracción concreto-abstracto. La mayor parte de las analogías de esta editorial se presentan, por tanto, con un nivel de abstracción concreto-abstracto. **Es la editorial que presenta, relativamente, el mayor porcentaje de analogías con un nivel de abstracción abstracto-abstracto.**

La *Tabla VI.10.5* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.71 y VII.72.

EDITORIAL MGH	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
C/C	1(33.3%)	0	1(33.3%)	2(66.6%)
A/A	2(33.3%)	1(16.7%)	0	3(50.0%)
C/A	2(22.2%)	5(55.5%)	0	7(77.7%)

**Cuadro VII.71** *Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción en E.S.O. en la Editorial MGH*

EDITORIAL MGH	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
C/C	0	1 (33.3%)	0	0	0	1 (33.3%)
A/A	0	0	3 (50.0%)	0	0	3 (50.0%)
C/A	1 (11.1%)	0	1 (11.1%)	0	0	2 (22.2%)

**Cuadro VII.72** *Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción en Bachillerato en la Editorial MGH*

Aunque los datos anteriores tienen magnitudes numéricas pequeñas, se procura hacer una interpretación relativa de los resultados.

El cuadro VII.71 refleja que 7 de las 9 analogías (el 77.7%) que presentan nivel de abstracción concreto-abstracto se encuentran en los textos de E.S.O. **Confirma la dedicación de esta editorial por ayudar al alumnado de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a comprender los conceptos abstractos mediante la presentación de analogías con análogos concretos.**

El cuadro VII.71 indica que las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-abstracto se distribuyen de manera que 2 (el 22.2%) se encuentran en los textos de CCNN y 5 (el 55.5%) en el de FYQ de E.S.O. Estos datos revelan que, si bien no se observa tendencia

alguna por localizar en los textos de CCNN estas analogías, **si existe preferencia por situarlas en los textos de FYQ frente a los de BYG.**

De un total de 3 analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto, 2 (el 66.6%) se encuentran localizadas en los textos de E.S.O. (cuadro VII.70). **Se puede enunciar, por lo tanto, que las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto se han identificado, preferentemente, en textos de E.S.O. y en los de Bachillerato que abordan conceptos de biología y/o geología.**

De las 6 analogías que se han identificado con nivel de abstracción abstracto-abstracto, 3 (el 50.0%) se encuentran en el texto de Física de 2º de Bachillerato. Se trata, por tanto, del **libro de texto que ostentan el mayor número de analogías de este nivel de abstracción.** Las otras 3 analogías de este nivel de abstracción se han identificado en los textos de CCNN (2, el 33.3%) y en uno de los textos de FYQ de E.S.O. (1, el 16.7%).

Las *Tablas VI.12.4 y VI.13.4*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar afirmaciones que se han hecho anteriormente, tales como:

- Las analogías que presentan nivel de abstracción abstracto-abstracto se encuentran mayoritariamente en el texto de Física de 2º de Bachillerato (se han identificado 3 analogías de este nivel de abstracción en el tema "*Electricidad*"; 2 pertenecen al texto de Física de 2º de Bachillerato y 1 al texto de CCNN de 2º ESO).
- Las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto se han identificado, preferentemente, en los textos que abordan conceptos de biología y/o geología (de las 2 analogías que presentan este nivel de abstracción, 1 se ha identificado en el texto de BYG de 3º ESO y la otra en el texto de BYG de 1º de Bachillerato).

La **Editorial SM** (cuadro VII.64 y gráfico VII.25) destaca, fundamentalmente, por ser **la que ostenta los menores porcentajes de analogías de nivel de abstracción abstracto-abstracto de la muestra de investigación.**

En la línea SM (I) presenta un total de 70 analogías. De ellas, 16 (el 22.9%) presentan un nivel de abstracción concreto-concreto, 1 (el 1.43%) un nivel de abstracción abstracto-abstracto y 53 (el 75.7%) un nivel de abstracción concreto-abstracto. **Estos datos permiten afirmar que en la línea SM (I) la mayor parte de las analogías que se han identificado presentan un nivel de abstracción concreto-abstracto. La línea SM (I) es, además, la que ostenta el menor porcentaje de analogías de nivel de abstracción abstracto-abstracto de la muestra de investigación.**

En la línea SM (T) se han identificado 59 analogías. De ellas, 11 (el 18.6%) presentan un nivel de abstracción concreto-concreto, 1 (el 1.69%) un nivel de abstracción abstracto-abstracto y 47 (el 79.7%) un nivel de abstracción concreto-abstracto. Se puede afirmar que también en la línea SM (T) la mayor parte de las analogías que se han identificado presentan un nivel de abstracción concreto-abstracto. **La línea SM (T) es la que, además de poseer una sola analogía abstracto-abstracto, ostenta el mayor porcentaje de analogías de nivel de abstracción concreto-abstracto de la muestra de investigación.**

Las *Tablas VI.10.6 y VI.10.7* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según el nivel de abstracción permiten calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.73, VII.74 y VII.75.

EDITORIAL SM (I)	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
C/C	8(50.0%)	1(6.25%)	1(6.25%)	10(62.5%)
A/A	0	0	0	0
C/A	2(3.77%)	9(17.0%)	9(17.0%)	20(37.8%)

**Cuadro VII.73** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción en E.S.O. en la Editorial SM

EDITORIAL SM (T)	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
C/C	5(45.4%)	0	0	5(45.4%)
A/A	0	0	0	0
C/A	6(12.8%)	7(14.9%)	1(2.13%)	14(29.8%)

**Cuadro VII.74** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción en E.S.O. en la Editorial SM



EDITORIAL SM (BACH)	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
C/C	0	5 (23.8%)	0	0	1 (4.76%)	6 (28.6%)
A/A	0	0	1 (100%)	0	0	1 (100%)
C/A	10 (14.9%)	10 (14.9%)	3 (4.48%)	9 (13.4%)	1 (1.49%)	33 (49.2%)

**Cuadro VII.75 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción en Bachillerato en la Editorial SM**

Los cálculos de las materias de E.S.O. se han realizado contabilizando las cantidades totales de analogías, en cada uno de sus formatos, que figuran en la *Tabla VI.10.6* para la línea SM (I) y en la *Tabla VI.10.7* para la línea SM (T).

El cuadro VII.73 expresa que de las 53 analogías que presentan nivel de abstracción concreto-abstracto, 20 (el 37.8%) están en la línea SM (I) y se encuentran en los textos de E.S.O. El cuadro VII.74 refleja que de las 47 analogías que presentan nivel de abstracción concreto-abstracto, 14 (el 29.8%) están en la línea SM (T) y se encuentran en los textos de E.S.O. Ambos acreditan que, tanto en la línea SM (I) como en la SM (T), los textos educativos **no se inclinan por ayudar al alumnado de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a comprender los conceptos abstractos mediante la presentación de analogías con análogos concretos.**

El cuadro VII.73 indica que estas analogías que presentan nivel de abstracción concreto-abstracto se distribuyen en la línea SM (I) de manera que 2 (el 3.77%) se encuentran en los textos de CCNN, 9 (el 17.0%) en los de FYQ de E.S.O. y 9 (el 17.0%) en los de BYG de E.S.O. El cuadro VII.74, por otro lado, señala que las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-abstracto se distribuyen en la línea SM (T) de manera que 6 (el 12.8%) se encuentran en los textos de CCNN, 7 (el 14.9%) en los de FYQ de E.S.O. y 1 (el 2.13%) en los de BYG de E.S.O.

Estos datos revelan que **ni en SM (I) ni en SM (T) existe predisposición por localizar en los textos de CCNN estas analogías, y que mientras SM (I) no tiene inclinación por los textos de FYQ frente a los de BYG, en la línea SM (T) sí que se manifiesta esta inclinación.**

En la línea SM (I), de un total de 16 analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto, 10 (el 62.5%) se encuentran localizadas en los textos de E.S.O. (cuadro VII.73). Se distribuyen de

manera que 8 (el 50.0%) se encuentran en los textos de CCNN, 1 (el 6.25%) en los de FYQ y la otra (el 6.25%) en el de BYG. En la línea SM (T), de un total de 11 analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto, 5 (el 45.4%) se encuentran localizadas en los textos de E.S.O. (cuadro VII.1.73). Se encuentran en los textos de CCNN.

Las analogías que se han identificado en Bachillerato (cuadro VII.75) pertenecen al texto de BYG de 1º de Bachillerato (5, el 23.8%) y al texto de Biología de 2º de Bachillerato (1, el 4.76%). Se puede afirmar, por lo tanto, que las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto se han identificado, preferentemente, en textos de E.S.O. y de Bachillerato que abordan conceptos de biología y/o geología, tanto en la línea SM (I) como en la línea SM (T).

Sólo se ha identificado una analogía con nivel de abstracción abstracto-abstracto. Pertenece al texto de Física de 2º de Bachillerato.

Las *Tablas VI.12.5, VI.12.6, VI.13.5 y VI.13.6*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar que la mayoría de las analogías, tanto en la línea SM (I) como en la línea SM (T) presentan un nivel de abstracción concreto-abstracto ( En las *Tablas VI.12.5 y VI.12.6* se han identificado, respectivamente, 2 analogías concreto-abstracto frente a ninguna en los otros dos niveles de abstracción, y 5 analogías concreto-abstracto frente a ninguna en los otros dos niveles de abstracción. En las *Tablas VI.13.5 y VI.13.6* se han identificado, respectivamente, 13 analogías concreto-abstracto frente a ninguna abstracto-abstracto y 4 concreto-concreto, y 8 analogías concreto-abstracto frente a ninguna abstracto-abstracto y 4 concreto-concreto).

También permiten corroborar que la mayoría de las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto, tanto en una línea como en otra, se han identificado en textos que abordan contenidos de biología y/o geología ( en las *Tablas VI.13.5 y VI.13.6* se han identificado las únicas analogías de este nivel de abstracción y están presentes en los textos de CCNN de 1º ESO -1 analogía-, BYG de 3º ESO -1 analogía- y BYG de 1º de Bachillerato -3 analogías-).

La **Editorial OXFORD** (cuadro VII.64 y gráfico VII.25) presenta, de un total de 61 analogías, 8 (el 13.1%) con un nivel de abstracción concreto-concreto, 6 (el 9.84%) con un nivel de abstracción abstracto-abstracto y 47 (el 77.0%) con un nivel de abstracción concreto-abstracto. La mayor parte de las analogías de esta editorial se

presentan, por tanto, con un nivel de abstracción concreto-abstracto. **Esta editorial presenta el menor porcentaje de analogías con un nivel de abstracción concreto-concreto.**

La *Tabla VI.10.8* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.76 y VII.77.

EDITORIAL OXFORD	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
C/C	0	0	2(25.0%)	2(25.0%)
A/A	0	0	0	0
C/A	13(27.6%)	13(27.6%)	4(8.51%)	30(63.7%)

**Cuadro VII.76** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción en E.S.O. en la Editorial OXFORD

EDITORIAL OXFORD	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	B BACH	TOTAL BACH
C/C	2 (25.0%)	2 (25.0%)	1 (12.5%)	1 (12.5%)	6 (75%)
A/A	1 (16.7%)	0	5 (83.3%)	0	6 (100.0%)
C/A	8 (17.0%)	2 (4.25%)	4 (8.51%)	3 (6.38%)	17 (36.1%)

**Cuadro VII.77** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción en Bachillerato en la Editorial OXFORD

El cuadro VII.76 muestra que de las 47 analogías que presentan nivel de abstracción concreto-abstracto, 30 (el 63.7%) se encuentran en los textos de E.S.O. Avala **el esfuerzo de esta editorial por ayudar al alumnado a comprender los conceptos abstractos mediante la presentación de analogías con análogos concretos en los cursos más bajos de la Educación Secundaria.**

El cuadro VII.76 también indica que las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-abstracto se distribuyen de manera que 13 (el 27.6%) se encuentran en los textos de CCNN, 13 (el 27.6%) en el de FYQ de E.S.O. y 4 (el 8.51%) en el de BYG de la E.S.O. Son datos que revelan que, si bien **no existe inclinación por localizar en los textos de CCNN la mayoría de estas analogías, si existe**

**preferencia por localizarlas en los textos de FYQ en lugar de los de BYG.**

De las 8 analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto, 2 (el 25.0%) se encuentran localizadas en la materia de BYG de E.S.O. (cuadro VII.76), y las otras 6 (cuadro VII.77) en las materias de Bachillerato (2 en FYQ de 1º de Bachillerato, 2 en BYG de 1º de Bachillerato, 1 en Física de 2º de Bachillerato y 1 en Biología de 2º de Bachillerato).

No se puede afirmar, por lo tanto, que las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto se hayan identificado, preferentemente, en las materias que abordan conceptos de biología y/o geología.

De las 6 analogías que se han identificado con nivel de abstracción abstracto-abstracto, 5 (el 83.3%) se encuentran en el texto de Física de 2º de Bachillerato y 1 (el 16.7%) en el texto de FYQ de 1º de Bachillerato. **El libro de texto de Física de 2º de Bachillerato es, por tanto, el que ostenta el mayor número de analogías de este nivel de abstracción.**

Las *Tablas VI.12.7 y VI.13.7*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar que las analogías de nivel de abstracción abstracto-abstracto se presentan sólo en los textos de Bachillerato (de las 2 analogías de este nivel de abstracción, presentes en el tema "*Electricidad*", una se ha identificado en el texto de FYQ de 1º de Bachillerato y la otra en el texto de Física de 2º de Bachillerato).

La **Editorial SANTILLANA** (cuadro VII.64 y gráfico VII.25) presenta, de un total de 45 analogías, 18 (el 40.0%) con un nivel de abstracción concreto-concreto, 4 (el 8.89%) con un nivel de abstracción abstracto-abstracto y 23 (el 51.1%) con un nivel de abstracción concreto-abstracto. La mayor parte de las analogías de esta editorial se presentan, por tanto, con un nivel de abstracción concreto-abstracto. **Es la editorial que presenta el mayor porcentaje de analogías con un nivel de abstracción concreto-concreto.**

La *Tabla VI.10.9* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.78 y VII.79.

EDITORIAL SANTILLANA	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
C/C	2(11.1%)	1(5.55%)	6(33.3%)	9(49.9%)
A/A	0	1(25.0%)	0	1(25.0%)
C/A	4(17.4%)	4(17.4%)	3(13.0%)	11(47.8%)

**Cuadro VII.78** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción en E.S.O. en la Editorial SANTILLANA

EDITORIAL SANTILLANA	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	G BACH	TOTAL BACH
C/C	0	5 (27.8%)	3 (16.7%)	1 (5.55%)	0	0	9 (50.0%)
A/A	0	0	2 (50.0%)	0	1 (25.0%)	0	3 (75.0%)
C/A	3 (13.0%)	3 (13.0%)	2 (8.69%)	1 (4.35%)	3 (13.0%)	0	12 (52.0%)

**Cuadro VII.79** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su nivel de abstracción en Bachillerato en la Editorial SANTILLANA

El cuadro VII.78 refleja que de las 23 analogías que presentan nivel de abstracción concreto-abstracto, 11 (EL 47.8%) se encuentran en los textos de E.S.O. **Este hecho pone de manifiesto la escasa disponibilidad de esta editorial por ayudar al alumnado de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a comprender los conceptos abstractos, mediante la presentación de analogías con análogos concretos en sus libros de texto.**

El cuadro VII.78 confirma que las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-abstracto se distribuyen de manera que 4 (el 17.4%) se encuentran en los textos de CCNN, 4 (el 17.4%) en el de FYQ de E.S.O. y 3 (el 13.0%) en el de BYG de la E.S.O. **Estos datos desvelan que hay muy pocas analogías en los textos de CCNN y que existe preferencia –aunque poco marcada– por localizarlas en los textos de FYQ.**

De las 18 analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto (cuadros VII.78 y VII.79), 2 (el 11.1%) se encuentran localizadas en la materia de CCNN, 1 (el 5.55%) en la de FYQ de E.S.O., 6 (el 33.3%) en la de BYG de E.S.O., 5 (el 27.8%) en la de BYG de 1º de Bachillerato, 3 (el 16.7%) en la Física de 2º de Bachillerato y 1 (el 5.55%) en la de Química de 2º de Bachillerato. Se puede afirmar,

por lo tanto, que **las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto se han identificado, preferentemente, en las materias que abordan conceptos de Biología y/o Geología.**

De las 4 analogías que se han identificado con nivel de abstracción abstracto-abstracto (cuadros VII.78 y VII.79), dos se encuentran en el texto de Física de 2º de Bachillerato, una en el texto de Biología de 2º de Bachillerato y una en FYQ de E.S.O. **El libro de texto de Física de 2º de Bachillerato es, por tanto, el que ostenta el mayor número de analogías de este nivel de abstracción.**

Las *Tablas VI.12.8 y VI.13.8*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar que las analogías que presentan nivel de abstracción concreto-concreto se han identificado, preferentemente, en aquellos textos que abordan contenidos de biología y/o geología (dos analogías de este nivel de abstracción identificadas en el texto de BYG de 3º ESO para el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" y una en el texto de Física de 2º de Bachillerato para el tema "*Electricidad*").

### **VII.2.6. Distribución de las analogías según la relación analógica**

Tal como se postuló en el apartado II.6.6 del capítulo II, la *relación analógica* es la *semejanza compartida* entre el análogo y el tópico. Cuando presentan semejanzas en la apariencia física externa o interna, la relación analógica es *estructural*. Cuando análogo y tópico presentan semejanzas en la función o en el comportamiento, la relación analógica es *funcional*. Cuando presentan ambos tipos de semejanza la relación analógica es *estructural-funcional*.

Se ha admitido, de una manera más explícita, lo siguiente:

1. Que la *relación analógica estructural* es la que presentan análogo y tópico cuando comparten semejanza superficial (componentes con apariencia física externa semejante) y semejanza estructural (nexos con apariencia física interna, es decir, con configuraciones similares, con relaciones o proporciones semejantes entre sus componentes).

2. Que la *relación analógica funcional* es la que presentan análogo y tópico cuando comparten semejanza semántica (nexos con significados semejantes, con estructuras de conexiones funcionales semejantes), motivo por el cual presentan una función o comportamiento semejantes.
3. Que existe *relación analógica estructural-funcional* cuando análogo y tópico comparten las semejanzas anteriores.

Investigaciones recientes (Goswami, 1992; Goswami y Brown, 1990) amparan que una analogía es efectiva al alumnado inexperto cuando éste puede construir con facilidad la trama o relación analógica entre el análogo y el tópico.

Vosniadou (1989b) afirma que los alumnos más inexpertos tienen menos dificultad en razonar analógicamente cuando los aspectos semejantes entre el análogo y el tópico se pueden detectar fácilmente, es decir, cuando entre el análogo y el tópico existe semejanza en la apariencia física externa; la semejanza superficial es más intuitiva y puede dirigir a los alumnos hacia el descubrimiento de los nexos relevantes que van a intervenir en el proceso de extrapolación.

Las manifestaciones anteriores llevan a aceptar que cuando los alumnos pertenecen a cursos inferiores y, por lo tanto, son inexpertos ya que tienen menos conocimiento sobre un tópico, la relación analógica estructural entre el análogo y el tópico facilita el razonamiento analógico.

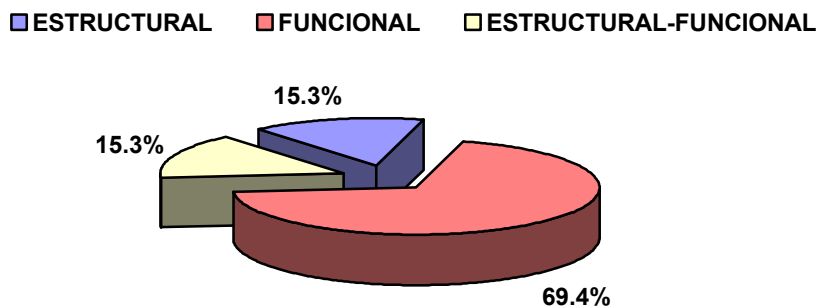
Pero las analogías efectivas o "analogías mejores" (capítulo II, apartado II.4) en el aprendizaje son aquellas en las que entre el análogo y el tópico existe, además de la semejanza estructural, gran semejanza semántica. Es decir, entre el análogo y el tópico debe existir una relación analógica funcional. De esta forma se evita que la semejanza superficial que existe entre el análogo y el tópico contribuya a que se transfieran nexos no relevantes para el aprendizaje.

Se puede afirmar entonces que, fundamentalmente para el alumnado de cursos inferiores, las "analogías mejores" para el aprendizaje son aquellas en las que entre el análogo y el tópico existe

una relación que combina las dos anteriores, es decir, una relación analógica estructural-funcional.

La *Tabla VI.10* muestra el número y el porcentaje de analogías de la presente investigación que se han identificado según la relación analógica. En ella se puede apreciar que, **de las 399 analogías de la muestra de la presente investigación, 61 (el 15.3%) presentan una relación analógica estructural, 277 (el 69.4%) una relación analógica funcional y 61 (el 15.3%) una relación analógica estructural-funcional. No existe, por lo tanto, una predilección de los autores y editores por las analogías en las que entre el análogo y el tópico se comparte semejanza estructural.**

El gráfico VII.26 permite apreciar de manera visible los porcentajes anteriores.



**Gráfico VII.26** Distribución de las analogías según la relación analógica

La *Tabla VI.10.1* muestra la distribución de las analogías por materia y ciclo según la relación analógica. Con los datos que en ella figuran se pueden calcular los porcentajes de analogías por materia, ciclo y nivel según la relación analógica. Los cálculos se muestran en los cuadros VII.80 y VII.81, y se han obtenido dividiendo cada una de las cantidades que figuran en la tabla por el número total de analogías presentes en cada uno de los tipos de semejanza compartida entre el análogo y el tópico (61 analogías que presentan relación analógica estructural, 277 que presentan relación analógica funcional y 61 que presentan relación analógica estructural-funcional).

Los datos que figuran en los cuadros VII.80 y VII.81 descubren que **el mayor número de analogías presentes en los textos, tanto de E.S.O. como de Bachillerato, son analogías en las que la relación analógica es funcional.**



RELACIÓN ANALÓGICA	CCNN	FYQ (ESO)	BYG (ESO)	TOTAL
E	12(19.7%)	8(13.1%)	18(29.5%)	38(62.3%)
F	63(22.7%)	47(17.0%)	37(13.3%)	147(53.0%)
E/F	10(16.4%)	16(26.2%)	6(9.84%)	32(52.4%)

**Cuadro VII.80** Distribución de las analogías por materia y ciclo en E.S.O. según la relación analógica

RELACIÓN ANALÓGICA	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	G BACH	CTMA BACH	TOTAL
E	8 (13.1%)	8 (13.1%)	3 (4.92%)	1 (1.64%)	3 (4.92%)	0	0	23 (37.7%)
F	28 (10.1%)	25 (9.02%)	31 (11.2%)	22 (7.94%)	23 (8.30%)	0	1 (0.36%)	130 (46.9%)
E/F	7 (11.5%)	6 (9.84%)	9 (14.7%)	3 (4.92%)	4 (6.56%)	0	0	29 (47.5%)

**Cuadro VII.81** Distribución de las analogías por materia en Bachillerato según la relación analógica

Además, el cuadro VII.80 refleja que existe una ligera tendencia a incorporar las analogías de relación analógica funcional en los textos que tratan contenidos de mayor nivel de abstracción, como los de FYQ. En las analogías de relación analógica estructural se observa preferencia por incorporarlas en los textos que tratan contenidos de menor nivel de abstracción, como los de BYG.

De un total de 61 analogías en las que la relación analógica es estructural-funcional, 32 (el 52.4%) se encuentran en textos de E.S.O. Este hecho pone de manifiesto que existe predisposición de los autores y editores por **facilitar el aprendizaje del alumnado de cursos inferiores al localizar más de la mitad de las analogías de relación analógica estructural-funcional en los libros de texto de E.S.O.**

Dentro de los textos de E.S.O., de las 32 analogías de relación analógica estructural-funcional, 10 (el 16.4%) se encuentran en los textos de CCNN, 16 (el 26.2%) en los textos de FYQ y 6 (el 9.84%) en los de BYG. Se puede afirmar, por tanto, que los autores y editores se han inclinado por presentar la mayor parte de las analogías de relación analógica estructural-funcional en los textos de los niveles más bajos de E.S.O. que presentan conceptos de mayor nivel de abstracción (textos de FYQ). Este hecho pone de manifiesto que dentro de los textos de E.S.O. no existe una clara tendencia por presentar las analogías de relación analógica estructural-funcional en los cursos más inferiores (primer ciclo). **Se pretende facilitar el aprendizaje en aquellos conceptos de mayor nivel de abstracción (como los de FYQ) que en otros de menor nivel de abstracción (como los de BYG).**

Los **textos de 2º de Bachillerato que ostentan el mayor número de analogías de relación analógica estructural-funcional son los de Física** (9 de 61, el 14.7%). En orden decreciente figuran los de FYQ de 1º de Bachillerato con 7 analogías (el 11.5%), los de BYG de 1º de Bachillerato con 6 (el 9.84%), los de Biología de 2º de Bachillerato con 4 (el 6.56%) y los de Química de 2º de Bachillerato con 3 (el 4.92%).

Se puede entrever que entre los textos de FYQ y BYG de 1º de Bachillerato, así como entre los de Biología y Química de 2º de Bachillerato no se observa tendencia por facilitar el aprendizaje en aquellos conceptos de mayor nivel de abstracción (como los de FYQ de 1º de Bachillerato o los de Química de 2º de Bachillerato) frente a otros de menor nivel de abstracción (como los de BYG de 1º de Bachillerato o Biología de 2º de Bachillerato).

Las *Tablas VI.12 y VI.13*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", muestran como están distribuidas las analogías de estos dos temas según la relación analógica. Permiten corroborar algunas de las afirmaciones que se han hecho hasta el momento.

Tanto en una tabla como en otra se confirma que el mayor porcentaje de analogías presenta relación analógica funcional. De un total de 58, 38 (el 65.5%) en la *Tabla VI.12* correspondiente al tema "*Electricidad*", y de un total de 54, 35 (el 64.8%) en la *Tabla VI.13* correspondiente al tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*".

La *Tabla VI.12* correspondiente al tema "*Electricidad*" muestra 17 analogías (el 29.3%) que presentan relación analógica estructural-

funcional, frente a las 5 analogías (el 9.26%) de la *Tabla VI.13*. Este hecho se justifica por la ya mencionada predisposición a facilitar en E.S.O. el aprendizaje de los conceptos de mayor nivel de abstracción (como los de FYQ de E.S.O., a los que se dedica en la *Tabla VI.12* un total de 7 analogías de relación analógica estructural-funcional) frente a los de menor nivel de abstracción (como los de BYG de E.S.O., a los que se dedica en la *Tabla VI.13* un total de 2 analogías de relación analógica estructural-funcional) y por el elevado número, ya citado, de analogías de relación analógica estructural-funcional que ostentan los textos de Física de 2º de Bachillerato (5, en la *Tabla VI.12*).

A continuación se realiza el análisis de la distribución de las analogías según la relación analógica en cada una de las editoriales.

A partir de la *Tabla VI.10* de distribución de las analogías según la relación analógica se pueden determinar los porcentajes de cada una de las editoriales, tal como refleja el cuadro VII.82 y el gráfico VII.27.

EDITORIAL	E	F	E/F	TOTAL (%)
ECIR	13(13.8%)	70(74.5%)	11(11.7%)	100
EDEBÉ	7(18.4%)	28(73.7%)	3(7.89%)	100
ANAYA	7(13.0%)	39(72.2%)	8(14.8%)	100
MGH	3(16.7%)	13(72.2%)	2(11.1%)	100
SM (I)	9(12.9%)	54(77.1%)	7(10.0%)	100
SM (T)	6(10.1%)	46(78.0%)	7(11.9%)	100
OXFORD	11(18.0%)	36(59.0%)	14(22.9%)	100
SANTILLANA	9(20.0%)	24(53.3%)	12(26.7%)	100

**Cuadro VII.82 Distribución de las analogías según su relación analógica**

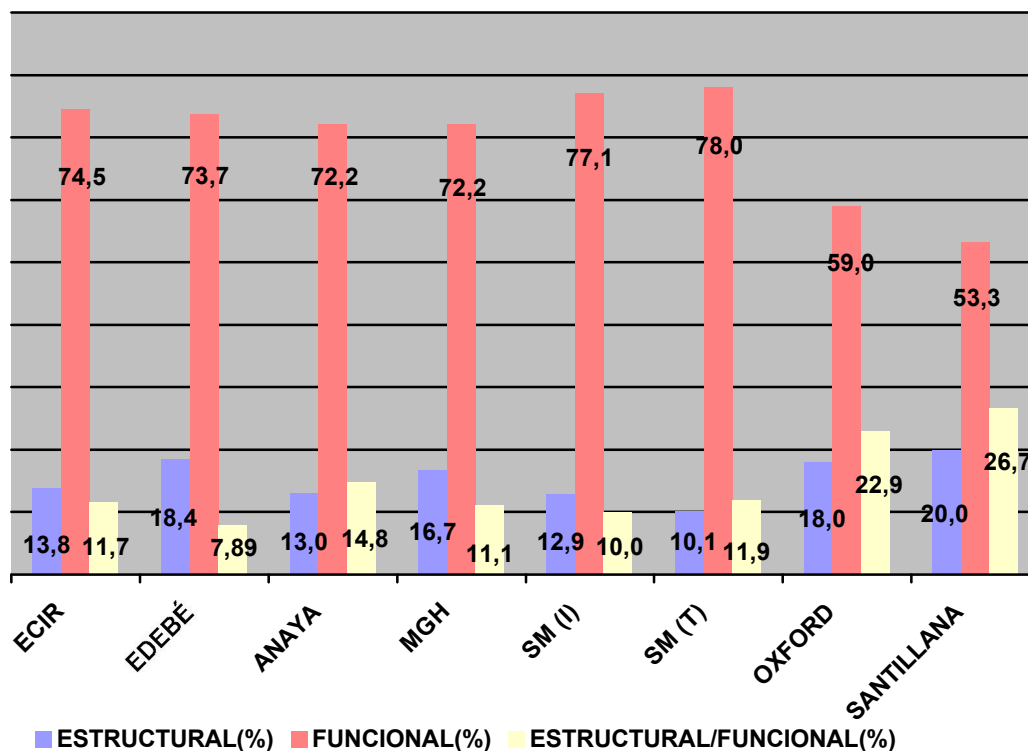


Gráfico VII.27 Distribución de las analogías según su relación analógica

El cuadro VII.82 y el gráfico VII.27 ponen de manifiesto que **en cada una de las editoriales de la muestra de investigación la mayor parte de las analogías muestran una relación analógica funcional.**

La **Editorial ECIR** (cuadro VII.82 y gráfico VII.27), de un total de 94 analogías, presenta 13 (el 13.8%) con relación analógica estructural, 70 (el 74.5%) con relación analógica funcional y 11 (el 11.7%) con relación analógica estructural-funcional.

La *Tabla VI.10.2* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.83 y VII.84.

EDITORIAL ECIR	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
E	5(38.5%)	1(7.69%)	5(38.5%)	11(84.7%)
F	16(22.9%)	15(21.4%)	9(12.9%)	40(57.2%)
E/F	1(9.09%)	3(27.3%)	2(18.2%)	6(54.6%)

**Cuadro VII.83** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica en E.S.O. en la Editorial ECIR

EDITORIAL ECIR	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
E	1 (7.69%)	1 (7.69%)	0	0	0	2 (15.4%)
F	8 (11.4%)	3 (4.29%)	9 (12.9%)	4 (5.71%)	6(8.57%)	30 (42.9%)
E/F	4 (36.4%)	0	0	1 (9.09%)	0	5 (45.5%)

**Cuadro VII.84** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica en Bachillerato en la Editorial ECIR

El cuadro VII.83 refleja que 6 de las 11 (el 54.6%) analogías con relación analógica estructural-funcional se encuentran en los textos de E.S.O. Dentro de éstos, 1 (el 9.09%) se encuentra en la materia de CCNN, 3 (el 27.3%) en FYQ y 2 (el 18.2%) en BYG. Estos datos ponen de manifiesto que los autores y editores **muestran preferencia por facilitar el aprendizaje mediante analogías de relación analógica estructural-funcional en los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria y en aquellos conceptos de mayor nivel de abstracción, como los de FYQ.** No existe, sin embargo, predisposición por localizar en los textos de CCNN la mayor parte de estas analogías.

De las 13 analogías que presentan relación estructural, 11 (el 84.7%) se han identificado en los textos de E.S.O.(cuadro VII.83) y, dentro de ellos, 5 (el 38.5%) se encuentran en los textos de CCNN, 1 (7.69%) en los textos de FYQ y 5 (38.5%) en los textos de BYG.

Por otro lado, entre las analogías que presentan relación analógica funcional (cuadros VII.83 y VII.84), 15 (el 21.4%) se encuentran en los textos de FYQ de E.S.O. frente a 9 (12.9%) que se encuentran en los de BYG de E.S.O., 8 (el 11.4%) en FYQ de 1º de Bachillerato frente a 3 (el 4.29%) en BYG de 1º de Bachillerato y 9 (12.9%), el mayor porcentaje de este tipo de analogías que ostenta un libro de texto, en el texto de Física de 2º de Bachillerato.

Son datos que evidencian que **la mayoría de las analogías de relación analógica estructural se han identificado en los textos que tratan contenidos de menor nivel de abstracción, como los de CCNN y de BYG, mientras que la mayoría de las analogías que presentan relación analógica funcional se han identificado en los textos que tratan contenidos con mayor nivel de abstracción, como los de FYQ o Física.**

El cuadro VII.84 refleja que **se intenta facilitar el aprendizaje mediante analogías de relación analógica estructural-funcional en los conceptos de mayor nivel de abstracción del Bachillerato, como los de FYQ de 1º de Bachillerato** (4 analogías, el 36.4%), frente a los de menor nivel de abstracción, como los de BYG (ninguna analogía).

Las *Tablas VI.12.1 y VI.13.1*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar algunas de las afirmaciones anteriores.

En el tema "*Electricidad*", donde se abordan conceptos de gran nivel de abstracción, queda patente que la mayor cantidad de analogías (12, de un total de 18) presentan relación analógica funcional.

En el tema *La Tierra y el Universo. Geodinámica externa e interna*, donde se abordan conceptos de menor nivel de abstracción, es significativo que 5 analogías, de un total de 12, presenten relación analógica estructural.

Si se compara un tema con otro, en el de *Electricidad* figura que se han identificado 6 analogías de relación analógica estructural-funcional y en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" sólo 1. Estos datos revelan que existe predisposición por facilitar el aprendizaje de los conceptos de mayor nivel de abstracción mediante las analogías de relación analógica estructural-funcional.

La **Editorial EDEBÉ** (cuadro VII.82 y gráfico VII.27), de un total de 38 analogías, presenta 7 (el 18.4%) con relación analógica estructural, 28 (el 73.7%) con relación analógica funcional y 3 (el 7.89%) con relación analógica estructural-funcional. **Es la editorial que ostenta el menor porcentaje de analogías con relación analógica estructural-funcional.**

La *Tabla VI.10.3* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.85 y VII.86.

EDITORIAL EDEBÉ	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
E	2(28.6%)	0	5(71.4%)	7(100%)
F	6(21.4%)	4(14.3%)	7(25.0%)	17(60.7%)
E/F	0	2(66.7%)	0	2(66.7%)

**Cuadro VII.85** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica en E.S.O. en la Editorial EDEBÉ

EDITORIAL EDEBÉ	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
E	0	0	0	0	0	0
F	1 (3.57%)	0	3 (10.7%)	3 (10.7%)	4 (14.3%)	11 (39.3%)
E/F	0	0	0	1 (33.3%)	0	1 (33.3%)

**Cuadro VII.86** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica en Bachillerato en la Editorial EDEBÉ

El cuadro VII.85 refleja que 2 de las 3 (el 66.7%) analogías con relación analógica estructural-funcional se encuentran en los textos de E.S.O., concretamente en los textos de FYQ.

Son datos que confirman que la editorial **muestra poca predisposición a utilizar las analogías de relación analógica estructural-funcional en sus textos**. El hecho de que 2 de las 3 analogías figuren en textos FYQ de E.S.O. indica que **existe preferencia por facilitar el aprendizaje mediante este tipo de analogías en los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria y en aquellos conceptos de mayor nivel de abstracción, como los de FYQ**.

Las 7 analogías que presentan relación estructural se han identificado en los textos de E.S.O.(cuadro VII.85) y, dentro de ellos, 2 (el 28.6%) se encuentran en los textos de CCNN y 5 (el 71.4%) en los textos de BYG. Por otro lado, entre las analogías que presentan relación analógica funcional (cuadros VII.85 y VII.86), 4 (el 14.3%) se encuentran en los textos de FYQ de E.S.O. frente a 7 (25.0%) que se encuentran en los de BYG de E.S.O., 1 (el 3.57%) en FYQ de 1º de Bachillerato frente a ninguna en BYG de 1º de Bachillerato.

**Son datos que evidencian que la mayoría de las analogías de relación analógica estructural se han identificado en los textos que tratan contenidos de menor nivel de abstracción, como los**

de CCNN y de BYG y que la mayoría de las analogías que presentan relación analógica funcional no se han identificado, preferentemente, en los textos que tratan contenidos con mayor nivel de abstracción, como los de FYQ, Física o Química.

Las Tablas VI.12.2 y VI.13.2, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar algunas de las afirmaciones anteriores. Si se compara un tema con otro, en el de "*Electricidad*" figura que se han identificado 5 analogías de relación analógica funcional y ninguna estructural, mientras que en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" se han identificado 3 estructurales y 3 funcionales.

Los datos anteriores permiten afirmar lo siguiente:

- Que existe predisposición por localizar las analogías de relación analógica estructural en los textos que abordan conceptos de menor nivel de abstracción, como los que abordan conceptos de biología y/o geología.
- Que las analogías funcionales se encuentran presentes tanto en los textos que abordan conceptos de mayor nivel de abstracción como en los que abordan conceptos más concretos (5 en el tema "*Electricidad*" y 3 en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*").

La **Editorial ANAYA** (cuadro VII.82 y gráfico VII.27), de un total de 54 analogías, presenta 7 (el 13.0%) con relación analógica estructural, 39 (el 72.2%) con relación analógica funcional y 8 (el 14.8%) con relación analógica estructural-funcional.

La *Tabla VI.10.4* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.87 y VII.88.

EDITORIAL ANAYA	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
E	0	0	2(28.6%)	2(28.6%)
F	8(20.5%)	4(10.2%)	3(7.69%)	15(38.4%)
E/F	2(25.0%)	0	1(12.5%)	3(37.5%)

**Cuadro VII.87** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica en E.S.O. en la Editorial ANAYA



EDITORIAL ANAYA	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	CTMA BACH	TOTAL BACH
E	1 (14.3%)	2 (28.6%)	0	0	2 (28.6%)	0	5 (71.5%)
F	3 (7.69%)	5 (12.8%)	4 (10.2%)	5 (12.8%)	6 (15.4%)	1 (2.56%)	24 (61.4%)
E/F	0	0	2 (25.0%)	1 (12.5%)	2 (25.0%)	0	5 (62.5%)

**Cuadro VII.88 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación en Bachillerato en la Editorial ANAYA**

El cuadro VII.87 refleja que 3 de las 8 (el 37.5%) analogías con relación analógica estructural-funcional se encuentran en los textos de E.S.O., concretamente en los textos de CCNN (2, el 25.0%) y en los de BYG (1, el 12.5%) . Manifiesta la poca disposición a **utilizar este tipo de analogías en los textos de E.S.O. para facilitar el aprendizaje a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria.** El hecho de que ninguna de las 3 analogías figuren en textos FYQ de E.S.O. indica **que no existe preferencia por facilitar el aprendizaje mediante este tipo de analogías en aquellos conceptos de mayor nivel de abstracción, como los de FYQ.**

De las 7 analogías que presentan relación estructural, 2 (el 28.6%) se han identificado en los textos de E.S.O.(cuadro VII.87) y, dentro de ellos, en los textos de CCNN. Las otras 5 (cuadro VII.88) se han identificado en los textos de FYQ (1, el 14.3%) y BYG (2, el 28.6%) de 1º de Bachillerato, y en el de Biología de 2º de Bachillerato (2, el 28.6%).

Por otro lado, entre las analogías que presentan relación analógica funcional (cuadros VII.87 y VII.88), 4 (el 10.2%) se encuentran en los textos de FYQ de E.S.O. frente a 3 (7.69%) que se encuentran en los de BYG de E.S.O., y 3 (el 7.69%) en FYQ de 1º de Bachillerato frente a 5 (el 12.8%) en BYG de 1º de Bachillerato.

Los datos anteriores desvelan que **la mayoría de las analogías de relación analógica estructural se encuentran en los textos que tratan contenidos de menor nivel de abstracción, como los de CCNN y de BYG** y que la mayoría de las analogías que presentan relación analógica funcional no se han identificado, preferentemente, en los textos que tratan contenidos con mayor nivel de abstracción, como los de FYQ, Física o Química.

Las *Tablas VI.12.3 y VI.13.3*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar, al comparar un tema con otro, que las analogías de relación analógica funcional no se han identificado, preferentemente, en los textos que tratan contenidos con mayor nivel de abstracción (en el tema "*Electricidad*" figuran 2 analogías de relación analógica funcional, mientras que en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" se han identificado 3).

La **Editorial MGH** (cuadro VII.82 y gráfico VII.27), de un total de 18 analogías, presenta 3 (el 16.7%) con relación analógica estructural, 13 (el 72.2%) con relación analógica funcional y 2 (el 11.1%) con relación analógica estructural-funcional.

La *Tabla VI.10.5* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.89 y VII.90.

EDITORIAL MGH	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
E	0	1(33.3%)	0	1(33.3%)
F	4(30.8%)	4(30.8%)	1(7.69%)	9(69.3%)
E/F	1(50.0%)	1(50.0%)	0	2(100%)

**Cuadro VII.89** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica en E.S.O. en la Editorial MGH

EDITORIAL MGH	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
E	1 (33.3%)	1 (33.3%)	0	0	0	2 (66.6%)
F	0	0	4 (30.8%)	0	0	4 (30.8%)
E/F	0	0	0	0	0	0

**Cuadro VII.90** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica en Bachillerato en la Editorial MGH

El cuadro VII.89 refleja que las dos analogías (el 100.0%) que presentan relación analógica estructural-funcional se encuentran en los textos de E.S.O., concretamente en los textos de CCNN (1, el 50.0%) y en los de FYQ (1, el 50.0%) . Esta editorial es, por tanto, **la que menor cantidad de analogías con relación analógica estructural-funcional ha empleado en sus textos**. Además, se inclina por **utilizar este tipo de analogías en los textos de E.S.O.** para facilitar el aprendizaje a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria.

De las tres analogías que presentan relación estructural, una (el 33.3%) se ha identificado en la materia de FYQ de E.S.O.(cuadro VII.89). Las otras dos (cuadro VII.90) se han identificado en los textos de FYQ (1, el 33.3%) y BYG (1, el 33.3%) de 1º de Bachillerato. Por otro lado, entre las analogías que presentan relación analógica funcional (cuadros VII.89 y VII.90), cuatro (el 30.8%) se encuentran en los textos de FYQ de E.S.O. frente a una (7.69%) que se encuentra en los de BYG de E.S.O., y cuatro (el 30.8%) en Física de 2º de Bachillerato. Las cuatro restantes (el 30.8%) se encuentran en los textos de CCNN.

Son datos que no reflejan que la mayoría de las analogías de relación analógica estructural se encuentren en los textos que tratan contenidos de menor nivel de abstracción, como los de CCNN y de BYG. Si ponen de manifiesto que **la mayoría de las analogías que presentan relación analógica funcional se han identificado en los textos que tratan contenidos con mayor nivel de abstracción, como los de FYQ y Física.**

Las *Tablas VI.12.4 y VI.13.4*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar, al comparar un tema con otro, que las analogías de relación analógica funcional se han identificado, preferentemente, en los textos que tratan contenidos con mayor nivel de abstracción (en el tema "*Electricidad*" figuran cuatro analogías de relación analógica funcional y en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" se han identificado dos).

La **Editorial SM** (cuadro VII.82 y gráfico VII.27) destaca, fundamentalmente, por ser **la que ostenta los mayores porcentajes de analogías con relación analógica funcional de la muestra de investigación** (77.1% en SM (I) y 78.0% en SM (T)).

En la línea SM (I), de un total de 70 analogías, presenta 9 (el 12.9%) con relación analógica estructural, 54 (el 77.1%) con relación

analógica funcional y 7 (el 10.0%) con relación analógica estructural-funcional.

En la línea SM (T), de un total de 59 analogías, presenta 6 (el 10.1%) con relación analógica estructural, 46 (el 78.0%) con relación analógica funcional y 7 (el 11.9%) con relación analógica estructural-funcional.

Las *Tablas VI.10.6* y *VI.10.7* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica permiten calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.91, VII.92 y VII.93.

EDITORIAL SM (I)	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
E	1(11.1%)	2(22.2%)	2(22.2%)	5(55.5%)
F	9(16.7%)	5(9.26%)	7(13.0%)	21(39.0%)
E/F	0	3(42.9%)	1(14.3%)	4(57.2%)

**Cuadro VII.91** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica en E.S.O. en la Editorial SM

EDITORIAL SM (T)	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
E	0	1(16.7%)	1(16.7%)	2(33.4%)
F	9(19.6%)	4(8.69%)	0	13(28.3%)
E/F	2(28.6%)	2(28.6%)	0	4(57.2%)

**Cuadro VII.92** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica en E.S.O. en la Editorial SM

EDITORIAL SM (BACH)	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
E	1 (9.09%)	2 (18.2%)	0	1 (9.09%)	0	4 (36.4%)
F	8 (11.9%)	11 (16.4%)	4 (5.97%)	8 (11.9%)	2 (2.98%)	33 (49.1%)
E/F	1 (9.09%)	2 (18.2%)	0	0	0	3 (27.3%)

**Cuadro VII.93** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica en Bachillerato en la Editorial SM

Los cálculos de las materias de E.S.O. se han realizado contabilizando las cantidades totales de analogías, en cada uno de sus formatos, que figuran en la *Tabla VI.10.6* para la línea SM (I) y en la *Tabla VI.10.7* para la línea SM (T).

En las materias de Bachillerato se han contabilizado como cantidades totales de analogías en los diferentes formatos la suma de las que figuran en la línea SM (I) con las que figuran en la línea SM (T) en las materias de la E.S.O., y con las que figuran en las materias de Bachillerato. Son las siguientes: 11 analogías con relación analógica estructural, 67 con relación analógica funcional y 11 con relación analógica estructural-funcional.

El cuadro VII.91 refleja que de las 7 analogías que presentan relación analógica estructural-funcional en SM (I), 4 (el 57.2%) se encuentran en textos de E.S.O. distribuidas de la siguiente manera: 3 (42.9%) en FYQ y 1 (14.3%) en BYG. En SM (T) se han identificado, también, 7 analogías de relación analógica estructural-funcional de las que 4 (el 57.2%) se encuentran en los textos de E.S.O., distribuidas de la siguiente manera: 2 (28.6%) en CCNN y 2 (28.96%) en FYQ.

Estos datos permiten afirmar que, tanto en SM (I) como en SM (T), la editorial se decanta por **utilizar este tipo de analogías en los textos de E.S.O. para facilitar el aprendizaje a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria**. Sin embargo, no se decanta por utilizarlas en los textos de CCNN.

Los datos anteriores también revelan que, dentro de la E.S.O., en cualquiera de las dos líneas la editorial se inclina por localizar **las analogías de relación analógica estructural-funcional en los textos de FYQ frente a los de BYG**.

Los cuadros VII.91, VII.92 y VII.93 no evidencian que la mayoría de las analogías de relación analógica estructural se encuentren en los textos que tratan contenidos de menor nivel de abstracción, como los de CCNN y de BYG. Tampoco ponen de manifiesto que la mayoría de las analogías que presentan relación analógica funcional se localicen en los textos que tratan contenidos con mayor nivel de abstracción, como los de FYQ, Física o Química.

Las *Tablas VI.12.5, VI.12.6, VI.13.5 y VI.13.6*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "Electricidad" y "La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna", corroboran, al comparar un tema con otro, que las analogías de relación analógica funcional no se han identificado, preferentemente, en los textos que tratan contenidos con mayor nivel de abstracción (en

el tema "*Electricidad*" figuran dos analogías en SM (I) y tres en SM (T) de relación analógica funcional y en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" se han identificado cinco en SM (I), tres en SM (T) y cinco en los textos de Bachillerato comunes a las dos líneas).

La **Editorial OXFORD** (cuadro VII.82 y gráfico VII.27), de un total de 61 analogías, presenta 11 (el 18.0%) con relación analógica estructural, 36 (el 59.0%) con relación analógica funcional y 14 (el 22.9%) con relación analógica estructural-funcional.

La *Tabla VI.10.8* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.94 y VII.95.

EDITORIAL OXFORD	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
E	2(18.2%)	2(18.2%)	0	4(36.4%)
F	7(19.4%)	7(19.4%)	5(13.9%)	19(52.7%)
E/F	4(28.6%)	4(28.6%)	1(7.14%)	9(64.3%)

**Cuadro VII.94** *Distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica en E.S.O. en la Editorial OXFORD*

EDITORIAL OXFORD	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	B BACH	TOTAL BACH
E	3 (27.3%)	1 (9.09%)	2 (18.2%)	1 (9.09%)	7 (63.7%)
F	7 (19.4%)	2 (5.55%)	6 (16.7%)	2 (5.55%)	17 (47.2%)
E/F	1 (7.14%)	1 (7.14%)	2 (14.3%)	1 (7.14%)	5 (35.7%)

**Cuadro VII.95** *Distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica en Bachillerato en la Editorial OXFORD*

El cuadro VII.94 refleja que de las 14 analogías que presentan relación analógica estructural-funcional, 9 (el 64.3%) se encuentran en los textos de E.S.O., concretamente en los textos de CCNN (4, el 28.6%), en los de FYQ (4, el 28.6%) y en los de BYG (1, el 7.14%). Manifiesta que la editorial se inclina por **utilizar este tipo de analogías en los textos de E.S.O., y dentro de ellos, en los de**

**FYQ frente a los de BYG.** Se esfuerza, por tanto, en facilitar el aprendizaje a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria y el aprendizaje de aquellos conceptos de mayor nivel de abstracción como los de FYQ. No muestra, sin embargo, preferencia por localizar estas analogías en los textos de CCNN.

De las 11 analogías que presentan relación estructural, 2 (el 18.2%) se han identificado en la materia de FYQ de E.S.O. y otras dos (18.2%) en la de CCNN.(cuadro VII.94). Las restantes (cuadro VII.95) se han identificado en los textos siguientes: 3 (el 27.3%) en FYQ de 1º de Bachillerato, 1 (el 9.09%) en BYG de 1º de Bachillerato, 2 (el 18.2%) en Física de 2º de Bachillerato y 1 (el 9.09%) en Biología de 2º de Bachillerato.

Entre las analogías que presentan relación analógica funcional (cuadros VII.94 y VII.95), 7 (el 19.4%) se encuentran en los textos de FYQ de E.S.O. frente a 5 (13.9%) que se encuentran en los de BYG de E.S.O., y 7 (el 19.4%) en FYQ de 1º de Bachillerato frente a 2 (el 5.55%) en BYG de 1º de Bachillerato. El texto de Física de 2º de Bachillerato, con seis analogías de relación analógica funcional (el 16.7%), es el que ostenta el mayor porcentaje de analogías de este tipo.

Queda patente que la mayoría de las analogías de relación analógica estructural se encuentren en los textos que tratan contenidos de menor nivel de abstracción, como los de CCNN y de BYG. **La mayoría de las analogías que presentan relación analógica funcional se encuentran en los textos que tratan contenidos con mayor nivel de abstracción, como los de FYQ y Física.**

Las *Tablas VI.12.7 y VI.13.7*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar, al comparar un tema con otro, que las analogías de relación analógica estructural-funcional se han identificado, preferentemente, en los textos que tratan contenidos con mayor nivel de abstracción (en el tema "*Electricidad*" figuran cuatro analogías de relación analógica estructural-funcional y en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" sólo una).

La **Editorial SANTILLANA** (cuadro VII.82 y gráfico VII.27), de un total de 45 analogías, presenta 9 (el 20.0%) con relación analógica estructural, 24 (el 53.3%) con relación analógica funcional y 12 (el 26.7%) con relación analógica estructural-funcional. **Es la editorial**

que presenta el mayor porcentaje de analogías con relación analógica estructural, el menor porcentaje con relación analógica funcional y el mayor porcentaje con relación analógica estructural-funcional.

La Tabla VI.10.9 de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.96 y VII.97.

EDITORIAL SANTILLANA	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
E	2(22.2%)	1(11.1%)	3(33.3%)	6(66.6%)
F	4(16.7%)	4(16.7%)	5(20.8%)	13(54.2%)
E/F	0	1(8.33%)	1(8.33%)	2(16.7%)

**Cuadro VII.96** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica en E.S.O. en la Editorial SANTILLANA

EDITORIAL SANTILLANA	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	G BACH	TOTAL BACH
E	1 (11.1%)	1 (11.1%)	1 (11.1%)	0	0	0	3 (33.3%)
F	1 (4.17%)	4 (16.7%)	1 (4.17%)	2 (8.33%)	3 (12.5%)	0	11 (45.9%)
E/F	1 (8.33%)	3 (25.0%)	5 (41.7%)	0	1 (8.33%)	0	10 (83.4%)

**Cuadro VII.97** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su relación analógica en Bachillerato en la Editorial SANTILLANA

El cuadro VII.96 refleja que de las 12 analogías que presentan relación analógica estructural-funcional, 2 (el 16.7%) se encuentran en los textos de E.S.O., concretamente una (el 8.33%) en la materia de FYQ y la otra (el 8.33%) en la de BYG. Estos datos muestran que esta editorial no se decanta por **utilizar este tipo de analogías en los textos de E.S.O. ni tampoco, dentro de ellos, en los de CCNN o en los de FYQ. Revelan, en este sentido, la escasa disponibilidad por facilitar el aprendizaje de los conceptos de mayor nivel de abstracción a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria.**

El cuadro VII.97 revela que el texto de Física de 2º de Bachillerato, con cinco analogías de relación analógica estructural-funcional (el 41.7%) es el que ostenta la mayor cantidad de analogías de este tipo.



De las 9 analogías que presentan relación estructural, 2 (el 22.2%) se han identificado en la materia de CCNN, 1 (el 11.1%) en la materia de FYQ de E.S.O. y 3 (el 33.3%) en BYG (cuadro VII.1.95). Las restantes (cuadro VII.1.96) se han identificado en los textos de FYQ (1, el 11.1%), BYG (1, el 11.1%) de 1º de Bachillerato, y Física (1, el 11.1%) y Química (2, el 8.33%) de 2º de Bachillerato.

Descubren, por tanto, **que la mayoría de las analogías de relación analógica estructural se encuentran en los textos de E.S.O., y en aquellos que tratan contenidos de menor nivel de abstracción, como los de CCNN y de BYG.**

Por otro lado, entre las analogías que presentan relación analógica funcional (cuadros VII.96 y VII.97), 4 (el 16.7%) se encuentran en los textos de FYQ de E.S.O. frente a 5 (20.8%) que se encuentran en los de BYG de E.S.O., y 1 (el 4.17%) en FYQ de 1º de Bachillerato frente a 4 (el 16.7%) en BYG de 1º de Bachillerato. Estos datos ponen de manifiesto que no existe inclinación por localizar las analogías que presentan relación analógica funcional en los textos que tratan contenidos con mayor nivel de abstracción, como los de FYQ, Física y Química.

Las *Tablas VI.12.8 y VI.13.8*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar, al comparar un tema con otro, que no existe predisposición por localizar las analogías de relación analógica funcional en los textos en los que se aborda el tema "*Electricidad*", textos que tratan contenidos con mayor nivel de abstracción (en el tema "*Electricidad*" se han identificado cuatro analogías de relación analógica funcional y en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", tres).

### **VII.2.7 Distribución de las analogías según el nivel de enriquecimiento**

El nivel de enriquecimiento de una analogía, según se manifestó en el apartado II.6.7 del capítulo II, es la extensión con que el autor del libro de texto describe las comparaciones entre los distintos componentes y nexos del análogo y del tópico. Las analogías se clasifican, según su nivel de enriquecimiento, en *simples, enriquecidas, enriquecidas con limitaciones y extendidas*.

Muchas analogías se muestran con una simple frase en la que figura el análogo, el tópico y un conector tal como "es parecido a", "es semejante a", o "es análogo a". Está ausente en este caso la descripción o explicación de las comparaciones entre el análogo y el tópico, motivo por el que la analogía se denomina analogía simple. El tópico es parecido al análogo, sin más explicaciones, como algo obvio. Por el contrario, las analogías enriquecidas describen (explican) las semejanzas entre el análogo y el tópico. Indican algunas matizaciones de los componentes y nexos que intervienen en el proceso de comparación.

Cuando en una analogía se especifica la limitación que presenta alguna de las comparaciones propuestas, dicha limitación se considera como un ejemplo de enriquecimiento y la analogía se denomina enriquecida con limitaciones tipo EL1.

Si lo que se especifica es la limitación que presenta alguna de las posibles comparaciones entre el análogo y el tópico que no se han propuesto en la puesta en acción de la analogía, dicha limitación se considera también un ejemplo de enriquecimiento y se denomina enriquecida con limitaciones tipo EL2.

Por tanto, se trata de advertir a los alumnos de las limitaciones de las comparaciones que se han propuesto y de aquellas comparaciones que no se deben establecer entre el análogo y el tópico. Cuando se especifican las limitaciones entre comparaciones propuestas y entre comparaciones no propuestas, la analogía es enriquecida con limitaciones del tipo EL1-EL2.

Existen analogías en las que se emplean varios análogos para explicar un único tópico, o un único análogo para explicar varios tópicos. Estas analogías se consideran enriquecidas, como las anteriores, y reciben el nombre de analogías extendidas. En el primer caso la analogía es extendida en el análogo mientras que en el segundo lo es en el tópico.

La *Tabla VI.11* muestra el número y el porcentaje de analogías de la presente investigación que se han identificado en cada uno de los distintos niveles de enriquecimiento.

El gráfico VII.28 permite valorar de manera palpable los porcentajes concernientes a las analogías *simples* y analogías *enriquecidas* que figuran en dicha tabla. Refleja que de un total de 399 analogías, 230 (el 57.6%) son simples y 169 (el 42.4%) son enriquecidas. **Las analogías simples son, por tanto, las más abundantes.**

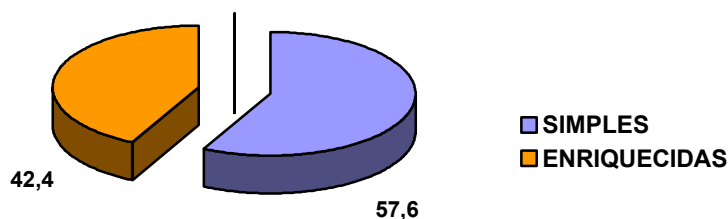


Gráfico VII.28 Distribución de las analogías según su enriquecimiento

El uso de analogías simples en los textos presupone que es el alumno el que debe esclarecer la trama o relación analógica, buscando las semejanzas entre el análogo y el tópico. Por este motivo las analogías simples se deben emplear sólo en los casos donde la relación analógica es obvia y necesita poca o ninguna explicación.

Las analogías simples dejan a los alumnos en libertad para llegar a sus propias conclusiones sobre el contenido del tópico, por lo que su gran abundancia pone de manifiesto que las editoriales han infravalorado que cuando la analogía se emplea en un texto sin explicarla, la comprensión del tópico puede ser incompleta y/o incorrecta debido a las dificultades que pueden encontrar los alumnos en el proceso de extrapolación. El uso frecuente de analogías simples puede llevar a los alumnos a tener errores conceptuales.

En realidad, los autores parecen utilizar algunas analogías simples, más que como una estrategia de aprendizaje, como un elemento de recreación o sorpresa. Se obvia de esta manera la explicación de las semejanzas entre el análogo y el tópico y la necesidad que tienen los alumnos de ver la conexión entre el análogo y el tópico. **Han subestimado que las analogías fructíferas requieren de una orientación muy importante por parte del libro de texto.**

La *Tabla VI.11* también muestra el porcentaje de analogías de la presente investigación que se han identificado como *enriquecidas con limitaciones*. El gráfico VII.29 permite valorar de manera palpable estos porcentajes.

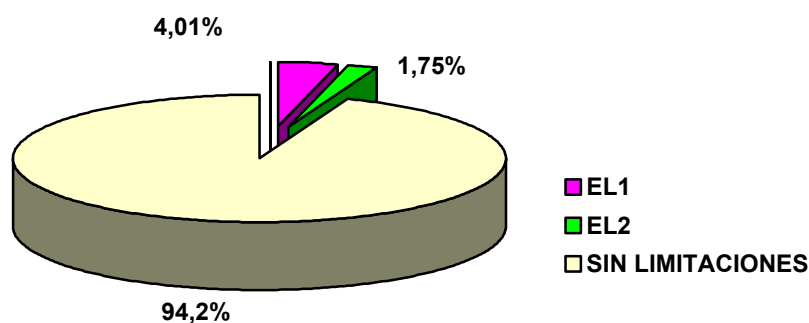


Gráfico VII.29 Distribución de las analogías según su enriquecimiento

Manifiesta que, de un total de 399 analogías, las analogías con limitaciones son muy escasas ya que 16 (el 4.01%) son enriquecidas con limitaciones tipo EL1, y 7 (el 1.75%) son enriquecidas con limitaciones tipo EL2. Estos porcentajes indican que son más frecuentes las limitaciones de comparaciones que se han explicitado entre el análogo y el tópico que las limitaciones entre comparaciones que no se han explicitado. Revelan el **poco valor que los autores y editores atribuyen a la presencia de advertencias en los libros de texto sobre las limitaciones de las comparaciones entre el análogo y el tópico**. No han considerado la posibilidad de que los alumnos piensen que la analogía está basada en comparaciones exactas entre el análogo y el tópico y que no existen, por tanto, características estructurales diferentes entre ambos (Duit, 1991). Han subestimado los posibles errores conceptuales que se pueden generar en el alumnado a partir del establecimiento de comparaciones inadecuadas entre el análogo y el tópico como consecuencia de no advertirles de las limitaciones de la analogía (Zook, 1991; Gentner, 1982, 1983).

No se han encontrado en los libros de texto analogías enriquecidas del tipo EL1-EL2. Tampoco analogías enriquecidas y con limitaciones del tipo EL2, por lo que las analogías identificadas como tal son analogías simples.

Cuando las analogías se usan en el aula, el profesor puede detectar si se han establecido o no las comparaciones entre los nexos relevantes del análogo y del tópico a partir de la discusión y el *feedback* que se establece en el aula. Esto no sucede cuando un alumno lee el libro de texto. Los autores y editores tienen, por tanto, que poner una atención especial en el nivel de detalle y discusión al utilizar las analogías y no

deben asumir que los alumnos son capaces de efectuar la transferencia analógica correcta sin ayuda. Deben describir en el libro de texto la trama o relación analógica entre nexos semejantes del análogo y del tópico, así como las limitaciones que conlleva el uso de la analogía, para facilitar la comprensión, extracción y transferencia de conocimiento y evitar los posibles errores conceptuales.

La *Tabla VI.11* muestra que de un total de 399 analogías 24 ( el 6.01%) son extendidas, 22 de ellas en el análogo (el 5.51%) y dos en el tópico (0.50%).

Las analogías extendidas en el análogo aportan la garantía de que alguno de los análogos seleccionados sea familiar y, por tanto, pueda dar lugar a una analogía efectiva, fácilmente asimilable a la estructura de conocimiento del alumno. La probabilidad de que el alumno conozca el análogo y que no tenga errores conceptuales sobre él para que tenga lugar el razonamiento analógico (Duit, 1991) es mayor cuando en la analogía se emplea más de un análogo. Además, la probabilidad de que el conocimiento del análogo por parte de los alumnos sea escaso y, por lo tanto, pueda generar errores conceptuales (Zook, 1991 y Gentner, 1982, 1983) es menor cuando se emplean analogías extendidas en el análogo.

**Estas argumentaciones han tenido poco eco en las editoriales de la presente muestra de investigación si se tiene en cuenta que sólo el 5.55% de las analogías identificadas son extendidas en el análogo.**

Cuando se tiene confianza de que un análogo es bastante familiar y conocido por los alumnos y, además, que presenta gran semejanza con varios tópicos, se puede emplear para explicar más de un concepto. Un ejemplo de ello se tiene en el "circuito hidráulico", análogo muy útil para explicar conceptos como "intensidad de corriente eléctrica", "resistencia eléctrica" o "potencial eléctrico". En este caso se utiliza un único análogo para explicar más de un tópico y la analogía es extendida en el tópico. A pesar de la efectividad de este tipo de analogías, sólo dos (el 0.50%) se han identificado en la presente muestra de investigación. Se puede afirmar, por tanto, que **las analogías extendidas en el tópico rara vez se utilizan por los autores y editores de libros de texto de la presente muestra de investigación.**

La *Tabla VI.11.1* muestra la distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento. Con los datos que en ella figuran se pueden calcular los porcentajes de analogías por materias, ciclo y nivel según su enriquecimiento, tal como se muestra en los cuadros VII.98 y VII.99, al dividir cada una de las cantidades que en ella figuran por el

número total de analogías presentes en cada uno de los niveles de enriquecimiento (230 analogías *simples*, 169 *enriquecidas*, 16 *enriquecidas con limitaciones, tipo EL1*, 7 *enriquecidas con limitaciones, tipo EL2* y 24 *extendidas* -22 en el análogo y 2 en el tópico-).

NIVEL DE ENRIQUECIMIENTO	CCNN	FYQ (ESO)	BYG (ESO)	TOTAL
SIMPLE	47 (20.4%)	41 (17.8%)	33 (14.3%)	121 (52.5%)
ENRIQUECIDA	38 (22.5%)	35 (20.7%)	17 (10.1%)	90 (53.3%)
EL1	1 (6.25%)	1 (6.25%)	2 (12.5%)	4 (25%)
EL2	0	1 (14.3%)	2 (28.6%)	3 (42.9%)
EXTENDIDA	1 (4.17%)	6 (25.0%)	1 (4.17%)	8 (33.3%)

**Cuadro VII.98 Distribución de las analogías por materia y ciclo en E.S.O. según el nivel de enriquecimiento**

NIVEL DE ENRIQUECIMIENTO	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	G BACH	CTMA BACH	TOTAL
SIMPLE	25 (10.9%)	29 (12.6%)	13 (5.65%)	18 (7.83%)	23 (10.0%)	0	1 (0.43%)	109 (47.4%)
ENRIQUECIDA	17 (10.1%)	17 (10.1%)	30 (17.7%)	10 (5.92%)	5 (2.96%)	0	0	79 (46.7%)
EL1	0	1 (6.25%)	11 (68.7%)	0	0	0	0	12 (74.9%)
EL2	2 (28.6%)	0	1 (14.3%)	0	1 (14.3%)	0	0	4 (57.2%)
EXTENDIDA	4 (16.7%)	3 (12.5%)	6 (25.0%)	2 (8.33%)	1 (4.17%)	0	0	16 (66.7%)

**Cuadro VII.99 Distribución de las analogías por materia en Bachillerato según el nivel de enriquecimiento**

Las analogías fructíferas requieren de una orientación muy importante por parte del libro de texto. Esta orientación es fundamental en los textos de los niveles más bajos de la Educación Secundaria ya que los alumnos de dichos niveles suelen tener un conocimiento más pobre del análogo y suelen establecer, con mayor facilidad, comparaciones inadecuadas entre el análogo y el tópico al no percibir con tanta claridad la existencia de aquellas características estructurales que son diferentes en el análogo y el tópico. La orientación implica, por tanto, que se explicita la trama o relación analógica entre el análogo y el tópico, con sus limitaciones.

Los datos que figuran en los cuadros VII.98 y VII.99 revelan que, de un total de 169 analogías *enriquecidas*, 90 (el 53.3%) se encuentran en los textos de E.S.O., Si bien representan más de la mitad de las analogías, **no se observa una inclinación evidente de las editoriales por explicitar la semejanza entre el análogo y el tópico -es decir, la trama o relación analógica- de las analogías que figuran en los textos de E.S.O.**

De las 90 analogías *enriquecidas* que figuran en los textos de E.S.O., 38 (el 22.5%) se encuentran en los textos de CCNN, 35 (el 20.7%) en los textos de FYQ y 17 (el 10.1%) en los textos de BYG. Estos datos evidencian que existe una ligera tendencia por parte de los autores y editores en **localizar el mayor porcentaje de analogías enriquecidas en los textos de nivel más bajo, los de CCNN del primer ciclo de E.S.O.** También justifican estos datos que los textos educativos **explican preferentemente la trama o relación analógica entre el análogo y el tópico en aquellas analogías de conceptos que figuran en los textos de FYQ, conceptos más abstractos y complejos que los que figuran en los textos de BYG.**

Por otro lado, de un total de 16 analogías *enriquecidas con limitaciones, tipo EL1*, 4 (el 25%) se encuentran en textos de E.S.O., y de un total de 7 analogías *enriquecidas con limitaciones, tipo EL2*, 3 (el 42.9%) se encuentran en los textos de E.S.O. Estos datos manifiestan **la poca predisposición de los textos educativos por advertir en los textos de la E.S.O. de las limitaciones de las analogías**, y minimizar de esta forma los posibles errores conceptuales que se pueden generar a partir del establecimiento de comparaciones inadecuadas entre el análogo y el tópico.

El cuadro VII.99 revela que, dentro del Bachillerato, **los textos de Física de 2º de Bachillerato son los que más analogías enriquecidas ostentan** (30 de un total de 169, el 17.7%). También son estos textos, pero ahora dentro de toda la Educación Secundaria,

**los que mayor número de analogías enriquecidas con limitaciones, tipo EL1, ostentan** (11 de un total de 16, el 68.7%).

Los autores y editores de los textos de 1º de Bachillerato no explican, preferentemente, la trama o relación analógica entre el análogo y el tópico en aquellas analogías que figuran en los textos de FYQ y que, por tanto, abordan conceptos más abstractos y complejos que los que figuran en los textos de BYG. Esta afirmación está acreditada por los datos que figuran en el cuadro VII.99: de un total de 169 analogías *enriquecidas*, 17 (el 10.1%) figuran en los textos de FYQ y otras 17 (el 10.1%) en los de BYG de 1º de Bachillerato.

Los cuadros VII.98 y VII.99 también aportan datos sobre las analogías extendidas de la presente muestra de investigación. Revelan que, de un total de 24 analogías *extendidas*, 8 (el 33.3%) se encuentran en los textos de E.S.O. y 16 (el 66.7%) en los de Bachillerato. Dentro de los textos de E.S.O., 6 analogías extendidas (el 25.0%) se encuentra en los textos de FYQ, 1 (el 4.17%) en los de CCNN y 1 (el 4.17%) en los de BYG.

Se puede afirmar en base a estos datos que las editoriales **no han considerado relevante que los alumnos de E.S.O. tienen mayor probabilidad de no conocer el análogo que los alumnos de Bachillerato**, por lo que las analogías *extendidas* pueden ser mucho más efectivas para los primeros. También se puede afirmar que, dentro de la E.S.O., han intentado garantizar la efectividad de las analogías **desarrollando, preferentemente, las analogías extendidas en los textos de que abordan conceptos de mayor complejidad y nivel de abstracción (como los de FYQ de E.S.O.) frente a aquellos otros que muestran lo contrario (como los de BYG de E.S.O.)**.

Los textos de Bachillerato que **mayor número de analogías extendidas ostentan son los de Física de 2º de Bachillerato** (6, el 25.0%). El número de analogías *extendidas* en 1º de Bachillerato es similar en los textos de FYQ (4, el 16.7%) y en los de BYG (3, el 12.5%). El texto que menor número de analogías *extendidas* ostenta es el de Biología de 2º de Bachillerato (1, el 4.17%).

Las *Tablas VI.12 y VI.13*, de la distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", muestran como están distribuidas las analogías de estos dos temas según el nivel de enriquecimiento. Permiten corroborar algunas de las afirmaciones que se han hecho hasta el momento y desvelar otras.



Cuando se contrastan las dos tablas se puede observar que de las 8 analogías *enriquecidas con limitaciones, tipo EL1*, 7 se encuentran en los textos de Bachillerato y sólo 1 en un texto de E.S.O. (BYG de 4º ESO). Además, los textos de Física de 2º de Bachillerato, con 11 analogías *enriquecidas*, son los que ostentan la mayor cantidad de analogías con este nivel de enriquecimiento. Por otro lado, las analogías *extendidas* que figuran en los textos de E.S.O. están, mayoritariamente, en los textos de FYQ (cuatro en FYQ de 3º ESO frente a una en BYG de 3º de ESO y una en BYG de 4º ESO).

El contraste de las dos tablas también revela que mientras en la *Tabla VI.12* se contabilizan 33 analogías *enriquecidas*, en la *Tabla VI.13* sólo se contabilizan 14. Estos datos ponen de manifiesto los autores y editores de libros de texto desarrollan preferentemente las analogías *enriquecidas* en los textos que abordan los conceptos más abstractos y complejos, como son los relativos al tema "*Electricidad*", frente a aquellos otros más concretos y de menor complejidad, como son los relacionados con el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*".

A continuación se realiza el análisis de la distribución de las analogías según el nivel de enriquecimiento en cada una de las editoriales.

EDITORIAL	SIMPLE	ENRIQUECIDA	TOTAL (%)	EL1	EL2	EXTENDIDA
ECIR	56(59.6%)	38(40.4%)	100	3(3.19%)	1(1.06%)	5(5.32%)
EDEBÉ	17(44.7%)	21(55.3%)	100	0	2(5.26%)	2(5.26%)
ANAYA	36(66.7%)	18(33.3%)	100	5(9.26%)	1(1.85%)	3(5.55%)
MGH	10(55.6%)	8(44.4%)	100	2(11.1%)	1(5.55%)	3(16.7%)
SM (I)	41(58.6%)	29(41.4%)	100	1(1.43%)	0	2(2.86%)
SM (T)	31(52.5%)	28(47.5%)	100	1(1.69%)	1(1.69%)	2(3.39%)
OXFORD	35(57.4%)	26(42.6%)	100	3(4.92%)	1(1.64%)	5(8.20%)
SANTILLANA	29(64.4%)	16(35.6%)	100	1(2.22%)	0	4(8.89%)

**Cuadro VII.100 Distribución de las analogías según su enriquecimiento**

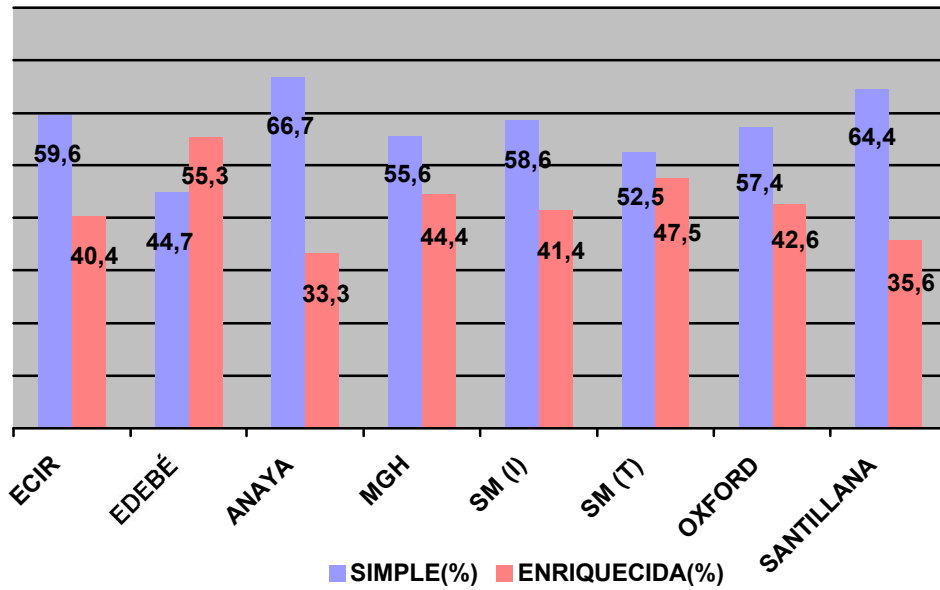


Gráfico VII.30 Distribución de las analogías según su enriquecimiento

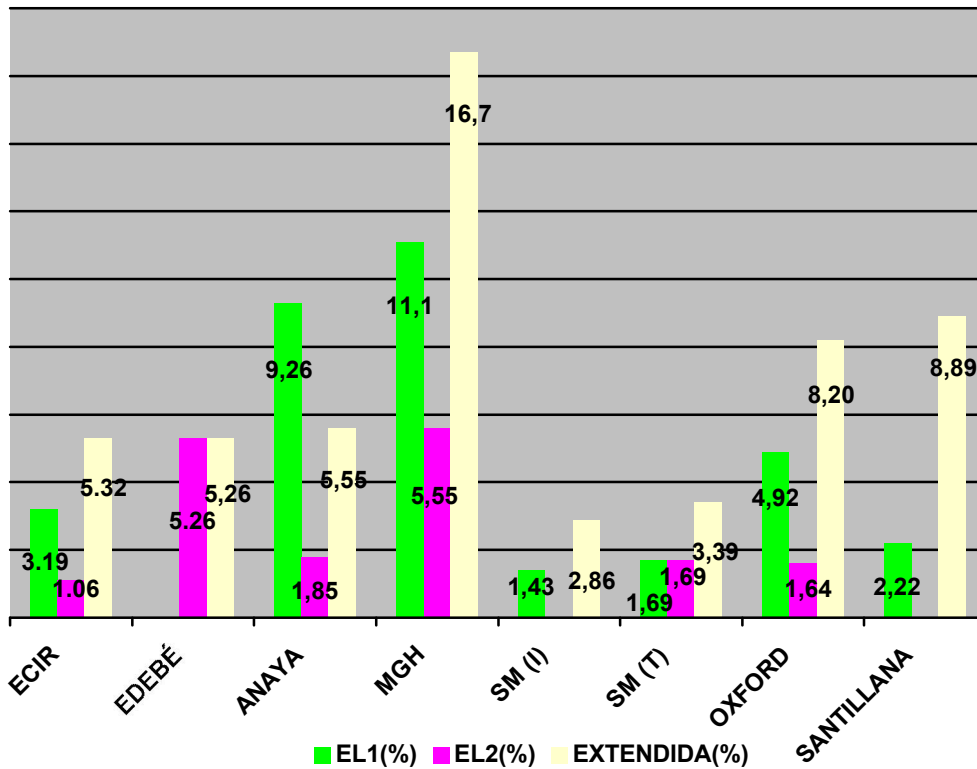


Gráfico VII.31 Distribución de las analogías según su enriquecimiento

A partir de la *Tabla VI.11* de distribución de las analogías según su enriquecimiento se pueden determinar los porcentajes de cada una de las editoriales, tal como refleja el cuadro VII.100 y los gráficos VII.30 y VII.31.

En la **Editorial ECIR** se han identificado 94 analogías. Tal como muestra el cuadro VII.100 y los gráficos VII.30 y VII.31, 56 (el 59.6%) son simples y 38 (el 40.4%) enriquecidas. De las analogías enriquecidas, 3 (el 3.19%) son enriquecidas con limitaciones, tipo EL1, 1 (el 1.06%) es enriquecida con limitaciones tipo EL2 y 5 (el 5.32%) extendidas. Estos datos ponen de manifiesto que **la mayor parte de las analogías son simples y que son muy escasas las analogías que presentan limitaciones o que son extendidas.**

La *Tabla VI.11.2* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.101 y VII.102.

EDITORIAL ECIR	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
SIMPLE	16(28.6%)	11(19.6%)	9(16.1%)	36(64.3%)
ENRIQUECIDA	6(15.8%)	8(21.0%)	7(18.4%)	21(55.2%)
EL1	0	0	0	0
EL2	0	0	0	0
EXTENDIDA	0	3(60.0%)	1(20.0%)	4(80.0%)

**Cuadro VII.101** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento en E.S.O. en la Editorial ECIR

EDITORIAL ECIR	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
SIMPLE	10 (17.8%)	2 (3.57%)	2 (3.57%)	4 (7.14%)	2 (3.57%)	20 (35.65%)
ENRIQUECIDA	3 (7.89%)	2 (5.26%)	7 (18.4%)	1 (2.63%)	4 (10.5%)	17 (44.7%)
EL1	0	0	3 (100%)	0	0	3 (100%)
EL2	1 (100%)	0	0	0	0	1 (100%)
EXTENDIDA	0	1 (20.0%)	0	0	0	1 (20.0%)

**Cuadro VII.102** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento en Bachillerato en la Editorial ECIR

El cuadro VII.101 refleja que de 38 analogías enriquecidas, 21 (el 55.2%) se han identificado en los textos de E.S.O. En los de CCNN se han identificado 6 (el 15.8%), en los de FYQ se han identificado 8 (el 21.0%) y en los de BYG se han identificado 7 (el 18.4%). En estos textos se han identificado 4 (el 80.0%) de las 5 analogías extendidas que presenta esta editorial (3, el 60.0%, en los textos de FYQ y 1, el 20%, en los de BYG). Sin embargo, en ninguno de estos textos se han identificado analogías enriquecidas con limitaciones.

Se puede, por tanto, afirmar que la editorial muestra **preferencia por explicar la trama o relación analógica de las analogías presentes en los textos de E.S.O.** para evitar que la comprensión del tópico pueda ser incompleta y/o incorrecta en el alumnado de los cursos más bajos, aunque ha infravalorado los posibles errores conceptuales que pueden generarse en el alumnado de estos cursos como consecuencia de **no explicitar las limitaciones de las analogías.**

También ha intentado **garantizar la efectividad de las analogías de los textos de E.S.O. localizando en ellos la mayor parte de las analogías extendidas.** Éstas se encuentran mayoritariamente en los textos de FYQ (3, el 60.0%), textos que abordan conceptos de un gran nivel de abstracción.

El cuadro VII.102 refleja que el texto de **Física de 2º de Bachillerato es el que ostenta la mayor cantidad (7, el 18.4%) de analogías enriquecidas y la totalidad de las analogías enriquecidas con limitaciones, tipo EL1 (3, el 100%).**

Las *Tablas VI.12.1 y VI.13.1*, de distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar que:

- La mayor parte de las analogías extendidas se han identificado en los textos de E.S.O. (en el tema "*Electricidad*" las tres analogías extendidas se han identificado en el texto de FYQ de 3º ESO, mientras que en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" la única analogía extendida se ha identificado en el texto de BYG de 4º ESO).
- El texto de Física de 2º de Bachillerato ostenta la totalidad de las analogías enriquecidas con limitaciones, tipo EL1 (en el tema "*Electricidad*" las dos únicas analogías enriquecidas, tipo EL1, se han identificado en el texto de Física de 2º de Bachillerato).

En la **Editorial EDEBÉ** se han identificado 38 analogías. Tal como muestra el cuadro VII.100 y los gráficos VII.30 y VII.31, 17 (el 44.7%) son simples y 21 (el 55.3%) enriquecidas. De las analogías enriquecidas, 2 (el 5.26%) son enriquecidas con limitaciones tipo EL2 y 2 (el 5.26%) extendidas.

**Esta editorial es la única en la que el porcentaje de analogías enriquecidas es superior al de analogías simples.** Son muy escasas las analogías que presentan limitaciones o que son extendidas, de manera que **es la única editorial que no presenta ninguna analogía enriquecida con limitaciones, tipo EL1.**

La *Tabla VI.11.3* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.103 y VII.104.

EDITORIAL EDEBÉ	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
SIMPLE	4(23.5%)	1(5.88%)	5(29.4%)	10(58.8%)
ENRIQUECIDA	4(19.0%)	5(23.8%)	1(4.76%)	10(47.6%)
EL1	0	0	0	0
EL2	0	0	2(100%)	2(100%)
EXTENDIDA	0	1(50.0%)	0	1(50.0%)

**Cuadro VII.103** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento en E.S.O. en la Editorial EDEBÉ

EDITORIAL EDEBÉ	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
SIMPLE	0	3(17.6%)	0	1(5.88%)	3(17.6%)	7(41.1%)
ENRIQUECIDA	1(4.76%)	3(14.3%)	3(14.3%)	3(14.3%)	1(4.76%)	11(52.4%)
EL1	0	0	0	0	0	0
EL2	0	0	0	0	0	0
EXTENDIDA	0	1(50.0%)	0	0	0	1(50.0%)

**Cuadro VII.104** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento en Bachillerato en la Editorial EDEBÉ

El cuadro VII.103 refleja que de 21 analogías enriquecidas, 10 (el 47.6%) se han identificado en los textos de E.S.O. En los de CCNN se han identificado 4 (el 19.0%), en los de FYQ se han identificado 5 (el 23.8%) y en los de BYG se ha identificado 1 (el 4.76%). En la materia de FYQ se ha identificado una (el 50.0%) de las dos analogías extendidas que presenta esta editorial. Las dos (el 100%) analogías enriquecidas con limitaciones tipo EL2 se han identificado en los textos de BYG.

Estos datos expresan que esta editorial **no ha explicado, preferentemente, la trama o relación analógica de las analogías presentes en los textos de E.S.O.** para evitar que la comprensión del tópico pueda ser incompleta y/o incorrecta en el alumnado de los cursos más bajos, y que **no ha priorizado para estos alumnos la explicitación de las limitaciones**, infravalorando los posibles errores conceptuales que pueden generarse. Sin embargo, **muestra predisposición por localizar las analogías enriquecidas en los textos de CCNN y en los de FYQ frente a los de BYG.**

El cuadro VII.104 refleja que en Bachillerato son **los textos de Física, Química y FYQ** (con 3 analogías cada uno, el 14.3%) **los que ostentan las mayores cantidades de analogías enriquecidas.**

Las *Tablas VI.12.2* y *VI.13.2*, de distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar que la mayor parte de las analogías enriquecidas se encuentran en los textos de contenidos más abstractos, como los de FYQ, Física o Química (La *Tabla VI.12.2* del tema "*Electricidad*" presenta seis analogías enriquecidas y ninguna simple, mientras que la *Tabla VI.13.2* del tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" presenta seis analogías simples y ninguna enriquecida).

En la **Editorial ANAYA** se han identificado 54 analogías. Tal como muestra el cuadro VII.100 y los gráficos VII.30 y VII.31, 36 (el 66.7%) son simples y 18 (el 33.3%) enriquecidas. De las analogías enriquecidas, 5 (el 9.26%) son enriquecidas con limitaciones tipo EL1, 1 (el 1.85%) es enriquecida con limitaciones tipo EL2 y 3 (el 5.55%) extendidas.

**Esta editorial es, por tanto, la que presenta el mayor porcentaje de analogías simples y, en consecuencia, el menor porcentaje de analogías enriquecidas.**

La *Tabla VI.11.4* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.105 y VII.106.

EDITORIAL ANAYA	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
SIMPLE	6(16.7%)	2(5.55%)	5(13.9%)	13(36.1%)
ENRIQUECIDA	4(22.2%)	2(11.1%)	1(5.55%)	7(38.8%)
EL1	1(20.0%)	1(20.0%)	0	2(40.0%)
EL2	0	0	0	0
EXTENDIDA	0	0	0	0

**Cuadro VII.105** *Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento en E.S.O. en la Editorial ANAYA*

EDITORIAL ANAYA	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	CTMA BACH	TOTAL BACH
SIMPLE	3 (8.33%)	4 (11.1%)	0	5 (13.9%)	10 (27.8%)	1 (2.78%)	23 (63.9%)
ENRIQUECIDA	1 (5.55%)	3 (16.7%)	6 (33.3%)	1 (5.55%)	0	0	11 (61.1%)
EL1	0	1 (20.0%)	2 (40.0%)	0	0	0	3 (60.0%)
EL2	0	0	0	0	1 (100%)	0	1 (100%)
EXTENDIDA	0	1 (33.3%)	0	1 (33.3%)	1 (33.3%)	0	3 (100.0%)

**Cuadro VII.106** *Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento en Bachillerato en la Editorial ANAYA*

El cuadro VII.105 refleja que de 18 analogías enriquecidas, 7 (el 38.8%) se han identificado en los textos de E.S.O. En los de CCNN se han identificado 4 (el 22.2%), en los de FYQ se han identificado 2 (el 11.1%) y en los de BYG se ha identificado 1 (el 5.55%). En los textos de E.S.O. se han identificado 2 de las 5 analogías enriquecidas con limitaciones, tipo EL1 (una en los textos de CCNN, el 20.0%, y la otra en los textos de FYQ, el 20.0%). No se han identificado en ellos ninguna de las tres analogías extendidas que presenta esta editorial.

La editorial, por tanto, **no destaca por explicar la trama o relación analógica de las analogías presentes en los textos de E.S.O.** para evitar, con ello, que la comprensión del tópico pueda ser incompleta y/o incorrecta en el alumnado de los cursos más bajos. Sin

embargo ha priorizado las analogías enriquecidas en los textos de CCNN, y en los de FYQ frente a los de BYG.

**Tampoco destaca por priorizar para los alumnos de la E.S.O. la explicitación de las limitaciones.** Infravalora los posibles errores conceptuales que pueden generarse. No intenta garantizar la efectividad de las analogías de los textos de E.S.O. localizando en ellos la mayor parte de las analogías extendidas.

El cuadro VII.106 expresa que **el texto de Física de 2º de Bachillerato es el que ostenta la mayor cantidad de analogías enriquecidas** (6, el 33.3%).

Las *Tablas VI.12.3* y *VI.13.3*, de distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar que el texto de Física de 2º de Bachillerato es el que mayor cantidad de analogías enriquecidas ostenta (La *Tabla VI.12.3* del tema "*Electricidad*" refleja que las dos analogías enriquecidas se han identificado en dicho texto) y que, en E.S.O., las analogías enriquecidas se localizan, preferentemente, en los textos de CCNN (la *Tabla VI.13.3* del tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" refleja que las dos analogías enriquecidas se han identificado en un texto de CCNN de 1º ESO).

En la **Editorial MGH** se han identificado 18 analogías. Tal como muestra el cuadro VII.100 y los gráficos VII.30 y VII.31, 10 analogías son simples (el 55.6%) y 8 son enriquecidas (el 44.4%). De las analogías enriquecidas, 2 (el 11.1%) son enriquecidas con limitaciones tipo EL1, 1 (el 5.55%) es enriquecida con limitaciones tipo EL2 y 3 (el 16.7%) extendidas.

Estos datos muestran que **esta editorial es la que presenta los mayores porcentajes de analogías enriquecidas tipo EL1, EL2 y extendidas.**

La *Tabla VI.11.5* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.107 y VII.108.

El cuadro VII.107 refleja que de 10 analogías enriquecidas, 5 (el 62.5%) se han identificado en los textos de E.S.O., 3 (el 37.5%) en los de CCNN y 2 (el 25.0%) en los de FYQ. Por otro lado, en los textos de FYQ se han identificado 2 (el 66.7%) de las 3 analogías extendidas y en ninguno de los textos de E.S.O. se han identificado analogías enriquecidas con limitaciones.



EDITORIAL MGH	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
SIMPLE	2(20.0%)	4(40.0%)	1(10.0%)	7(70.0%)
ENRIQUECIDA	3(37.5%)	2(25.0%)	0	5(62.5%)
EL1	0	0	0	0
EL2	0	0	0	0
EXTENDIDA	0	2(66.7%)	0	2(66.7%)

**Cuadro VII.107** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento en E.S.O. en la Editorial MGH

EDITORIAL MGH	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
SIMPLE	1(10.0%)	1(10.0%)	1(10.0%)	0	0	3(30.0%)
ENRIQUECIDA	0	0	3(37.5%)	0	0	3(37.5%)
EL1	0	0	2(100%)	0	0	2(100%)
EL2	0	0	1(100%)	0	0	1(100%)
EXTENDIDA	1(33.3%)	0	0	0	0	1(33.3%)

**Cuadro VII.108** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento en Bachillerato en la Editorial MGH

Se constata la **poca voluntad por explicar la trama o relación analógica de las analogías presentes en los textos de E.S.O.** para evitar que la comprensión del tópico pueda ser incompleta y/o incorrecta, y por **orientar a estos alumnos explicitando las limitaciones de las analogías.**

Se priorizan **las analogías enriquecidas en los textos de CCNN, y en los de FYQ** frente a los de BYG. También se priorizan **las analogías extendidas en los textos de E.S.O. que abarcan contenidos de mayor nivel de abstracción, como los de FYQ.**

El cuadro VII.108 refleja que **el texto de Física de 2º de Bachillerato es el único que ostenta analogías enriquecidas** (3, el 37.5%). Además, las analogías enriquecidas que se han identificado en este texto presentan limitaciones (2, el 100%, tipo EL1 y 1, el 100%, tipo EL2).

Las *Tablas VI.12.4 y VI.13.4*, de distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar que el texto de Física de 2º de Bachillerato es el único en el que se han identificado analogías enriquecidas (La *Tabla VI.12.4* del tema "*Electricidad*" refleja que la analogía enriquecida que se ha identificado en Bachillerato pertenece a dicho texto).

**La Editorial SM destaca por presentar porcentajes muy bajos de analogías enriquecidas con limitaciones y extendidas, tanto en la línea SM (I) como en la línea SM (T).**

Tal como muestra el cuadro VII.100 y los gráficos VII.30 y VII.31, en la línea SM (I) se han identificado 41 (el 58.6%) analogías simples y 29 (el 41.4%) enriquecidas de un total de 70. De las analogías enriquecidas, 1 (el 1.43%) es enriquecida con limitaciones, tipo EL1, y 2 (el 2.86%) son extendidas en el análogo.

En la línea SM (T) (cuadro VII.100) se han identificado 31 (el 52.5%) analogías simples y 28 (el 47.5%) enriquecidas de un total de 59 analogías. De las analogías enriquecidas, 1 (el 1.69%) es enriquecida con limitaciones, tipo EL1, 1 es enriquecida con limitaciones tipo EL2 y 2 son extendidas en el análogo.

Las *Tablas VI.11.6 y VI.11.7* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.109, VII.110 y VII.111.

EDITORIAL SM (I)	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
SIMPLE	6(14.6%)	4(9.76%)	6(14.6%)	16(39.0%)
ENRIQUECIDA	4(13.8%)	6(20.7%)	4(13.8%)	14(48.3%)
EL1	0	0	1(100%)	1(100%)
EL2	0	0	0	0
EXTENDIDA	0	0	0	0

**Cuadro VII.109 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento en E.S.O. en la Editorial SM**

EDITORIAL SM (T)	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
SIMPLE	4(12.9%)	2(6.45%)	0	6(19.3%)
ENRIQUECIDA	7(25%)	5(17.8%)	1(3.57%)	13(46.4%)
EL1	0	0	1(100%)	1(100%)
EL2	0	1(100%)	0	1(100%)
EXTENDIDA	0	0	0	0

**Cuadro VII.110** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento en E.S.O. en la Editorial SM

EDITORIAL SM (BACH)	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	TOTAL BACH
SIMPLE	5 (10.6%)	10 (21.3%)	3 (6.38%)	5 (10.6%)	2 (4.25%)	25 (53.1%)
ENRIQUECIDA	5 (11.9%)	5 (11.9%)	1 (2.38%)	4 (9.52%)	0	15 (35.7%)
EL1	0	0	0	0	0	0
EL2	0	0	0	0	0	0
EXTENDIDA	0	0	1 (50.0%)	1 (50.0%)	0	2 (100%)

**Cuadro VII.111** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento en Bachillerato

El cuadro VII.109 refleja que en la línea SM (I) se han identificado 29 analogías enriquecidas de las que 14 (el 48.3%) se encuentran en los textos de E.S.O. Se distribuyen de la manera siguiente: 4 (el 13.8%) en CCNN, 6 (el 20.7%) en FYQ y 4 (el 13.8%) en BYG. De estas analogías enriquecidas, 1 (el 100%) es enriquecida con limitaciones, tipo EL1.

El cuadro VII.110 refleja que en la línea SM (T) se han identificado 28 analogías enriquecidas de las que 13 (el 46.4%) se encuentran en los textos de E.S.O. Se distribuyen de la manera siguiente: 7 (el 25.0%) en CCNN, 5 (el 17.8%) en FYQ y 1 (el 3.57%) en BYG. De estas analogías enriquecidas, 1 (el 100%) es enriquecida con limitaciones, tipo EL1, y 1 es enriquecida con limitaciones, tipo EL2.

Los datos anteriores revelan que **la Editorial SM no se caracteriza por orientar, mediante la explicación de la trama o relación analógica, a los alumnos de los niveles más bajos de la Educación Secundaria (alumnos de la E.S.O.).**

Aunque las analogías enriquecidas con limitaciones se encuentran en los textos de E.S.O., las cantidades no se consideran apreciables. Se puede afirmar, por lo tanto, que esta editorial **tampoco se inclina por orientar al alumnado mediante la explicitación de las limitaciones que presentan las analogías.**

En la línea SM (T) existe preferencia por localizar las analogías enriquecidas en los textos de CCNN y, en los de FYQ frente a los de BYG. En la línea SM (I) existe preferencia por localizar las analogías enriquecidas en los textos de FYQ frente a los de BYG. Este hecho muestra el **esfuerzo de estos textos educativos por orientar, mediante la explicación de la trama o relación analógica, al alumnado en aquellos conceptos de mayor dificultad y nivel de abstracción como son los de FYQ.**

El cuadro VII.111 refleja que en Bachillerato, de un total de 15 analogías enriquecidas, 5 (el 11.9%) se encuentran en el texto de FYQ, 5 (el 11.9%) en el de BYG, 1 (el 2.38%) en el de Física y 4 (el 9.52%) en el de Química. Estos datos revelan que la mayoría de las analogías enriquecidas se encuentran en los textos de FYQ, Física y Química, textos que abordan conceptos difíciles y de un gran nivel de abstracción. Las dos analogías extendidas que figuran en dos de los textos de Bachillerato no son estimables.

Las *Tablas VI.12.5, VI.12.6, VI.13.5 y VI.13.6*, de distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar que los autores y editores no se inclinan por presentar analogías enriquecidas con limitaciones en sus textos. (en el tema "*Electricidad*" no se han identificado analogías enriquecidas con limitaciones, tipo EL1 ó EL2, en ninguna de las dos líneas; en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" se ha identificado una analogía enriquecida con limitaciones, tipo EL1, en la línea SM (I)).

En la **Editorial OXFORD** se han identificado 61 analogías. Tal como muestra el cuadro VII.100 y los gráficos VII.30 y VII.31, 35 de estas analogías (el 57.4%) son simples y 26 (el 42.6%) son enriquecidas. De

las analogías enriquecidas, 3 (el 4.92%) son enriquecidas con limitaciones tipo EL1, 1 (el 1.64%) es enriquecida con limitaciones tipo EL2 y 5 (el 8.20%) extendidas.

La *Tabla VI.11.8* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.112 y VII.113.

EDITORIAL OXFORD	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
SIMPLE	6(17.1%)	13(37.1%)	0	19(54.2%)
ENRIQUECIDA	7(26.9%)	5(19.2%)	1(3.85%)	13(49.9%)
EL1	0	0	0	0
EL2	0	0	0	0
EXTENDIDA	1(20.0%)	0	0	1(20.0%)

**Cuadro VII.112 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento en E.S.O. en la Editorial OXFORD**

EDITORIAL OXFORD	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	B BACH	TOTAL BACH
SIMPLE	4 (11.4%)	4 (11.4%)	4 (11.4%)	4 (11.4%)	16 (45.6%)
ENRIQUECIDA	6 (23.1%)	1 (3.85%)	6 (23.1%)	0	13 (50.0%)
EL1	0	0	3 (100%)	0	3 (100%)
EL2	1 (100%)	0	0	0	1 (100%)
EXTENDIDA	2 (40.0%)	0	2 (40.0%)	0	4 (80.0%)

**Cuadro VII.113 Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento en Bachillerato en la Editorial OXFORD**

El cuadro VII.112 refleja que de 26 analogías enriquecidas, 13 (el 49.9%) se han identificado en los textos de E.S.O. En los de CCNN se han identificado 7 (el 26.9%), en los de FYQ se han identificado 5 (el 19.2%) y en los de BYG se ha identificado 1 (el 3.85%). En los textos de CCNN se ha identificado 1 (el 20.0%) de las 5 analogías extendidas. En ninguno de los textos de E.S.O. se han identificado analogías enriquecidas con limitaciones.

Los datos anteriores manifiestan la **poca voluntad por explicar la trama o relación analógica de las analogías presentes en los textos de E.S.O. y por orientar a estos alumnos explicitando las limitaciones de las analogías.** Reflejan que **los autores y editores priorizan las analogías enriquecidas en los textos de CCNN, y en los de FYQ frente a los de BYG.**

El cuadro VII.113 muestra que los textos de **Física de 2º de Bachillerato y FYQ de 1º de Bachillerato son los que ostentan la mayor cantidad de analogías enriquecidas** (6, el 23.1%, en cada uno de ellos). Además, **las analogías enriquecidas con limitaciones y extendidas se han identificado en estos dos libros de texto** (en FYQ de 1º de Bachillerato se han identificado dos analogías extendidas en el análogo y 1 enriquecida, tipo EL2; en Física de 2º de Bachillerato se han identificado 2 analogías extendidas en el análogo y 3 enriquecidas, tipo EL1).

Se aprecia, por tanto, que esta editorial se inclina por **emplear analogías fructíferas que orienten al alumnado en el aprendizaje de conceptos abstractos -como los de las materias de FYQ de 1º de Bachillerato y Física de 2º de Bachillerato- mediante la explicación de la trama o relación analógica, explicitación de las limitaciones y garantizando la familiaridad del análogo.**

Las *Tablas VI.12.7 y VI.13.7*, de distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar el esfuerzo de autores y editores por emplear analogías fructíferas que orienten al alumnado en el aprendizaje de los conceptos abstractos que figuran en los textos de FYQ de 1º de Bachillerato y Física de 2º de Bachillerato (la *Tabla VI.12.7* del tema "*Electricidad*" refleja que de las 8 analogías enriquecidas que se han identificado, 5 -dos de las cuales son extendidas y 1 presenta limitaciones, tipo EL2- corresponden al texto de FYQ de 1º de Bachillerato y 3 -dos de las cuales presentan limitaciones, tipo EL1- al de Física de 2º de Bachillerato; en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" sólo se han identificado 2 analogías enriquecidas, en el texto de BYG de 4º de ESO, y no presentan limitaciones).

En la **Editorial SANTILLANA** se han identificado 45 analogías. Tal como muestra el cuadro VII.100 y los gráficos VII.30 y VII.31, 29 de estas analogías (el 64.4%) son simples y 16 (el 35.6%) son enriquecidas. De las analogías enriquecidas, 1 (el 2.22%) es enriquecida con limitaciones, tipo EL1 y 4 (el 8.89%) son extendidas.

La *Tabla VI.11.9* de la distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento permite calcular los porcentajes que se muestran en los cuadros VII.114 y VII.115.

EDITORIAL SANTILLANA	CCNN	FYQ ESO	BYG ESO	TOTAL E.S.O.
SIMPLE	3(10.3%)	4(13.8%)	7(24.1%)	14(48.2%)
ENRIQUECIDA	3(18.7%)	2(12.5%)	2(12.5%)	7(43.7%)
EL1	0	0	0	0
EL2	0	0	0	0
EXTENDIDA	0	0	0	0

**Cuadro VII.114** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento en E.S.O. en la Editorial SANTILLANA

EDITORIAL SANTILLANA	FYQ BACH	BYG BACH	F BACH	Q BACH	B BACH	G BACH	TOTAL BACH
SIMPLE	2 (6.90%)	5 (17.2%)	3 (10.3%)	3 (10.3%)	2 (6.90%)	0	15 (51.6%)
ENRIQUECIDA	1 (6.25%)	3 (18.7%)	4 (25.0%)	1 (6.25%)	0	0	9 (56.2%)
EL1	0	0	1 (100%)	0	0	0	1 (100%)
EL2	0	0	0	0	0	0	0
EXTENDIDA	1 (25.0%)	0	3 (75.0%)	0	0	0	4 (100%)

**Cuadro VII.115** Distribución de las analogías por materia y ciclo según su enriquecimiento en Bachillerato en la Editorial SANTILLANA

El cuadro VII.114 refleja que de 16 analogías enriquecidas, 7 (el 43.7%) se han identificado en los textos de E.S.O. En los de CCNN se han identificado 3 (el 18.7%), en los de FYQ se han identificado 2 (el 12.5%) y en los de BYG se han identificado otras 2 (el 12.5%). En ninguno de los textos de la E.S.O. se han identificado analogías enriquecidas con limitaciones y extendidas.

Se pone de manifiesto que **esta editorial no se inclina por explicar a los alumnos de E.S.O. la trama o relación analógica de las analogías presentes en los textos y que no los orienta haciendo explícitas las limitaciones de dichas analogías.**

Además, se han priorizado las analogías enriquecidas en los textos de CCNN, pero no en los de FYQ frente a los de BYG.

El cuadro VII.115 muestra que **el texto de Física de 2º de Bachillerato es el que ostenta la mayor cantidad de analogías extendidas** (3, el 75.0%). Se trata, tal como muestra la *Tabla VI.11.9*, de 3 analogías extendidas en el análogo.

Las *Tablas VI.12.8* y *VI.13.8*, de distribución de las analogías según su naturaleza y curso para los temas "*Electricidad*" y "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*", permiten corroborar que los autores y editores han priorizado las analogías enriquecidas en los textos de CCNN, pero no en los de FYQ frente a los de BYG (la *Tabla VI.12.8* refleja que 3 de las analogías enriquecidas que se han identificado en el tema "*Electricidad*" pertenecen a los textos de CCNN; la *Tabla VI.13.8* refleja que la analogía enriquecida que se ha identificado en el tema "*La Tierra y el Universo; Geodinámica externa e interna*" pertenece al texto de BYG de 3º ESO).

### VII.2.8. Analogías múltiples

Tal como se expuso en el apartado II.6.8 del capítulo II, las analogías múltiples son aquellas en las que se emplean varios análogos para explicar aspectos distintos de un tópico muy amplio o complejo. Tienen la finalidad de evitar los errores conceptuales que podrían generarse con la utilización de un único análogo.

Las analogías múltiples son muy escasas a pesar de su gran valor explicativo. En la muestra analizada sólo se ha identificado una. Corresponde al texto de Biología de 2º de Bachillerato de la Editorial ECIR.

Se trata de una analogía en la que se utilizan la torre Eiffel y una ciudad como análogos, para transferir a la célula -el tópico- las dos funciones del citoesqueleto: armazón interno rígido y estructura dinámica. En esta analogía se han utilizado, por tanto, dos análogos para explicar dos aspectos diferentes del tópico.







**CONCLUSIONES**

Las conclusiones del trabajo de investigación se fundamentan en el estudio que ha tomado como objeto de análisis la bibliografía y los libros de texto de Educación Secundaria de las editoriales de mayor arraigo a nivel nacional.

La estructura de las conclusiones contempla, por lo tanto, dos apartados. En el primero se describen las conclusiones de un planteamiento teórico basado en el análisis de la revisión bibliográfica, conclusiones que permiten explicitar el posicionamiento acerca de: la concepción y estructura de la analogía, una propuesta de puesta en acción del proceso analógico de enseñanza-aprendizaje, las diferencias entre la analogía y otros tipos de comparaciones, los criterios de clasificación de las analogías y una propuesta de recomendaciones sobre la utilización de las analogías en el proceso enseñanza-aprendizaje.

En el segundo apartado se describen las conclusiones del análisis de los libros de texto de Educación Secundaria. Surge como consecuencia de estudiar y contrastar la frecuencia de distribución de las analogías, los temas o tópicos que se tratan analógicamente, la "naturaleza de las analogías" y las recomendaciones y estrategias para la enseñanza que se proponen y las que contemplan los libros de texto.

## **1. Conclusiones del planteamiento teórico**

- La analogía es un intento más de modelizar en aras del aprendizaje. Puede considerarse como un recurso didáctico útil para aplicar en los procesos de enseñanza-aprendizaje.
- La analogía conecta el nuevo conocimiento con el que ya tienen los alumnos.
- La comparación relaciona una situación familiar al alumno, denominada análogo, con el concepto teórico y abstracto desconocido, denominado tópico. Facilita, por tanto, la conexión entre el conocimiento adquirido previamente y lo que se pretende aprender, para que tenga lugar una transferencia de conocimiento desde el análogo al tópico.

- La analogía es una representación dotada de una estructura coherente. Enlaza algunos conocimientos (conceptos, principios, fórmulas, procedimientos, ..., que se denominan tópico) con características similares de la representación (conocida como análogo), a través de un esquema de relaciones.
- Mediante la comparación del análogo y del tópico se establece una **trama de relaciones** o **relación analógica** entre las características similares de ambos.
- Las características similares entre el análogo y el tópico obedecen a:
  1. Que tanto el análogo como el tópico están formados por **componentes**.
  2. Que cada componente se caracteriza por una serie de propiedades, características o **atributos**.
  3. Que entre los componentes existen **nexos** que son las correlaciones o comparaciones entre estos componentes.
  4. Que estos nexos constituyen la estructura del análogo y del tópico.
  5. Las comparaciones de nexos (características estructurales) semejantes del análogo y del tópico son la parte fundamental de la **trama** o **relación analógica**. Esto se puede denominar semejanza estructural, que afecta a su configuración, pero que incluso puede alcanzar al significado (semejanza semántica).
  6. Las comparaciones de atributos (características superficiales) semejantes entre el análogo y el tópico tienen un carácter más secundario en la relación analógica. Se suelen denominar semejanza superficial.
- Una analogía es una propuesta representativa de las estructuras del análogo y del tópico. Mediante una trama de relaciones se comparan, fundamentalmente, los nexos semejantes entre ambos.

Su finalidad es la comprensión y el aprendizaje del tópico mediante la transferencia de conocimiento del análogo al tópico.

Las comparaciones de atributos semejantes tienen un carácter secundario.

- El proceso analógico de enseñanza-aprendizaje conlleva una puesta en acción que se denomina **Aprendizaje con Analogías (ACA)**. Comprende los siguientes pasos:
  - A. Diseño del análogo.
    - i) Diseño de un análogo atractivo e idóneo a la edad madurativa y el conocimiento de los alumnos.
    - ii) Reconocer el análogo, esto es, hacer una prospección de lo que los alumnos pueden saber y/o relacionar del tópico.
    - iii) Analizar las dificultades del proceso de enseñanza-aprendizaje para un razonamiento analógico apropiado a la trama (o relación analógica) que sea relevante.
  - B. Iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la analogía con los alumnos.
    - 1. Introducir el tópico.
    - 2. Identificar las características relevantes del análogo.
    - 3. Establecer las comparaciones entre el análogo y el tópico.
    - 4. Identificar las limitaciones de la analogía.
  - C. Análisis y/o evaluación de la efectividad del proceso analógico de enseñanza-aprendizaje.
- Se han determinado las diferencias que existen entre la analogía y otros tipos de comparaciones tales como el ejemplo, el símil, la metáfora y el modelo son las que se explicitan a continuación:
  - El **ejemplo** es un caso particular –de constatación o de ilustración- de una situación o fenómeno que no lleva implícito el proceso de comparación entre dos situaciones. Este proceso de comparación está presente en toda analogía.
  - El **símil** se puede considerar como una analogía precaria en la que entre el análogo y el tópico existe poca semejanza estructural. Las comparaciones que se establecen son, fundamentalmente, comparaciones entre los atributos del análogo y del tópico, siendo pocas las comparaciones que se establecen entre nexos.

- La **metáfora**, al contrario que en la analogía, no es una comparación en toda regla sino una comparación insinuada y figurada. Se trata de una comparación aplicada en sentido distinto al que corresponde, es decir, una comparación en la que se ocultan sus motivos para crear tensión y sorpresa.
- El **modelo análogo** o **semejante** consiste en cualquier objeto material, sistema o proceso, destinado a reproducir de la manera más fiel posible, en otro medio, la estructura o trama de relaciones del original. Los modelos análogos pueden ser considerados como "caricaturas de la realidad" ya que retratan en parte, quizás de forma distorsionada, algunos rasgos del mundo real. Considerados como analogías, existe en ellos una gran semejanza estructural entre el análogo y el tópico que justifica su uso racional y su validez.
- El **modelo a escala** –o modelo icónico- es una representación de un objeto material, sistema o proceso –real o imaginario- que conserva las proporciones relativas. Es un modelo que no entraña un "cambio de medio". Por este motivo se sostiene que el modelo a escala guarda proporciones relativas semejantes, "conserva las proporciones relativas". El modelo a escala se apoya ostensiblemente en la identidad: su finalidad consiste en imitar.
- El **modelo analógico** o **analogía** es el tema del presente trabajo de investigación en el campo de los modelos.
- El **modelo matemático** es aquel que puede resumirse en, o representarse por, una ecuación matemática.
- El **modelo teórico** consiste en introducir un nuevo lenguaje, sugerido por una teoría conocida pero ampliado a un nuevo campo, de manera que contemple las propiedades que este campo le asigne.
- El **modelo arquetipo** consiste en un repertorio de ideas por medio del cual un pensador dado describe, por semejanza, cierto dominio de manera que tales ideas no son aplicables inmediata y literalmente.

- Las analogías se reconocen por unas características que obedecen a los siguientes criterios de clasificación:
  - **Localización.** La localización de la analogía describe la parte de la unidad didáctica o de la sesión de clase en la que se introduce: en el *inicio*, en el *desarrollo* o en las *actividades finales* de la misma.  
Las analogías presentes en los libros de texto pueden estar localizadas en el margen, motivo por el que se incluye la variable *margen* en cada una de las tres posibilidades de localización.
  - **Formato de presentación.** Las analogías pueden presentarse en tres formatos: *pictórico*, *verbal* y *pictórico-verbal*. Una analogía se presenta en formato verbal cuando en el texto o en la explicación del profesor no figura la imagen del análogo, por lo que sólo tiene texto y carece de dibujo o representación del análogo. Se presenta en formato pictórico cuando en el texto, o en la explicación del profesor, la única información disponible del análogo es una imagen; sólo lleva, por lo tanto, un dibujo o representación del análogo. Se presenta en formato pictórico-verbal cuando figura en el texto, o en la explicación del profesor, una imagen con texto. Es decir, está en ambos formatos, pictórico y verbal.
  - **Orientación analógica.** Una analogía presenta orientación analógica cuando -en el texto o el profesor en clase- se explica y describe el análogo, con sus componentes, atributos y nexos más relevantes, y cuando advierte a los alumnos de que la técnica de aprendizaje que se está utilizando es una analogía. La advertencia viene indicada con las palabras *analogía*, *análogo/a*, *símil*, *similar*, *asemeja* o *semejante*.  
No existe orientación analógica cuando no se presenta ninguna de las dos condiciones anteriores, es decir, ni se explica el análogo ni se advierte.
  - **Posición del análogo respecto al tópico.** El análogo puede presentarse en cada una de las tres posiciones siguientes: antes de conocer o tener una explicación del tópico (como un *organizador avanzado*), durante la explicación del tópico (como un *activador incrustado*) o después de explicar y enseñar el tópico (como un *pos sintetizador*).

- **Nivel de abstracción.** Las analogías se clasifican, dependiendo del nivel de abstracción que presenten el análogo y el tópico, en: *concreto-concreto* (tanto el análogo como el tópico son concretos), *concreto-abstracto* (cuando el análogo es concreto y el tópico es abstracto) y *abstracto-abstracto* (tanto el análogo como el tópico son abstractos).
- **Relación analógica.** La relación analógica es *estructural* cuando el análogo y el tópico presentan semejanzas en la apariencia física externa o interna. Cuando análogo y tópico presentan semejanzas en la función o en el comportamiento, la relación analógica es *funcional*. Cuando presentan ambos tipos de semejanza la relación analógica es *estructural-funcional*.

Las afirmaciones anteriores implican:

1. Que la *relación analógica estructural* es la que presentan análogo y tópico cuando comparten semejanza superficial (componentes con apariencia física externa semejante) y semejanza estructural (nexos con apariencia física interna, es decir, con configuraciones similares, con relaciones o proporciones semejantes entre sus componentes).
  2. Que la *relación analógica funcional* es la que presentan análogo y tópico cuando comparten semejanza semántica (nexos con significados semejantes, con estructuras de conexiones funcionales semejantes), motivo por el cual presentan una función o comportamiento semejantes.
  3. Que existe *relación analógica estructural-funcional* cuando análogo y tópico comparten las semejanzas anteriores.
- **Nivel de enriquecimiento.** El nivel de enriquecimiento de una analogía es la extensión con que el profesor o autor del libro de texto describe las comparaciones entre los distintos componentes y nexos del análogo y del tópico. Las analogías se clasifican, según su nivel de enriquecimiento, en *simples*, *enriquecidas*, *enriquecidas con limitaciones* y *extendidas*. Una analogía simple es aquella que se muestra con una frase escueta en la que figura el análogo, el tópico y un conector tal como "es parecido a", "es semejante a", o "es análogo a". Está ausente la descripción o explicación de las comparaciones entre el análogo y el tópico.



Una analogía enriquecida es aquella que se muestra con una descripción –explicación– de las semejanzas entre el análogo y el tópico. La descripción puede ser explícita, textualmente o mediante un esquema, o implícita.

Cuando en una analogía se especifica la limitación que presenta alguna de las comparaciones propuestas, dicha limitación se considera como un ejemplo de enriquecimiento y la analogía se denomina enriquecida con limitaciones tipo EL1. Si lo que se especifica es la limitación que presenta alguna de las posibles comparaciones entre el análogo y el tópico que no se han propuesto en la puesta en acción de la analogía, dicha limitación se considera también un ejemplo de enriquecimiento y se denomina enriquecida con limitaciones tipo EL2. Cuando se especifican las limitaciones entre comparaciones propuestas y entre comparaciones no propuestas, la analogía es enriquecida con limitaciones del tipo EL1-EL2.

Se denominan analogías *extendidas* a aquellas en las que se emplean varios análogos para explicar un único tópico, o un único análogo para explicar varios tópicos. En el primer caso la analogía es extendida en el análogo mientras que en el segundo lo es en el tópico.

- **Multiplicidad.** Las analogías múltiples son aquellas en las que se emplean varios análogos para explicar aspectos distintos de un tópico muy amplio o complejo.

- La utilización de las analogías en el proceso de enseñanza-aprendizaje debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:
  1. Las analogías mejores son aquellas que combinan la semejanza superficial y la semejanza estructural (es decir, aquellas en las que la relación analógica entre el análogo y el tópico es estructural-funcional) de manera que ambas pueden ser detectadas fácilmente por los alumnos.
  2. Además de la semejanza compartida entre el análogo y el tópico, el contexto en el que tiene lugar la puesta en acción de la analogía también va a restringir el conocimiento que se transfiere.

3. Las analogías deben figurar en el desarrollo de las unidades didácticas o de la clase. Las analogías que figuran en el inicio de la unidad didáctica o de la clase, o en el margen del libro de texto, presentan un carácter secundario en el aprendizaje. Cuando las analogías se presentan al final de la clase o en las actividades finales de la unidad didáctica del libro de texto tienen un función de síntesis, aclaratoria, de relacionar los conceptos estudiados durante la misma, de complemento a las explicaciones aportadas durante el desarrollo.
4. Las analogías son más efectivas cuando se presentan en formato pictórico-verbal. Las imágenes ayudan a focalizar la atención, establecer las comparaciones y facilitar la visualización del tópico favoreciendo su comprensión.
5. Las analogías deben presentar orientación analógica para garantizar, de esta forma, que el proceso de establecimiento de comparaciones tenga éxito. Una consecuencia de ello es la efectividad de las analogías en las que el autor o profesor emplea como análogo un concepto abordado con anterioridad, ya que existe garantía de que el análogo es conocido por los alumnos.
6. Dado que son los atributos semejantes del análogo y del tópico los que conducen a asumir comprensivamente el análogo, éste debe presentarse en la puesta en acción de la analogía, durante la explicación del tópico.
7. Las analogías proporcionan un puente desde lo cotidiano a lo desconocido, por lo que debe ser un análogo concreto el que explique un tópico abstracto.
8. Las analogías simples deben usarse sólo en aquellos casos donde la relación analógica es obvia y necesita poca o ninguna explicación. En general, para evitar que sea el alumno el que establezca la trama de relaciones relevantes entre el análogo y el tópico creando comparaciones inapropiadas y no percatándose de las limitaciones de éstas y de la analogía, las analogías deben ser enriquecidas y con limitaciones.
9. Los profesores y autores de libros de texto deben procurar que el análogo sea familiar al alumno y, además, que sea más accesible que el tópico para lograr que tenga lugar el razonamiento analógico. Una forma de garantizar esto es

utilizar analogías extendidas en el análogo, es decir, presentar al alumno varios análogos para explicar un único tópico.

10. Siempre que se expliquen tópicos muy amplios y/o complejos deben utilizarse analogías múltiples para evitar los errores conceptuales que podrían generarse con la utilización de un único análogo. Las analogías múltiples tienen un gran poder explicativo.

## **2. Conclusiones del análisis de los libros de texto**

Las conclusiones del análisis de los libros de texto se agrupan en generales y particulares. Las primeras se refieren a la totalidad de la muestra, mientras que las segundas están particularizadas a cada una de las editoriales. Esta organización permite tener una visión global y contrastar con la posición de cada una de las diferentes editoriales.

### **2.1. Conclusiones generales del análisis de los libros de texto**

Las conclusiones generales relacionadas con el análisis de los libros de texto son las que se explicitan a continuación:

#### **1. En lo que respecta al promedio de analogías por cada libro de texto:**

- Los promedios de analogías por cada libro de texto (4.75 analogías por cada libro de texto en el total de la muestra y 4.67 analogías por cada libro de texto en los textos de Química) son bajos si se comparan con los obtenidos en otras investigaciones que se han llevado a cabo con libros de texto extranjeros (8.3 analogías por cada libro de texto en textos de ciencias americanos y 9.3 analogías por cada libro de texto en textos de Química australianos).

2. En lo que respecta a las analogías en los libros de texto según el año de publicación:

- Se considera que son las preferencias de los autores y editores, y no la fecha de publicación, las que más influyen en la incorporación de las analogías a la hora de confeccionar los libros de texto. No se puede afirmar que los textos de publicación más reciente hayan incorporado un repertorio mayor de analogías en sus explicaciones.

3. En lo que respecta a las analogías presentes en los libros de texto por etapas educativas, materias y tópicos:

- Los autores y editores de libros de texto de ciencias se inclinan por facilitar la comprensión de los conceptos, mediante la utilización de analogías, a los alumnos de E.S.O. frente a los de Bachillerato (el 52.9% de las analogías que se han identificado pertenecen a textos de E.S.O.).
- El análisis de las materias que se imparten en E.S.O. revela que las editoriales de libros de texto de ciencias se decantan por utilizar el mayor número de analogías en CCNN, es decir, en los textos de 1º y 2º curso de E.S.O. La distribución de analogías en cada uno de los dos cursos es similar.
- Se pone de manifiesto que los contenidos que han gozado de tratamiento analógico apreciable en el segundo ciclo de la E.S.O. son contenidos relacionados, fundamentalmente, con la Electricidad y con la Química en los textos de Física y Química de 3º y 4º y con La Tierra y el Universo, Geodinámica y Biología general en los textos de Biología y Geología de 3º y 4º de E.S.O.
- En los libros de texto del segundo ciclo de la E.S.O. se emplean con mayor frecuencia las analogías en la materia de Física y Química que en la de Biología y Geología. Esto es debido a que los textos de Física y Química presentan contenidos más complejos, difíciles y abstractos (como los de Electricidad y Química) y, por lo tanto, más proclives a recibir tratamiento analógico.
- Se emplean con mayor frecuencia las analogías en los textos de Física y Química de 3º de E.S.O. que en los de Física y Química de 4º de E.S.O. La razón está en que la mayor parte de los contenidos de Física y Química de 3º de E.S.O. están relacionados con la Electricidad y con la Química, contenidos que gozan de

tratamiento analógico apreciable por su elevado grado de abstracción.

- Las analogías se distribuyen de manera homogénea en los textos de Biología y Geología de 3º y 4º de E.S.O. Este hecho revela que el grado de abstracción de esta materia en los dos cursos del 2º ciclo de la E.S.O. es semejante.
- Los contenidos a los que se les ha concedido tratamiento analógico apreciable en los textos de Física y Química de 1º de Bachillerato están relacionados, fundamentalmente, con la Electricidad y la Química, mientras que en los textos de Biología y Geología de 1º de Bachillerato están relacionados, fundamentalmente, con La Tierra y el Universo, Geodinámica y Biología general.
- Se emplean con mayor frecuencia las analogías en los textos de Biología y Geología que en los de Física y Química de 1º de Bachillerato. No se mantiene, por tanto, en este curso la tendencia observada en la E.S.O. de otorgar tratamiento analógico preferente a los conceptos de mayor grado de abstracción.
- Se otorga tratamiento analógico apreciable en los textos de Física de 2º de Bachillerato a los contenidos que están relacionados, fundamentalmente, con la Electricidad y el Magnetismo. En los textos de Química de 2º de Bachillerato a los que están relacionados, fundamentalmente, con la estructura atómica y el Equilibrio químico. En los textos de Biología de 2º de Bachillerato a los que están relacionados con La célula y Bioquímica.
- Se percibe preferencia por incorporar las analogías del segundo curso de Bachillerato en los textos de Física.
- Se muestra la misma preferencia por incorporar las analogías del segundo curso de Bachillerato en los textos de Química que en los de Biología, a pesar del mayor grado de abstracción de los contenidos que figuran en los textos de Química. Este hecho puede estar justificado porque en el cómputo no se ha contabilizado el texto de la Editorial OXFORD, ya que en el momento de llevar a cabo el análisis no se había publicado.

4. En lo que respecta a la naturaleza de las analogías presentes en los libros de texto:

▪ Localización en la U.D.:

- Más de las tres cuartas partes (el 78.7%) de las analogías que se han identificado se encuentran localizadas en el *desarrollo* de la U.D., hecho obvio si se tiene en cuenta que los conceptos se abordan durante el desarrollo de la U.D. y que las analogías se utilizan como herramientas de ayuda al aprendizaje.
- Las analogías que figuran en los márgenes (el 15.8% del total) de los textos se encuentran localizadas en el *desarrollo* de la U.D. La mayor parte de ellas ( el 73.0%) se presentan en formato pictórico o pictórico-verbal. Este hecho confiere a dichas analogías un carácter secundario y sugiere que los autores y editores de libros de texto tienden a “no sacrificar espacio de copia” para introducir en él imágenes analógicas.

▪ Formato de presentación:

- Más de la mitad de las analogías que se han identificado en los textos (el 56.0%) se encuentran en formato verbal. Por lo tanto, se concede poca importancia a las imágenes analógicas en los libros de texto.
- La mayor parte de las analogías de formato pictórico-verbal y de formato pictórico se han identificado en los textos de E.S.O. Este hecho pone de manifiesto que los autores y editores muestran predisposición a ayudar a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a la comprensión de los tópicos mediante su visualización.
- Se muestra predisposición a localizar la mayor cantidad de analogías de formato pictórico-verbal en el segundo ciclo de la E.S.O. y a localizar la mayor cantidad de analogías de formato pictórico en el primer ciclo de la E.S.O.
- Las editoriales se inclinan por ayudar a los alumnos a la comprensión de los tópicos abstractos mediante la visualización, hecho que queda patente al otorgar a los tópicos de Física y Química, más abstractos, un mayor tratamiento analógico en formatos pictórico y pictórico-verbal que a los de Biología y Geología de la E.S.O. y de 1º de Bachillerato.

- Se detecta preferencia en el curso de 2º de Bachillerato por incorporar las analogías de formato pictórico-verbal en los textos de Física. Los textos de Biología son los que han tenido un menor tratamiento analógico en formato pictórico-verbal.
  
- Orientación:
  - Los autores y editores asumen que el alumno ya conoce el análogo que se va a usar y que es capaz de reconocer en su caso el pasaje del texto como analógico. Esta argumentación se sustenta en que más de la mitad de las analogías identificadas (el 50.6%) no presentan orientación analógica y una cantidad muy pequeña (el 13.0%) ostentan orientación analógica.
  
  - Las editoriales no han tenido en cuenta que en los niveles más bajos de la Educación Secundaria (E.S.O. y, dentro de ella, en el primer ciclo) es más probable que los alumnos no lleguen a comprender la analogía y, por lo tanto, sea más necesaria la orientación analógica. Este hecho se refleja en que menos de la mitad de las analogías con orientación analógica se encuentran en los textos de la E.S.O. y, dentro de ellos, una cantidad muy pequeña en los textos del primer ciclo.
  
  - Se esfuerzan en facilitar la comprensión y el aprendizaje de aquellos conceptos más abstractos, como los de Física y Química, empleando analogías con orientación analógica. Este hecho se refleja en que la mayor parte de las analogías con orientación analógica del 2º ciclo de la E.S.O. y del primer curso de Bachillerato se encuentran en los textos de Física y Química.
  
  - Los textos que en el segundo curso de Bachillerato ostentan mayor cantidad de analogías con orientación son los de Física.
  
- Posición:
  - La mayor parte de las analogías que se han identificado en los textos presentan el análogo como *activador* incrustado, por lo que se puede afirmar que los autores y editores manifiestan una tendencia coherente con los investigadores en el campo de las analogías que aconsejan presentar el análogo como *activador incrustado*.

- Se intenta garantizar en los alumnos de los cursos más bajos (alumnos de E.S.O. y, preferentemente, del primer ciclo), y para aquellos conceptos más abstractos como los de Física y Química, la incrustación de las analogías, presentando en los textos de estos cursos la mayor cantidad de analogías con el análogo como *activador incrustado*.
- Las editoriales no se inclinan por garantizar la incrustación de las analogías en los conceptos más abstractos de los textos de 1º de Bachillerato, como los que abordan los textos de Física y Química, frente a aquellos otros que abarcan conceptos más concretos, como los de Biología y Geología.
- Los textos de 2º de Bachillerato que ostentan la mayor cantidad de analogías que presentan el análogo como *activador incrustado* son los de Física.
- Condición o nivel de abstracción:
  - Se emplean, mayoritariamente, analogías que hacen que el contenido difícil y abstracto del tópico se compare con otro más simple, familiar, perceptible por los sentidos, en el análogo. Este hecho queda constatado porque la mayoría de las analogías identificadas en los textos presentan un nivel de abstracción concreto-abstracto.
  - La mayor parte de las analogías de nivel de abstracción concreto-abstracto se han identificado en los textos de E.S.O. y, dentro de estos, en los de Física y Química. Este hecho pone de manifiesto el esfuerzo de las editoriales por ayudar al alumnado de los cursos más bajos de la Educación Secundaria a visualizar y comprender los tópicos abstractos mediante la comparación con análogos concretos, familiares y perceptibles por los sentidos.
  - Las analogías de nivel de abstracción concreto-concreto se presentan, fundamentalmente, para explicar conceptos de Biología y/o Geología –tanto en los textos de la E.S.O. como en los de Bachillerato– que tienen un nivel de abstracción inferior a los de química o física.
  - Se observa que los textos de Física de 2º de Bachillerato son los que ostentan el mayor número de analogías de nivel de abstracción abstracto-abstracto. Estos datos vienen a confirmar que se utilizan con bastante frecuencia las analogías en las que el



análogo es un concepto abstracto explicado con anterioridad en el libro de texto para introducir otro concepto abstracto.

▪ Relación analógica:

- El mayor número de analogías que se han identificado en los textos, tanto de E.S.O. como de Bachillerato, son analogías en las que la relación analógica es funcional.
- Se intenta facilitar el aprendizaje del alumnado de cursos inferiores al localizar más de la mitad de las analogías de relación analógica estructural-funcional en los textos de E.S.O.
- Las analogías de relación analógica estructural-funcional se encuentran, mayoritariamente, en los textos que presentan conceptos de mayor nivel de abstracción como son los de Física y Química de 3º y 4º de E.S.O. No existe, por tanto, una clara tendencia por presentar las analogías de relación analógica estructural-funcional en los cursos del primer ciclo de la E.S.O.
- La mayoría de las analogías de relación analógica estructural se han identificado en los textos que tratan contenidos de menor nivel de abstracción, como los de CCNN y los de Biología y Geología.
- La distribución de las analogías de relación analógica estructural-funcional es semejante en los textos de Física y Química y en los de Biología y Geología de 1º de Bachillerato. Los libros escolares estudiados no muestran, por tanto, tendencia por facilitar el aprendizaje de los conceptos más abstractos frente a aquellos otros más concretos.
- Los textos de 2º de Bachillerato que ostentan el mayor número de analogías de relación analógica estructural-funcional son los de Física.

▪ Nivel de enriquecimiento:

- Más de la mitad (el 57.6%) de las analogías identificadas son simples. Este hecho pone de manifiesto que las editoriales han infravalorado que, cuando la analogía se emplea en un texto sin explicarla, la comprensión del tópico puede ser incompleta y/o incorrecta debido a las dificultades que pueden encontrar los alumnos en el proceso de extrapolación.

- En la mayor parte de las analogías que se han identificado (el 94.2%) no se explicitan las limitaciones. Este hecho manifiesta que los textos escolares han subestimado los posibles errores conceptuales que se pueden generar en el alumnado, a partir del establecimiento de comparaciones inadecuadas entre el análogo y el tópico, como consecuencia de no advertirles de las limitaciones de la analogía. Y con el agravante de que, si bien esta posibilidad es mayor en los alumnos de niveles más bajos, las escasas analogías enriquecidas con limitaciones se han identificado en los textos de Bachillerato.
- Se ha subestimado la utilización de analogías extendidas a la hora de garantizar la efectividad de las analogías. Esta afirmación se sustenta en el hecho de que sólo el 5.55% de las analogías identificadas son extendidas en el análogo y sólo el 0.50% son extendidas en el tópico.
- Más de la mitad de las analogías enriquecidas (el 53.3%) se encuentran en los textos de E.S.O. Sin embargo, no se puede afirmar –tal como cabría esperar– que exista una clara predisposición de las editoriales por localizar las analogías enriquecidas en dichos textos.
- Existe una ligera tendencia por parte de los libros escolares en localizar la mayor cantidad de analogías enriquecidas de la E.S.O. en los textos del primer ciclo (CCNN de 1º y 2º de E.S.O.).
- Existe preferencia por localizar la mayor cantidad de analogías enriquecidas del 2º ciclo de la E.S.O. en los textos que abordan contenidos más abstractos, es decir, en los textos de Física y Química. No existe, sin embargo, preferencia por localizar las analogías enriquecidas en los textos de Física y Química frente a los de Biología y Geología en 1º de Bachillerato.
- Los textos de 2º de Bachillerato que ostentan la mayor cantidad de analogías enriquecidas son los de Física. También son estos textos los que ostentan la mayor cantidad de analogías extendidas.
- Las editoriales no han considerado relevante que los alumnos de E.S.O. tienen mayor probabilidad de no conocer el análogo que los de Bachillerato y, por lo tanto, que las analogías extendidas en el análogo deberían estar localizadas, preferentemente, en los textos de E.S.O. Esta afirmación se fundamenta en que casi los

dos tercios de las analogías extendidas en el análogo se encuentran en los textos de Bachillerato.

- Las analogías extendidas se han identificado, preferentemente, en aquellos textos de E.S.O. y Bachillerato que abordan conceptos más abstractos. Este hecho demuestra el esfuerzo por garantizar la efectividad de las analogías en dichos textos.

### **2.1. Conclusiones particulares del análisis de los libros de texto**

A continuación se describen las conclusiones del análisis de los libros de texto en cada una de las editoriales que han conformado la muestra de investigación.

La estructura que va a permitir organizar estas conclusiones es la misma, para cada una de las editoriales, que la que se ha utilizado en la descripción de las conclusiones generales anteriores. Es decir, se describen teniendo en cuenta el promedio de analogías por cada libro de texto, las analogías presentes en ellos por etapas educativas, materias y tópicos, y la naturaleza de estas analogías. No se tiene en cuenta la fecha de publicación de los libros de texto ya que en el análisis general no ha sido relevante.

El hecho de que las conclusiones generales obedezcan a la muestra de investigación, en su conjunto (es decir, a las siete editoriales), implica que la validez de gran parte de ellas se pueda hacer extensible a cada una de las editoriales. Por este motivo, sólo se van a explicitar aquellas conclusiones particulares que caracterizan a cada una de las editoriales.

- **Conclusiones particulares del análisis de los libros de texto de la EDITORIAL ECIR.**

1. En lo que respecta al promedio de analogías por cada libro de texto:

- Ostenta el promedio más alto de analogías por cada libro de texto de la muestra de editoriales (8.54 analogías por cada libro de texto).

2. En lo que respecta a las analogías presentes en los libros de texto por etapas educativas, materias y tópicos:

- La editorial ha optado por incorporar, mayoritariamente, las analogías en los textos de FYQ de 1º de Bachillerato frente a los de BYG de 1º de Bachillerato, de manera que sus autores son los que menor tratamiento analógico brindan a un texto de BYG de este curso. Se ha tendido, por tanto, a dar tratamiento analógico a los conceptos más abstractos de 1º de Bachillerato.
- A pesar del mayor grado de abstracción de los conceptos de Química frente a los de Biología de 2º de Bachillerato, se ha otorgado a los primeros un menor tratamiento analógico. Esta editorial es, de hecho, la que menor tratamiento analógico ha brindado al texto de Química de 2º de Bachillerato.

3. En lo que respecta a la naturaleza de las analogías presentes en los libros de texto:

▪ Localización:

- El menor porcentaje de analogías de formato pictórico y pictórico-verbal localizadas en los márgenes de los textos corresponde a esta editorial.

▪ Formato de presentación:

- Esta editorial es la que ostenta el mayor número de analogías en formato pictórico.
- Existe escasa inclinación por localizar en el primer ciclo de E.S.O. las analogías de formato pictórico.

▪ Orientación:

- En esta editorial no se observa inclinación por localizar el mayor porcentaje de analogías con orientación en los textos de FYQ frente a los de BYG de E.S.O.

▪ Posición:

- Los autores y editores se inclinan por garantizar la incrustación de las analogías en los conceptos de FYQ de 1º de Bachillerato, localizando en ellos, preferentemente, las analogías que presentan el análogo como activador incrustado.
- Dentro del curso de 2º de Bachillerato, es el texto de Química el que presenta el mayor porcentaje de analogías incrustadas.

▪ Relación analógica:

- Existe predisposición en esta editorial por localizar la mayor cantidad de las analogías de relación analógica estructural-funcional en el texto de FYQ frente al de BYG de 1º de Bachillerato, para facilitar de esta manera el aprendizaje de aquellos conceptos de mayor nivel de abstracción.

▪ Nivel de enriquecimiento:

- No se observa preferencia por localizar en los textos del primer ciclo de E.S.O. la mayor cantidad de analogías enriquecidas de la Educación Secundaria Obligatoria.
- Se ha intentado garantizar la efectividad de las analogías de los textos de E.S.O. localizando en ellos la mayor parte de las analogías extendidas.

• **Conclusiones particulares del análisis de los libros de texto de la EDITORIAL EDEBÉ.**

1. En lo que respecta al promedio de analogías por cada libro de texto:

- El promedio de analogías por cada libro de texto es bajo en relación con las editoriales que presentan los mayores promedios (3.45 analogías por cada libro de texto). Ocupa el penúltimo lugar de la muestra en lo que a esta cantidad se refiere.

2. En lo que respecta a las analogías presentes en los libros de texto por etapas educativas, materias y tópicos:

- Los textos de FYQ han recibido el mismo tratamiento analógico que los de BYG de E.S.O., por lo que no se observa una predisposición por facilitar el aprendizaje de los conceptos más abstractos y complejos.
- Las analogías no se distribuyen de manera homogénea entre los textos de FYQ ni entre los de BYG de 3º y de 4º de E.S.O. El tratamiento analógico que reciben ambas materias es muy superior en cada uno de los textos de 3º de E.S.O.
- La editorial no se ha inclinado por incorporar, mayoritariamente, las analogías en el texto de Física de 2º de Bachillerato frente a los restantes textos de este curso.

3. En lo que respecta a la naturaleza de las analogías presentes en los libros de texto:

▪ Localización en la U.D.:

- Si bien esta editorial localiza la mayor parte de las analogías en el *desarrollo* de la U.D., sobresale por tener los mayores porcentajes de analogías localizadas en la *presentación* de la U.D.
- Presenta el mayor porcentaje de analogías con formato de imagen localizadas en el margen.

▪ Formato de presentación:

- Esta editorial es la que presenta el mayor porcentaje de analogías en formato verbal y el menor porcentaje en formato pictórico-verbal, hecho que pone de manifiesto la poca importancia que otorga a las imágenes analógicas.

▪ Posición:

- Esta editorial es la que presenta el mayor porcentaje de analogías en las que el análogo es un activador incrustado.

- No se observa inclinación por localizar las analogías incrustadas en los textos de E.S.O. y en aquellos que abarcan los contenidos más abstractos, como los de FYQ.
- El texto de 2º de Bachillerato que ostenta la mayor cantidad de analogías incrustadas es el de Biología.
- Relación analógica:
- Esta editorial es la que presenta el menor porcentaje de analogías con relación analógica estructural-funcional.
- Nivel de enriquecimiento:
- Se trata de la única editorial en la que la cantidad de analogías enriquecidas es superior a la de analogías simples. También es la única que no presenta ninguna analogía enriquecida con limitaciones, tipo EL1.
- Los textos de E.S.O. no contienen la mayor parte de las analogías enriquecidas.
- Los textos de 2º de Bachillerato que ostentan la mayor cantidad de analogías enriquecidas son el de Física y el de Química.
- **Conclusiones particulares del análisis de los libros de texto de la EDITORIAL ANAYA.**
- 1. En lo que respecta al promedio de analogías por cada libro de texto:
- El promedio de analogías por cada libro de texto es bajo en relación con las editoriales que presentan los mayores promedios (4.50 analogías por cada libro de texto).
- 2. En lo que respecta a las analogías presentes en los libros de texto por etapas educativas, materias y tópicos:
- Los textos de Bachillerato ostentan una mayor cantidad de analogías que los de E.S.O., por lo que se puede afirmar que no

se ha optado por facilitar, mediante el tratamiento analógico, la comprensión de los conceptos a los alumnos de E.S.O.

- La editorial se inclina por incorporar las analogías en los textos de BYG frente a los de FYQ de E.S.O., a pesar de que los últimos presentan contenidos más complejos, difíciles y abstractos. Es la que menor tratamiento analógico otorga a los textos de FYQ de E.S.O.
- Tanto en FYQ como en BYG de 1º de Bachillerato destaca *La atmósfera* como el contenido que ha recibido mayor tratamiento analógico.
- Se tiende a incorporar, mayoritariamente, en el texto de Biología las analogías presentes en los textos de segundo curso de Bachillerato. De hecho, esta editorial es la que mayor tratamiento analógico concede al texto de Biología de 2º de Bachillerato.
- Esta editorial es, aunque con una cantidad inferior a la que presenta el texto de Biología de 2º de Bachillerato, la que mayor tratamiento analógico brinda al texto de Química de 2º de Bachillerato.

### 3. En lo que respecta a la naturaleza de las analogías presentes en los libros de texto:

#### ▪ Formato de presentación:

- No se ha identificado ninguna analogía de formato pictórico.
- No existe predisposición por localizar las analogías pictórico-verbales en los textos de E.S.O. ni, dentro de estos, en el segundo ciclo.
- Los textos escolares intentan facilitar la comprensión mediante el uso de imágenes analógicas en los conceptos de FYQ frente a los de BYG sólo en los de 1º de Bachillerato, y no en los textos de la E.S.O.

#### ▪ Orientación:

- La editorial no se inclina por localizar las analogías con orientación en los textos de FYQ frente a los de BYG de 1º de Bachillerato.



▪ Posición:

- No se decanta por incorporar las analogías incrustadas en los textos de E.S.O.. Tampoco se inclina por incorporar de manera acentuada estas analogías en aquellos textos que abordan los contenidos más abstractos, como los de FYQ frente a los de BYG.
- El texto de 2º de Bachillerato que ostenta la mayor cantidad de analogías incrustadas es el de Biología.

▪ Condición o nivel de abstracción:

- Se muestra poca predisposición por localizar las analogías de nivel de abstracción concreto-abstracto en los textos de E.S.O. frente a los de Bachillerato.
- No se opta por localizar la mayor parte de las analogías de condición concreto-abstracto en los textos de FYQ frente a los de BYG.

▪ Relación analógica:

- No existe predisposición por localizar la mayor cantidad de analogías de relación analógica estructural-funcional en los textos de E.S.O. frente a los de Bachillerato, y facilitar de esta manera el aprendizaje a los alumnos de los cursos más bajos.
- La editorial no se decanta por localizar la mayor cantidad de analogías de relación analógica estructural-funcional en los textos de FYQ frente a los de BYG.
- En el curso de 2º de Bachillerato, los textos de Física y de Biología ostentan la misma cantidad de analogías de relación analógica estructural-funcional.

▪ Nivel de enriquecimiento:

- Esta editorial es la que presenta el mayor porcentaje de analogías simples y, por lo tanto, el menor porcentaje de analogías enriquecidas.
- No pondera las analogías enriquecidas en los textos de E.S.O.

- **Conclusiones particulares del análisis de los libros de texto de la EDITORIAL MGH.**

1. En lo que respecta al promedio de analogías por cada libro de texto:

- Presenta el promedio más bajo de analogías por cada libro de texto de la muestra de editoriales (1.64 analogías por cada libro de texto).

2. En lo que respecta a las analogías presentes en los libros de texto por etapas educativas, materias y tópicos:

- La cantidad de analogías que se han identificado en los textos de CCNN es inferior a la de los textos de FYQ y BYG de E.S.O., por lo que no se observa la tendencia de incorporar el mayor número de analogías en la materia de CCNN.
- Es la editorial que mayor tratamiento analógico brinda a los textos de CCNN y FYQ de E.S.O.
- La distribución de las analogías no es homogénea en los dos textos de CCNN ni en los dos textos de BYG de E.S.O. En las dos materias es superior el tratamiento analógico del curso inferior.
- Los textos de FYQ y BYG de 1º de Bachillerato han recibido igual tratamiento analógico.
- Es la editorial que mayor tratamiento analógico brinda al texto de Física de 2º de Bachillerato. Por otro lado, es la que menor tratamiento analógico otorga a los textos de Química y Biología de 2º de Bachillerato, textos en los que no se ha identificado ninguna analogía.

3. En lo que respecta a la naturaleza de las analogías presentes en los libros de texto:

- Localización en la U.D.:

- Si bien esta editorial localiza la mayor parte de las analogías en el *desarrollo* de la U.D., destaca por ser la editorial que presenta los mayores porcentajes de analogías en las *actividades finales* de la U.D.

- Orientación:
    - La editorial no pondera estas analogías en aquellos textos que abordan los contenidos más abstractos, como los de FYQ frente a los de BYG.
  - Condición o nivel de abstracción:
    - Presenta el mayor porcentaje de analogías con un nivel de abstracción abstracto-abstracto.
  - Relación analógica:
    - Los textos educativos de esta editorial son los que muestran la menor cantidad de analogías de relación analógica estructural-funcional.
  - Nivel de enriquecimiento:
    - Presenta los mayores porcentajes de analogías enriquecidas tipo EL1, EL2 y extendidas. Sin embargo, las analogías con limitaciones no se han identificado en los textos de E.S.O.
- 
- **Conclusiones particulares del análisis de los libros de texto de la EDITORIAL SM.**
    1. En lo que respecta al promedio de analogías por cada libro de texto:
      - La línea SM (I) ostenta, por debajo de la editorial ECIR, el mayor promedio de analogías por cada libro de texto (6.36 analogías por cada libro de texto). La línea SM (T) ocupa el cuarto lugar, por lo que el promedio se puede considerar relativamente alto (5.36 analogías por cada libro de texto).
    2. En lo que respecta a las analogías presentes en los libros de texto por etapas educativas, materias y tópicos:
      - La mayor cantidad de analogías se ha identificado en los textos de Bachillerato, por lo que se puede afirmar que los autores y editores no tienden a facilitar la comprensión de los conceptos, mediante la utilización de analogías, a los alumnos de E.S.O.

- La línea SM (I) no pondera las analogías en los textos de CCNN frente a los de FYQ y BYG de E.S.O. Tampoco realiza el tratamiento analógico de los conceptos de FYQ frente a los de BYG de E.S.O.
- La distribución de las analogías en los textos de BYG de 3º y 4º de E.S.O. no es homogénea en ninguna de las dos líneas. En ambas, el tratamiento analógico de los textos de 3º es superior al de los de 4º.
- Se opta por incorporar en el texto de Química el mayor número de analogías de los textos de segundo curso de Bachillerato.
- Esta editorial es la que menor tratamiento analógico brinda al texto de Física de 2º de Bachillerato. Los contenidos que han recibido tratamiento analógico apreciable están relacionados con *Física moderna*.

3. En lo que respecta a la naturaleza de las analogías presentes en los libros de texto:

▪ Localización en la U.D.:

- Si bien esta editorial localiza la mayor parte de las analogías en el *desarrollo* de la U.D., sobresale por tener los mayores porcentajes de analogías localizadas en la *presentación* de la U.D.
- Si se tiene en cuenta que las analogías de formato pictórico se encuentran, fundamentalmente, en el *inicio* de las U.D. y que obedecen, por tanto, más a una táctica de imagen que a una apuesta por la ayuda al aprendizaje, se puede afirmar que no existe en esta editorial inclinación por ayudar al alumnado con este tipo de analogías.

▪ Formato de presentación:

- La mayor parte de las analogías, tanto en la línea SM (I) como en la SM (T), se presentan en formato pictórico-verbal. Este hecho constituye una excepción dentro de las editoriales analizadas.
- En la línea SM (T) no se observa predisposición por localizar la mayor parte de las analogías de formato pictórico-verbal en el segundo ciclo de la E.S.O.

- Se opta por incorporar, entre los textos de segundo curso de Bachillerato, la mayor parte de las analogías de formato pictórico-verbal en el texto de Química.
  
- Orientación:
- Se pretende ayudar a los alumnos de los cursos más bajos de la Educación Secundaria localizando en sus textos la mayor parte de las analogías con orientación.
  
- Posición:
- Esta editorial, en la línea SM (T), es la única en la que el porcentaje de analogías en las que el análogo es un organizador avanzado supera al de analogías incrustadas.
- No existe en ninguna de las dos líneas de esta editorial inclinación por localizar las analogías incrustadas en los textos de E.S.O. frente a los de Bachillerato.
  
- Condición o nivel de abstracción:
- Los libros escolares ostentan los menores porcentajes de analogías (se refieren a cada una de las dos líneas) de nivel de abstracción abstracto-abstracto.
- No se decantan, en cualquiera de las dos líneas, por incorporar la mayor cantidad de analogías concreto-abstracto en los textos de E.S.O. frente a los de Bachillerato.
- No se aprecia predisposición por incorporar la mayor parte de las analogías concreto-abstracto en el texto de FYQ frente al de BYG de 1º de Bachillerato. La línea SM (I) tampoco muestra inclinación por incorporar la mayor parte de las analogías de este nivel de abstracción en el texto de FYQ frente al de BYG de E.S.O.
  
- Relación analógica:
- Presenta los mayores porcentajes de analogías, en cada una de las dos líneas, con relación analógica funcional.

▪ Nivel de enriquecimiento:

- La línea SM (T) se decanta por localizar la mayor parte de las analogías enriquecidas de la E.S.O. en los textos del primer ciclo. Esta tendencia no se observa en la línea SM (I).
- El texto de Química es, entre los textos de 2º de Bachillerato, el que ostenta la mayor cantidad de analogías enriquecidas.

• **Conclusiones particulares del análisis de los libros de texto de la EDITORIAL OXFORD.**

1. En lo que respecta al promedio de analogías por cada libro de texto:

- Esta editorial ostenta, después de la Editorial ECIR y de la Editorial SM, en la línea SM (I), el mayor promedio de analogías por cada libro de texto (6.10 analogías por cada libro de texto).

2. En lo que respecta a las analogías presentes en los libros de texto por etapas educativas, materias y tópicos:

- Los contenidos relacionados con *Método científico y ciencia* han gozado de tratamiento analógico apreciable en los textos de FYQ de E.S.O.
- Las analogías en los textos de Biología y Geología de 3º y 4º de E.S.O. no se distribuyen de manera homogénea. El tratamiento analógico que ostenta el texto de BYG de 3º de E.S.O. es muy inferior al del texto de BYG de 4º de E.S.O.
- El tratamiento analógico del texto de FYQ de 1º de Bachillerato es superior al de BYG de 1º de Bachillerato. Además, esta editorial es la que mayor tratamiento analógico brinda al texto de FYQ de 1º de Bachillerato.

3. En lo que respecta a la naturaleza de las analogías presentes en los libros de texto:

▪ Orientación:

- La editorial se decanta por localizar en los textos del primer ciclo de E.S.O. el mayor porcentaje de analogías con orientación de la Educación Secundaria Obligatoria.
- Posición:
- En esta editorial no se observa tendencia por localizar las analogías incrustadas de los textos de E.S.O. en los del primer ciclo.
- Condición o nivel de abstracción:
- Esta editorial es la que presenta el menor porcentaje de analogías con un nivel de abstracción concreto-concreto.
- No se puede afirmar que las analogías concreto-concreto se presenten, preferentemente, en los textos que abordan conceptos de biología y/o geología.
- Relación analógica:
- La mayoría de las analogías de relación analógica estructural no se encuentran en los textos que tratan contenidos de menor nivel de abstracción, como los de CCNN y de BYG.
- **Conclusiones particulares del análisis de los libros de texto de la EDITORIAL SANTILLANA.**
- 1. En lo que respecta al promedio de analogías por cada libro de texto:
  - El promedio de analogías por cada libro de texto es bajo en relación con las editoriales que presentan los mayores promedios (3.75 analogías por cada libro de texto). Se encuentra situada en sexto lugar si se ordenan las editoriales en orden decreciente de promedios de analogías por cada libro de texto.
- 2. En lo que respecta a las analogías presentes en los libros de texto por etapas educativas, materias y tópicos:

- El número de analogías que se ha identificado en los textos de E.S.O. es inferior al de los textos de Bachillerato. Este dato revela que no existe predilección por ayudar en el aprendizaje, mediante la utilización de analogías, a los alumnos de E.S.O.
- La editorial no se inclina por incorporar la mayor cantidad de analogías en la materia de CCNN de 1º y 2º de E.S.O. frente a las de FYQ y BYG de 3º y 4º de E.S.O. De hecho, esta editorial es la que menor tratamiento analógico brinda a los textos de CCNN.
- La distribución de las analogías no es homogénea en cada uno de los dos textos de CCNN correspondientes a 1º y 2º curso de E.S.O.
- Existe predilección por incorporar las analogías en los textos de BYG frente a los de FYQ de 3º y 4º de E.S.O. De hecho, esta editorial es la que mayor tratamiento analógico brinda a los textos de BYG del 2º ciclo de E.S.O.
- La distribución de las analogías en los textos de BYG de 3º y 4º de E.S.O. no es homogénea. El tratamiento analógico que recibe el de 3º es muy superior al que recibe el de 4º de E.S.O.
- Esta editorial es la que mayor tratamiento analógico brinda al texto de BYG de 1º de Bachillerato.
- El texto de Química de 2º de Bachillerato ha recibido un tratamiento analógico superior al de Biología de 2º de Bachillerato.

3. En lo que respecta a la naturaleza de las analogías presentes en los libros de texto:

- Formato de presentación:
  - El porcentaje más bajo de analogías en formato pictórico se presenta en los textos de esta editorial.
  - La mayor parte de las analogías de formato pictórico-verbal se encuentran en los textos de Bachillerato, no en los de la E.S.O.
  - Se observa predisposición por ayudar a los alumnos a la comprensión de los tópicos abstractos, mediante la visualización, sólo en E.S.O. En 1º de Bachillerato el tratamiento analógico del texto de BYG es superior al de FYQ.



- No se observa tendencia, entre los textos de 2º curso de Bachillerato, a incorporar las analogías de formato pictórico-verbal en el texto de Física.
- Orientación:
- Esta editorial es la que muestra el mayor porcentaje de analogías sin orientación.
- Posición:
- Las analogías incrustadas no se localizan, preferentemente, en los textos de FYQ frente a los de BYG.
- Condición o nivel de abstracción:
- Esta editorial es la que presenta el mayor porcentaje de analogías con un nivel de abstracción concreto-concreto.
- No incorpora la mayor parte de las analogías de nivel de abstracción concreto-abstracto en los textos de E.S.O. frente a los de Bachillerato.
- Relación analógica:
- Presenta los mayores porcentajes de analogías con relación analógica estructural y estructural-funcional y el menor porcentaje con relación analógica funcional.
- No se observa disposición a incorporar las analogías de relación analógica estructural-funcional en los textos de E.S.O. frente a los de Bachillerato.
- La distribución de las analogías de relación analógica estructural-funcional no es mayoritaria para los textos de FYQ frente a los de BYG.
- Nivel de enriquecimiento:
- La editorial no se inclina por incorporar las analogías enriquecidas en los textos de FYQ frente a los de BYG.



## **APÉNDICES**





**Referencia bibliográfica:**

<b>Resumen corto:</b>	<b>Opinión:</b>  <b>Aspectos interesantes:</b>  <b>Aspectos en desacuerdo:</b>  <b>Puntuación / Valoración:</b>	<b>Resumen / Esquema:</b>
-----------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------

**¿Dónde lo puedo encontrar?**  
**Archivo:**  
**Citas interesantes:**

TEXTOS	EDITORIALES							TOTAL
	ECIR	EDEBÉ	ANAYA	MGH	SM	OXFORD	SANTILLANA	
CCNN 1º ESO	1	1	1	1	2	1	1	8
CCNN 2º ESO	1	1	1	1	2	1	1	8
FYQ 3º ESO	1	1	1	1	2	1	1	8
BYG 3º ESO	1	1	1	1	2	1	1	8
FYQ 4º ESO	1	1	1	1	2	1	1	8
BYG 4º ESO	1	1	1	1	2	1	1	8
FYQ 1º BACH	1	1	1	1	1	1	1	7
BYG 1º BACH	1	1	1	1	1	1	1	7
F 2º BACH	1	1	1	1	1	1	1	7
Q 2º BACH	1	1	1	1	1	-	1	6
B 2º BACH	1	1	1	1	1	1	1	7
G 2º BACH	-	-	-	-	-	-	1	1
CTMA 2º BACH	-	-	1	-	-	-	-	1
<b>TOTAL</b>	11	11	12	11	17	10	12	<b>84</b>

EDITORIAL	MATERIA	CURSO	AÑO PUBLICACIÓN	DESCRIPCIÓN	P	V	PV
ECIR	BIOLOGÍA	2º BACH	1999	REMACHES Y UNIONES DE ANCLAJE		1	0
ECIR	BIOLOGÍA	2º BACH	1999	TORRE EIFFEL, CIUDAD Y CÉLULA		1	0
ECIR	BIOLOGÍA	2º BACH	1999	FÁBRICA QUÍMICA Y CÉLULA EUCARIÓTICA		1	0
ECIR	BIOLOGÍA	2º BACH	1999	LÍNEA DE MONTAJE Y COMPLEJO DE GOLGI		1	0
ECIR	BIOLOGÍA	2º BACH	1999	MÁQUINA DE ATWOOD Y REACCIÓN ACOPLADA		0	1
ECIR	BIOLOGÍA	2º BACH	1999	MÁQUINAS CONSTRUCTORAS DE VÍAS FÉRREAS Y ENZIMAS		1	0
ECIR	BYG	3º E.S.O.	1995	MÁQUINA MODELADORA DE RELIEVE		0	1
ECIR	BYG	3º E.S.O.	1995	EL AGUA ACTÚA COMO UN FILTRO		1	0
ECIR	BYG	3º E.S.O.	1995	LA TIERRA Y UN GLOBO AEROSTÁTICO	1	0	0
ECIR	BYG	3º E.S.O.	1995	GLÚCIDOS, LIP. Y PROT. Y ELEMENTOS DE CASA		0	1
ECIR	BYG	3º E.S.O.	1995	CUERPO HUMANO Y ROSQUILLA		0	1
ECIR	BYG	3º E.S.O.	1995	ALVEOLO PULMONAR, CÉLULA Y REPARTIDOR DE BARRIO	1	0	0
ECIR	BYG	3º E.S.O.	1995	EL ESQUELTO: VIGAS Y CABLES		1	0
ECIR	BYG	3º E.S.O.	1995	TEMBLOR DE TIERRA Y DESCORCHAR CAVA		1	0
ECIR	BYG	4º E.S.O.	1995	NICHO ECOLÓGICO Y EQUIPO DE FUTBOL,SOCIEDAD		1	0
ECIR	BYG	4º E.S.O.	1995	LOS CONTINENTES SE MUEVEN COMO CÁSCARAS DE NUEZ		1	0
ECIR	BYG	4º E.S.O.	1995	FALLAS CON ASPECTO DE CICATRIZ		1	0
ECIR	BYG	4º E.S.O.	1995	REFRACCIÓN DE LA LUZ Y DE LAS ONDAS SÍSMICAS		1	0
ECIR	BYG	4º E.S.O.	1995	VÍA ONDULADA DE TREN Y PLACA LITOSFÉRICA	1	0	0
ECIR	BYG	4º E.S.O.	1995	TIERRA Y BALÓN DE FUTBOL CON PEDAZOS DE CUERO		0	1
ECIR	BYG	4º E.S.O.	1995	CIERRE Y APERTURA DE FALLAS Y CREMALLERA		1	0
ECIR	BYG	4º E.S.O.	1995	CONTRACCIÓN DE LA TIERRA Y SECADO DE UNA MANZANA		0	1
ECIR	BYG	1º BACH	1997	RUTA DE LA GLUCOSA Y CRUCE DE CARRETERAS	1	0	0
ECIR	BYG	1º BACH	1997	SALTO DE ALTURA, SUBIR UNA CUESTA: E. ACTIVACIÓN		0	1
ECIR	BYG	1º BACH	1997	FITOHORMONA: AGUJA EN UN PAJAR		1	0
ECIR	BYG	1º BACH	1997	DESPLAZAMIENTO DE CULEBRA Y LOMBRIZ Y ONDA SÍSMICA		1	0
ECIR	CCNN	1º E.S.O.	1996	CONOCIMIENTO DEL MUNDO Y DE UNA PERSONA		1	0
ECIR	CCNN	1º E.S.O.	1996	COMITÉ OLIMP.INTERNACIONAL Y REALIZACION EXPERITOS		0	1
ECIR	CCNN	1º E.S.O.	1996	EFECTO INVERNADERO: ATM Y PAREDES TRANSP.DE INVERN		1	0
ECIR	CCNN	1º E.S.O.	1996	CAPA DE OZONO Y ESCUDO PROTECTOR		1	0
ECIR	CCNN	1º E.S.O.	1996	AGUA COMO DISOLVENTE Y GRUPOS DE PERSONAS		0	1
ECIR	CCNN	1º E.S.O.	1996	TIEMPO ATM., CLIMA, FOTOGAMA Y PELICULA		0	1

ECIR	CCNN	1º E.S.O.	1996	PIEL DE LA TIERRA Y DE UNA MANZANA		1	0
ECIR	CCNN	1º E.S.O.	1996	CLASIFICACION DE SERES VIVOS Y ORDENACION BIBLIOTE		0	1
ECIR	CCNN	2º E.S.O.	1997	MILLONES DE CÉLULAS JUNTAS: ...COMPLICACIÓN		1	0
ECIR	CCNN	2º E.S.O.	1997	BRANQUIAS CON ASPECTO DE PLUMAS		1	0
ECIR	CCNN	2º E.S.O.	1997	RIÑONES COMO SACOS ABIERTOS		1	0
ECIR	CCNN	2º E.S.O.	1997	LOS MURCIÉLAGOS VEN CON SUS OÍDOS COMO...		1	0
ECIR	CCNN	2º E.S.O.	1997	LAS ABEJAS VEN MEDIANTE EL OLFATO		1	0
ECIR	CCNN	2º E.S.O.	1997	CAMBIO DE ZAPATOS Y DE EXOESQUELETO		1	0
ECIR	CCNN	2º E.S.O.	1997	COMIC:DE UNA CÉLULA (PAPA) UN ORGANISMO COMPLETO	1	0	0
ECIR	CCNN	2º E.S.O.	1997	SEÑALES DE FLORES Y PISTAS DE ATERRIZAJE		1	0
ECIR	CCNN	2º E.S.O.	1997	LA VIDA ES COMO UNA LLAMA		1	0
ECIR	CCNN	1º E.S.O.	1996	CAPSULA COMO SACO DE DORMIR EN ORGANISMOS UNICELUL	1	0	0
ECIR	CCNN	2º E.S.O.	1997	ESCALA DE SENSACION SONORA NO LINEAL	1	0	0
ECIR	CCNN	2º E.S.O.	1997	CLOROFILA Y ANTENA DE TELEVISIÓN		1	0
ECIR	CCNN	2º E.S.O.	1997	CLOROPLASTOS Y CADENAS DE MONTAJE AUTOMOVILÍSTICA		1	0
ECIR	FÍSICA	2º BACH	1998	RUMOR ORIGINADO EN ALICANTE QUE LLEGA A ZARAGOZA		1	0
ECIR	FÍSICA	2º BACH	1998	SEMEJANZAS ENTRE "E" Y C.GRAVITATORIO		1	0
ECIR	FÍSICA	2º BACH	1998	SEMEJANZAS ENTRE "E" Y C.GRAVITATORIO		1	0
ECIR	FÍSICA	2º BACH	1998	COMPARACIÓN ENTRE "E" y "B"		0	1
ECIR	FÍSICA	2º BACH	1998	COMPARACIÓN ENTRE ONDAS MECÁNICAS Y ELECTROMAGNT.		1	0
ECIR	FÍSICA	2º BACH	1998	LIGADURA DE LOS "e" AL METAL Y DE LA TIERRA AL SOL		1	0
ECIR	FÍSICA	2º BACH	1998	TABLA COMPARATIVA DE TRASLACIÓN/ROTACIÓN		1	0
ECIR	FÍSICA	2º BACH	1998	SEMEJANZA ENTRE C.GRAVITATORIO Y CAMPO ELÉCTRICO		1	0
ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	TUERCAS Y TORNILLOS DAN COMPUESTOS		0	1
ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	OCTAVAS DE NEWLANDS Y OCTAVAS MUSICALES		0	1
ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	SANDÍA PARA EL M.A. THOMSON		0	1
ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	PARED DE CELOSÍA Y PELOTAS DISPARADAS		0	1
ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	MODELO PLANETARIO DE RUTHERFORD		0	1
ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	UNIÓN ENTRE ÁTOMOS Y PERSONAS (CORAL)		0	1
ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	ROMPECABEZAS Y R.QUÍMICAS		0	1
ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	REACTIVO LIMITANTE Y LÁMPARAS Y BOMBILLAS		1	0
ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	EFECTO INVERNADERO Y FILTRO		0	1
ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	AGUJERO DE LA CAPA DE OZONO		0	1



ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	MOVTO. DE CARGAS y DISTRIB. DE CARGAS:AGUA RECIPTE		0	1
ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	CIRCUITO HIDRÁULICO, TENISTA Y C. ELÉCTRICO	1	0	1
ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	INTENSIDAD, DENSIDAD DE TRÁFICO Y CAUDAL DE UN RÍO		1	1
ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	CIRCUITO ELÉCTRICO Y MUELLE		1	0
ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	CIRCUITO ELÉCTRICO Y DE AGUA CALIENTE	1	0	0
ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	REACC. QUÍMICAS Y OPERACIONES MATEMÁTICAS		0	1
ECIR	FYQ	4º E.S.O.	1995	PEDRO Y ANA SE ATRAEN Y FUERZAS GRAVITATORIAS	1	0	0
ECIR	FYQ	4º E.S.O.	1995	ACTIV. ENERGÉTICAS DENTRO DE UNA CASA Y E.INTERNA		0	1
ECIR	FYQ	1º BACH	1997	PEDRO Y ANA SE ATRAEN	1	0	0
ECIR	FYQ	1º BACH	1997	LA ATMÓSFERA ACTÚA COMO UNA TRAMPA TÉRMICA		1	0
ECIR	FYQ	1º BACH	1997	FRANKLIN: LOS CUERPOS ABSORVEN COMO UNA ESPONJA		1	0
ECIR	FYQ	1º BACH	1997	COMPARACIÓN DE LA F ELÉCTRICA Y F GRAVITAT.		0	1
ECIR	FYQ	1º BACH	1997	ÁTOMO DE HIDRÓGENO Y S. SOLAR		1	0
ECIR	FYQ	1º BACH	1997	ENERGÍA POTENCIAL ELÉCTRICA Y GRAVITATORIA		0	1
ECIR	FYQ	1º BACH	1997	JUGADOR DE TENIS CON ELECTRONES	1	0	0
ECIR	FYQ	1º BACH	1997	JUGADOR DE TENIS CON ELECTRONES	1	0	0
ECIR	FYQ	1º BACH	1997	PESCA EN RÍO Y ASOCIACIÓN DE "R"		0	1
ECIR	FYQ	1º BACH	1997	BALANZA CON PERSONAS Y MASAS ATÓMICAS	1	0	0
ECIR	FYQ	1º BACH	1997	VISUALIZACIÓN DEL ÁTOMO CON FUEGOS ARTIFICIALES	1	0	0
ECIR	FYQ	1º BACH	1997	ESCALERA Y ESPECTRO DEL HIDRÓGENO		0	1
ECIR	FYQ	1º BACH	1997	PIEZAS DE UN PUZLE Y REACTIVO LIMITANTE	1	0	0
ECIR	QUÍMICA	2º BACH	1998	CÁLCULO DE ENTROPÍA SIMILAR A LA ENTALPÍA		1	0
ECIR	QUÍMICA	2º BACH	1998	CALENTAMIENTO DE LA TIERRA Y DEL INVERNADERO		1	0
ECIR	QUÍMICA	2º BACH	1998	ANALOGÍA ENTRE $K(p)$ y $K@$		1	0
ECIR	QUÍMICA	2º BACH	1998	DESPLAZAMIENTO DEL EQUILIB. Y DESNIVELAC. BALANZA	1	0	0
ECIR	QUÍMICA	2º BACH	1998	FACULTAD CREADORA DE LA QUÍMICA Y DEL ARTE		1	0
					0	0	0
ECIR	FYQ	3º E.S.O.	1998	COMBUSTION DEL COMBUSTIBLE Y RESPIRACION		1	0
ECIR	FÍSICA	2º BACH	1998	SOCORRER PERSONA AHOGÁNDOSE Y PRINCIPIO DE FERMAT		0	1
ECIR	CCNN	1º E.S.O.	1996	CLASIFICAC.ELTOS. FERRETERÍA Y DE LOS SERES VIVOS		0	1

TÓPICO	LOCALIZACIÓN	MARGEN	ANÁLOGO	ADVIERTE	ANTES	DURANTE	DESPUÉS
LA CELULA	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
LOS SERES VIVOS	INICIO	0	1	0	1	1	0
LA CÉLULA	INICIO	0	0	0	1	0	0
LA CELULA	DESARROLLO	0	0	0	0	0	1
BIOQUIMICA	DESARROLLO	1	1	1	0	1	0
BIOQUIMICA	DESARROLLO	0	1	1	0	0	1
LA TIERRA Y GEO	DESARROLLO	0	1	0	1	0	0
LA TIERRA	DESARROLLO	0	0	0	1	0	0
LA TIERRA Y GEO	INICIO	0	0	0	0	0	1
ENERGIA	DESARROLLO	0	1	0	0	0	1
LOS SERES VIVOS	DESARROLLO	0	0	0	0	0	1
LA CÉLULA	DESARROLLO	0	0	0	0	0	1
LOS SERES VIVOS	ACTIV.FINALES	0	0	0	0	1	0
LA ATMOSFERA	DESARROLLO	0	0	1	0	0	1
LA TIERRA Y GEO	DESARROLLO	0	1	1	1	0	0
LA TIERRA Y GEO	DESARROLLO	0	0	0	0	0	1
LA TIERRA	DESARROLLO	0	0	0	0	0	1
LA TIERRA Y GEO	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
LA ATMOSFERA	INICIO	0	0	0	0	1	0
LA TIERRA	DESARROLLO	0	0	0	1	0	0
LA TIERRA. GEO	DESARROLLO	0	0	1	0	0	1
LA TIERRA Y GEO	DESARROLLO	0	1	1	0	0	1
BIOQUIMICA	ACTIV.FINALES	0	0	0	0	0	1
ENERGÍA	ACTIV.FINALES	0	1	0	0	1	0
LAS PLANTAS	DESARROLLO	1	0	0	0	1	0
LA TIERRA	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
LA TIERRA Y GEO	DESARROLLO	0	1	0	1	0	0
METODO CIENTIFICO	DESARROLLO	0	0	0	1	0	0
LA ATMOSFERA	DESARROLLO	0	1	1	1	0	0
LA ATMOSFERA	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
NATURALEZA DE LA MATERIA	DESARROLLO	0	1	0	0	1	0

LA ATMOSFERA	DESARROLLO	0	1	0	0	1	0
LA TIERRA GEO	DESARROLLO	0	0	1	0	1	0
SERES VIVOS	DESARROLLO	0	1	0	0	1	0
SERES VIVOS	DESARROLLO	0	1	0	1	0	0
LOS SERES VIVOS	DESARROLLO	0	0	0	0	0	1
LOS SERES VIVOS	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
ONDAS	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
LOS SERES VIVOS	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
LOS SERES VIVOS	DESARROLLO	1	1	0	0	0	1
LOS SERES VIVOS	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
LAS PLANTAS	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
LOS SERES VIVOS	ACTIV.FINALES	0	1	0	0	0	1
LOS SERES VIVOS	DESARROLLO	0	0	0	0	0	1
ONDAS	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
SÍNTESIS DE MATERIA ORGANICA	DESARROLLO	0	1	0	0	1	0
LAS PLANTAS	DESARROLLO	0	0	0	0	0	1
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	0	1	0	1	0	0
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	0	0	1	1	0	0
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	0	1	1	0	0	1
MAGNETISMO	DESARROLLO	0	1	1	0	0	1
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	0	1	1	0	0	1
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
MECANICA	DESARROLLO	0	1	0	0	0	1
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	0	0	1	0	1	0
REACCIONES Q	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
TABLA PERIÓDICA	DESARROLLO	0	0	1	0	1	0
ESTRUCTURA ATÓMICA	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
ESTRUCTURA ATÓMICA	DESARROLLO	0	1	0	1	0	0
ESTRUCT. ATÓMICA	DESARROLLO	0	0	0	0	0	1
ENLACE QUÍMICO	DESARROLLO	0	1	0	0	1	0
REACCIONES QUÍMICAS	DESARROLLO	0	1	0	1	0	0
REACCIONES QUÍMICAS	DESARROLLO	0	0	1	0	1	0

LA ATMOSFERA	DESARROLLO	0	1	0	0	0	1
LA ATMÓSFERA	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	0	0	1	0	1	0
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	0	0	1	0	1	0
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	0	0	1	0	1	0
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
ELECTRICIDAD	ACTIV.FINALES	0	0	0	0	1	0
REACCIONES QUÍMICAS	DESARROLLO	0	1	0	0	1	0
MECANICA	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
ENERGÍA	DESARROLLO	0	1	0	1	0	0
MECANICA	ACTIV.FINALES	0	0	0	0	1	0
LA TIERRA Y GEO	DESARROLLO	1	0	0	1	0	0
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	0	0	0	1	0	0
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	1	0	0	0	0	1
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	0	0	0	0	0	1
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	0	1	1	0	1	0
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	1	0	0	0	0	1
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	1	0	0	0	0	1
ELECTRICIDAD	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
ESTRUCTURA ATÓMICA/ T. PERIÓDICA	DESARROLLO	0	0	1	0	0	1
ESTRUCTURA ATÓMICA	INICIO	0	0	0	1	0	0
ESTRUCTURA ATOMICA	DESARROLLO	0	1	1	0	0	1
REACCIONES QUIMICAS	DESARROLLO	1	0	0	0	1	0
EQUILIBRIO Q.	DESARROLLO	1	0	1	0	1	0
LA ATMOSERA	ACTIV.FINALES	0	0	1	0	1	0
EQUILIBRIO QUÍMICO	DESARROLLO	0	0	1	0	1	0
EL EQUILIBRIO QUÍMICO	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
METODO CIENTIFICO	DESARROLLO	0	0	0	0	1	0
		0	0	0	0	0	0
RESPIRACIÓN	DESARROLLO	0	1	1	0	0	1
ONDAS	DESARROLLO	0	1	0	0	0	1
SERES VIVOS	DESARROLLO	0	1	0	0	0	1

LOCALIZACIÓN	MARGEN	ANÁLOGO	ADVIERTE	ANTES	DURANTE	DESPUÉS	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	SIMPLE	ENRI- QUECIDA	EL1	EL2	EXTÉN- DIDA	ANÁLOGOS	TÓPICOS
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
INICIO	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
INICIO	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
INICIO	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
ACTIV.FINALES	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
DESARROLLO	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
INICIO	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ACTIV.FINALES	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
ACTIV.FINALES	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
DESARROLLO	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0

DESARROLLO	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
ACTIV.FINALES	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0

DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1
DESARROLLO	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0
DESARROLLO	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
ACTIV.FINALES	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
ACTIV.FINALES	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
INICIO	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
ACTIV.FINALES	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DESARROLLO	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0

EDITORIAL	MATERIA	CURSO	AÑO PUBLICACIÓN	DESCRIPCIÓN	P	V	PV	LOCALIZACIÓN	MARGEN
EDEBE	FYQ	1º BACH	1998	ENERGIA POT. GRAVITAT. Y ENERGIA POT. ELECTROSTATI	0	1	0	DESARROLLO	0
EDEBE	BYG	1º BACH	1998	FLOTAMOS EN EL COSMOS COMO UNA MOTA DE POLVO EN EL	0	1	0	INICIO	0
EDEBE	BYG	1º BACH	1998	ERUPCION VOLCANICA Y BEBIDA CON GAS	0	1	0	DESARROLLO	1
EDEBE	BYG	1º BACH	1998	...CONSIDERAR LA TIERRA COMO UNA MAQUINA U ORGANIS	0	1	0	INICIO	0
EDEBE	BYG	1º BACH	1998	CUERPO DE UN ANIMAL Y SOCIEDAD O ECOSISTEMA	0	1	0	ACTIV.FINALES	0
EDEBE	BYG	1º BACH	1998	TUBO DIGESTIVO EN FORMA DE SACO	0	1	0	DESARROLLO	0
EDEBE	BYG	1º BACH	1998	LAS BRANQUIAS TIENEN ESTRUCTURA PLUMOSA	0	1	0	DESARROLLO	0
EDEBE	CCNN	1º E.S.O.	1996	TRANSFORMACIÓN DE UNIDADES Y MÁQUINA	1	0	0	DESARROLLO	1
EDEBE	CCNN	1º E.S.O.	1996	LA TROPOSFERA ACTUA COMO UN INVERNADERO	0	1	0	DESARROLLO	0
EDEBE	CCNN	1º E.S.O.	1996	LA ATMOSFERA ACTUA COMO UN GIGANTESTO INVERNADERO	0	1	0	DESARROLLO	0
EDEBE	CCNN	1º E.S.O.	1996	LA LUNA ES COMO UN GRAN ESPEJO QUE REFLEJA LA LUZ	0	1	0	DESARROLLO	0
EDEBE	FISICA	2º BACH	1999	FUNCIONAMIENTO DE CAMARA SEMEJANTE AL OJO HUMANO	0	1	0	DESARROLLO	0
EDEBE	FISICA	2º BACH	1999	ANALOGIAS Y DIFERENCIAS ENTRE "g" Y "E"	0	1	0	ACTIV.FINALES	0
EDEBE	FISICA	2º BACH	1999	RESONANCIA CIRCUITO CORRTE.ALTERNA Y OSCILADOR ARM	0	1	0	DESARROLLO	1
EDEBE	QUIMICA	2º BACH	1999	GIRO DE LOS "e" Y SISTEMA SOLAR EN MINIATURA	0	0	1	DESARROLLO	1
EDEBE	QUIMICA	2º BACH	1999	P.I.HEISENBERG Y CHOQUE DE DOS AUTOMOVILES	0	1	0	DESARROLLO	1
EDEBE	QUIMICA	2º BACH	1999	EFFECTO INVERNADERO	0	1	0	ACTIV.FINALES	0
EDEBE	QUIMICA	2º BACH	1999	VARIACION ENTALPIA NO DEPENDE DE TRAYECTORIA AL SU	0	1	0	DESARROLLO	1
EDEBE	BIOLOGIA	2º BACH	1999	LOS LIPIDOS ACTUAN COMO ALMACENES DE ENERGIA	0	1	0	INICIO	0
EDEBE	BIOLOGIA	2º BACH	1999	MODELO DE LLAVE CERRADURA EN LAS ENZIMAS	0	0	1	DESARROLLO	1
EDEBE	BIOLOGIA	2º BACH	1999	INTERIOR DE LA CELULA Y MINUSCULA FACTORIA	0	1	0	INICIO	0
EDEBE	BIOLOGIA	2º BACH	1999	COMBUSTION DE LA MADERA Y DE COMPUESTOS ORGANICOS	0	1	0	INICIO	0
EDEBE	CCNN	2º E.S.O.	1997	CELULA ANIMAL Y FABRICA	1	0	0	DESARROLLO	0
EDEBE	CCNN	2º E.S.O.	1997	CELULA VEGETAL Y FABRICA	1	0	0	DESARROLLO	0
EDEBE	CCNN	2º E.S.O.	1997	LOS POLIPOS TIENEN FORMA DE PEQUEÑOS SAQUITOS	0	1	0	DESARROLLO	0
EDEBE	CCNN	2º E.S.O.	1997	EL CUERPO DE LAS MEDUSAS TIENE FORMA DE PARAGUAS	0	1	0	DESARROLLO	0
EDEBE	FYQ	3º E.S.O.	1995	CORRIENTE ELECTRICA SEMEJANTE A DE AGUA O AIRE	0	1	0	DESARROLLO	0
EDEBE	FYQ	3º E.S.O.	1995	CIRCUITO ELECTRICO Y CIRCUITO HIDRAULICO	0	0	1	DESARROLLO	0
EDEBE	FYQ	3º E.S.O.	1995	DIEZ PERSONAS QUE AVANZAN A TRAVES DE UNA MULTITUD	0	1	0	DESARROLLO	0
EDEBE	FYQ	3º E.S.O.	1995	LOS IMANES, DE MODO SEMEJANTE A "E" MODIFICAN EL E	0	1	0	DESARROLLO	0
EDEBE	BYG	3º E.S.O.	1995	CADA CELULA ES COMO UNA PEQUEÑA FABRICA	0	1	0	INICIO	0
EDEBE	BYG	3º E.S.O.	1995	NUESTRO CEREBRO SE COMPARA CON UN GRAN ORDENADOR	0	1	0	INICIO	0



EDEBE	BYG	3° E.S.O.	1995	NEURONA TRANSMITEN MENSAJES PARECIDO A CIRCULACION	0	1	0	DESARROLLO	0
EDEBE	BYG	3° E.S.O.	1995	PLACAS RIGIDAS DE LA LITOSFERA Y PIEZAS DE ROMPECA	0	1	0	DESARROLLO	0
EDEBE	BYG	3° E.S.O.	1995	PLACAS DE LA LITOSFERA FLOTAN COMO ICEBERGS SOBRE	0	1	0	DESARROLLO	0
EDEBE	FYQ	4° E.S.O.	1996	ELECTRONES GIRANDO COMO NAVE ESPACIAL ALREDEDOR DE	0	1	0	INICIO	0
EDEBE	FYQ	4° E.S.O.	1996	ENERGIA INTERNA DE LA MATERIA Y DE UNA BIBLIOTECA	0	1	0	DESARROLLO	1
EDEBE	BYG	4° E.S.O.	1996	BIOSFERA Y FINA TELA DE ARAÑA	0	1	0	DESARROLLO	0

ANÁLOGO	ADVIERTE	ANTES	DURANTE	DESPUÉS	C/C	A/A	C/A	E F	E/F	SIMPLE	ENRIQUECIDA	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANÁLOGOS	TÓPICOS
1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0

0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0

EDITORIAL	MATERIA	CURSO	AÑO PUBLICACIÓN	DESCRIPCIÓN	P	V	PV	LOCALIZACIÓN	MARGEN
ANAYA	CCNN	1º E.S.O.	1996	CLASIF. ELEMENTOS QUÍMICOS: SIMILAR A BIBLIOTECA	0	0	1	DESARROLLO	0
ANAYA	CCNN	2º E.S.O.	1997	RESPIRACIÓN: COMBUSTIÓN LENTA Y SIN LLAMA	0	0	1	DESARROLLO	0
ANAYA	CCNN	2º E.S.O.	1997	LA ENERGÍA Y EL HAMBRE	0	0	1	DESARROLLO	0
ANAYA	CCNN	2º E.S.O.	1997	AL IGUAL QUE LA LUPA EL CRISTALINO ENFOCA LA LUZ	0	0	1	DESARROLLO	0
ANAYA	FYQ	3º E.S.O.	1998	CLASIF. ELEMENTOS QUÍMICOS: SIMILAR A BIBLIOTECA	0	0	1	DESARROLLO	0
ANAYA	FYQ	3º E.S.O.	1998	AGUA QUE CAE EN CATARATA Y MOVTO.DE ELECTRONES	0	0	1	DESARROLLO	1
ANAYA	BYG	3º E.S.O.	1998	SECRECIÓN DE INSULINA Y FUNCIONAMIENTO TERMOSTATO	0	0	1	DESARROLLO	1
ANAYA	BYG	4º E.S.O.	1998	SUPERFICIE DE LA TIERRA Y LA DE UN BALÓN DE FÚTBOL	0	0	1	DESARROLLO	1
ANAYA	FYQ	1º BACH	1997	8º ELEMENTO: REPETICIÓN DEL 1º, COMO EN LA 8ª NOTA	0	0	1	DESARROLLO	1
ANAYA	FYQ	1º BACH	1997	DISTRIB. ÁTOMOS EN CRISTALES IÓNICOS Y FRUTA	0	0	1	DESARROLLO	1
ANAYA	FÍSICA	2º BACH	1998	COMPARACIÓN ENTRE CAMPO GRAV. Y ELÉCTRICO	0	0	1	DESARROLLO	0
ANAYA	FÍSICA	2º BACH	1998	COMPARACIÓN ENTRE CAMPO ELÉCT. Y MAGNÉTICO	0	0	1	DESARROLLO	0
ANAYA	FÍSICA	2º BACH	1998	EXPERIENCIA DE MICHELSON Y M.: DOS BARCAS Y RÍO	0	0	1	DESARROLLO	1
ANAYA	FÍSICA	2º BACH	1998	DIODO: PUERTA BATIENTE EN CIRCUITO HIDRÁULICO	0	0	1	ACTIV.FINALES	1
ANAYA	BIOLOGÍA	2º BACH	1997	LAS PROTEÍNAS FLOTAN COMO ICEBERGS EN UN MAR DE ..	0	0	1	DESARROLLO	0
ANAYA	BIOLOGÍA	2º BACH	1997	COCHE QUE SUBE Y BAJA UNA MONTAÑA	0	0	1	DESARROLLO	0
ANAYA	CCNN	1º E.S.O.	1996	AL IGUAL QUE EL CORAZÓN HUMANO EL SOL LATE TAMBIÉN	0	1	0	ACTIV.FINALES	0
ANAYA	CCNN	1º E.S.O.	1996	ATMÓSFERA Y LOS OCÉANOS: MÁQUINA TÉRMICA	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	CCNN	1º E.S.O.	1996	ASCENSO DEL MAGMA Y ASCENSO DEL CAVA	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	CCNN	1º E.S.O.	1996	LAS ESCAMAS ESTÁN DISPUESTAS COMO TEJAS DE TEJADO	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	CCNN	2º E.S.O.	1997	EL DIÓX.CARBONO ACTÚA COMO EL CRISTAL INVERNADERO	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	CCNN	2º E.S.O.	1997	EL OJO HUMANO Y LA CÁMARA FOTOGRÁFICA	0	1	0	ACTIV.FINALES	0
ANAYA	FYQ	3º E.S.O.	1998	OCTAVAS DE NEWLANDS Y OCTAVA DE NOTA MUSICAL	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	BYG	3º E.S.O.	1998	NUESTRO OJO FUNCIONA COMO UNA CÁMARA FOTOGRÁFICA	0	1	0	ACTIV.FINALES	0
ANAYA	BYG	3º E.S.O.	1998	OVARIO, ÓRGANO DEL TAMAÑO DE UNA ALMENDRA	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	FYQ	4º E.S.O.	1998	MOTOR DE UN COCHE Y SERES VIVOS	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	BYG	4º E.S.O.	1998	PATRIMONIO GENÉTICO CELULAR: DICCIONARIOS	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	BYG	4º E.S.O.	1998	DIÓXIDO DE C. SIMILAR AL VIDRIO DE INVERNADEROS	0	1	0	ACTIV.FINALES	0
ANAYA	FYQ	1º BACH	1997	JUEGO DE AJEDREZ CON SUS REGLAS Y NATURALEZA	0	1	0	ACTIV.FINALES	0
ANAYA	FYQ	1º BACH	1997	LA TIERRA ES COMO UN GIGANTESCO INVERNADERO	0	1	0	ACTIV.FINALES	0
ANAYA	BYG	1º BACH	1996	PLIEGUES PAISAJES GEOLÓG. Y PLIEGUES DE UNA SÁBANA	0	1	0	DESARROLLO	0

ANAYA	BYG	1º BACH	1996	ONDULACIONES DE ESTRATOS SEMEJANTES A UNA ONDA	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	BYG	1º BACH	1996	Hª HUMANIDAD E Hª DE LA TIERRA	0	1	0	INICIO	0
ANAYA	BYG	1º BACH	1996	COMBUSTIÓN GASOL. Y MADERA Y OXID.MAT. ORGÁNICA	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	BYG	1º BACH	1996	DESTRUCC. PARED Y MOLÉCULA ORGÁNICA: DESPRENDE E	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	BYG	1º BACH	1996	EQUILIB. ESTAC. SER VIVO Y EQUILIB. PALO ESCOBA	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	BYG	1º BACH	1996	CAÍDA EN SERIE FICHAS DOMINÓ E IMPULSO NERVIOSO	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	FÍSICA	2º BACH	1998	ULTRASONIDOS Y RAYOS LUMINOSOS: COMPORTAN PARECIDO	0	1	0	ACTIV.FINALES	0
ANAYA	FÍSICA	2º BACH	1998	EFECTO FOTOELÉCTRICO Y PIEDRA CONTRA ALMENDRO	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	QUÍMICA	2º BACH	1998	EL INVERNADERO, IGUAL QUE LA ATM, ES TRAMPA DE Q	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	QUÍMICA	2º BACH	1998	ÓRBITAS DEL e Y LIBRO EN REPISA DE ESTANTERÍA	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	QUÍMICA	2º BACH	1998	EL ÁTOMO:SEMEJANTE A SIST.PLANETARIO EN MINIATURA	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	QUÍMICA	2º BACH	1998	8º ELEMENTO, COMO LA 8ª NOTA EN UNA ESCALA MUSICAL	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	QUÍMICA	2º BACH	1998	LA CAPA DE OZONO ACTÚA COMO UN ESCUDO PROTECTOR	0	1	0	ACTIV.FINALES	0
ANAYA	QUÍMICA	2º BACH	1998	ETAPA DETERMINANTE: CUELLO BOTELLA/AUTOPISTA ESTRE	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	BIOLOGÍA	2º BACH	1997	ORGÁNULOS: SIMILARES A LOS ÓRGANOS DE UN INDIVIDUO	0	1	0	INICIO	0
ANAYA	BIOLOGÍA	2º BACH	1997	CÉLULAS: CAVIDADES SIMILARES AL PANAL DE CERA ABEJ	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	BIOLOGÍA	2º BACH	1997	LA LÁMINA MEDIA ACTÚA COMO UN CEMENTO	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	BIOLOGÍA	2º BACH	1997	LAS PROTEÍNAS FLOTAN COMO ICEBERGS EN UN MAR DE ..	0	1	0	ACTIV.FINALES	0
ANAYA	BIOLOGÍA	2º BACH	1997	LOS NÚCLEOS RECUERDAN A PELOTAS DE GOLF	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	BIOLOGÍA	2º BACH	1997	EL ATP: MISIÓN ANÁLOGA A PILA RECARGABLE	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	BIOLOGÍA	2º BACH	1997	COMBUSTIÓN MADERA,GASOLINA: COMBUSTIÓN CELULAR	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	BIOLOGÍA	2º BACH	1997	MOLÉCULA QUE SE OXIDA Y CUERPO QUE BAJA LA MONTAÑA	0	1	0	DESARROLLO	0
ANAYA	CTMA	2º BACH	1998	GASES DE LA ATM. SE ASEMEJAN A UN INVERNADERO	0	1	0	DESARROLLO	0

ANÁLOGO	ADVIERTE	ANTES	DURANTE	DESPUÉS	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	SIMPLE	ENRIQUECIDA	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANÁLOGOS	TÓPICOS
1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0

0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0

EDITORIAL	MATERIA	CURSO	AÑO PUBLICACIÓN	DESCRIPCIÓN	P	V	PV	LOCALIZACIÓN	MARGEN
MGH	BIOLOGIA	2º BACH	1998		0	0	0		0
MGH	BYG	3º E.S.O.	1998	EL AGUA ACTUA COMO UNA CUÑA	0	1	0	DESARROLLO	0
MGH	BYG	4º E.S.O.	1995		0	0	0		0
MGH	BYG	1º BACH	1996	IO: LA "PIZZA" POR SUS COLORES Y ASPECTO DE SUPERF	0	1	0	DESARROLLO	1
MGH	CCNN	1º E.S.O.	1999	NIÑA COLUMPIANDOSE Y RESONANCIA EN EL MOVTO. ONDUL	0	0	1	DESARROLLO	0
MGH	CCNN	1º E.S.O.	1999	INVESTIGACION CIENTIFICA Y TRABAJO DE POLICIA	0	1	0	INICIO	0
MGH	CCNN	1º E.S.O.	1999	EL INTERIOR DE LA TIERRA Y UN REGALO ENVUELTO	0	1	0	DESARROLLO	0
MGH	CCNN	2º E.S.O.	1996	CIRCUITO HIDRAULICO Y CIRCUITO ELECTRICO	0	1	0	ACTIV.FINALES	0
MGH	CCNN	2º E.S.O.	1996	FOTOSINTESIS Y FABRICA	1	0	0	DESARROLLO	0
MGH	FISICA	2º BACH	1996	HUNDIMIENTO LIENZO ELASTICO CON UNA BOLA Y CURVATU	0	0	1	ACTIV.FINALES	1
MGH	FISICA	2º BACH	1996	CAMPO ELECTRICO Y CAMPO GRAVITATORIO	0	1	0	DESARROLLO	0
MGH	FISICA	2º BACH	1996	ANALOG. Y DIFERENCIAS ENTRE CAMPO GRAV. Y ELECTRIC	0	1	0	ACTIV.FINALES	0
MGH	FISICA	2º BACH	1996	ANALOG. Y DIFERENCIAS ENTRE CAMPO ELECT. Y MAGNETI	0	1	0	ACTIV.FINALES	0
MGH	FYQ	3º E.S.O.	1995	POLICIA DE ADUANAS Y EXPERIMENTO DE RUTHERFORD	0	0	1	DESARROLLO	0
MGH	FYQ	3º E.S.O.	1995	MODELO ATOMICO DE THOMSON Y SANDIA	0	0	1	DESARROLLO	1
MGH	FYQ	3º E.S.O.	1995	INVERNADERO Y COCHE COMO ANALOGOS DEL EF.INVERNAD	0	1	1	DESARROLLO	0
MGH	FYQ	3º E.S.O.	1995	RESIST.AIRE, AGUA Y ENTRE 2 CUERPOS ANALG. A "e"	0	1	0	DESARROLLO	0
MGH	FYQ	3º E.S.O.	1995	COLISIONES DE CANICA CON CLAVOS Y DE ELECTRONES	0	0	1	DESARROLLO	1
MGH	FYQ	4º E.S.O.	1997		0	0	0		0
MGH	FYQ	1º BACH	1995	MODELO DE THOMSON: BIZCOCHO DE PASAS O SANDIA	0	1	0	DESARROLLO	1
MGH	FYQ	3º E.S.O.	1995	INCREIBLE: LANZAR GRANADA CONTRA TROZO DE SEDA Y..	0	1	0	DESARROLLO	0
MGH	QUIMICA	2º BACH	1999		0	0	0		0





EDITORIAL	MATERIA	CURSO	AÑO PUBLICACIÓN	DESCRIPCIÓN	P	V	PV	LOCALIZACIÓN	MARGEN
S.M.	FYQ	4º E.S.O.	1998	CÁMARA FOTOGRÁFICA Y OJO	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	FYQ	4º E.S.O.	1998	E.ACTIVACIÓN Y PELOTA DE GOLF SUPERANDO ELEVACIÓN	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	FYQ	4º E.S.O.	1998	MODELO ATÓMICO DE THOMSON LLAMADO PUDIN DE PASAS	0	0	1	DESARROLLO	1
S.M.	FYQ	4º E.S.O.	1998	SUSTRATO-ENZIMA Y DESTORNILLADORES-TORNILLOS	0	0	1	DESARROLLO	1
S.M.	BYG	3º E.S.O.	1998	AGUA ACUMULADA EN POROS DE LA ROCA Y EN ESPONJA	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	BYG	4º E.S.O.	1998	FOTOGAMA DE UNA PELÍCULA Y OBSERV. DEL RELIEVE	0	1	0	INICIO	0
S.M.	BYG	4º E.S.O.	1998	UNA MANZANA QUE SE ARRUGA IGUAL QUE LA TIERRA	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	BYG	4º E.S.O.	1998	LA TIERRA SE VE COMO UNA MAQUINARIA	0	1	0	INICIO	0
S.M.	BYG	4º E.S.O.	1998	TOALLA Y PLACA OCEÁNICA	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	BYG	4º E.S.O.	1998	SÍNTESIS DE PROTEÍNAS Y CONSTRUCCIÓN "LEGO"	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	BYG	4º E.S.O.	1998	CÓDIGO MORSE Y CÓDIGO GENÉTICO	0	0	1	ACTIV.FINALES	0
S.M.	BYG	3º E.S.O.	1998	BOTELLA DE CHAMPAGNE Y ERUPCIÓN VOLCÁNICA	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	BYG	3º E.S.O.	1998	TIERRA Y HUEVO (SUPERFICIE RÍGIDA, INTERIOR BLANDO)	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	BYG	3º E.S.O.	1998	POLVO ESPACIAL Y ASPIRADORA TIERRA	1	0	0	ACTIV.FINALES	0
S.M.	BYG	1º BACH	1997	ROTACIÓN DE LA TIERRA: FRENO A UNA RUEDA	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	BYG	1º BACH	1997	LAS TEORÍAS SON COMO LAS CATEDRALES	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	BYG	1º BACH	1997	EL GAS ACTUÓ COMO UN ANCLA, FRENANDO LA ROTACIÓN	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	BYG	1º BACH	1997	TEORÍAS CIENTÍFICAS Y EDIFICIOS EN CONSTRUCCIÓN	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	BYG	1º BACH	1997	EJE DE ROTACIÓN DE MARTE: COMO UNA PEONZA	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	BYG	1º BACH	1997	ESTRATOS DEL PLANETA TIERRA Y MUÑECAS RUSAS	0	1	0	INICIO	0
S.M.	BYG	1º BACH	1997	PANGEA Y PUZZLE	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	BYG	1º BACH	1997	DOBLE CREMALLERA: COMPRESIÓN Y DESCOMP. CORTEZA	0	0	1	DESARROLLO	1
S.M.	BYG	1º BACH	1997	TRONCO DE UN ÁRBOL Y TERRENO SEDIMENTARIO	0	0	1	DESARROLLO	1
S.M.	BYG	1º BACH	1997	CAPÍTULOS DE UN LIBRO Y DIVISIONES EN LA Hª TIERRA	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	BYG	1º BACH	1997	ESTRATOS DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS Y PÁG. LIBRO	0	1	0	INICIO	0
S.M.	BYG	1º BACH	1997	MODELOS DE COCHES Y BACTERIAS	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	BYG	1º BACH	1997	BAZARES Y CENTROS COMERCIALES:UNI Y PLURICELULARES	0	0	1	INICIO	0
S.M.	BYG	1º BACH	1997	RUTAS METABÓLICAS Y CALLES DE UNA CIUDAD	0	0	1	INICIO	0
S.M.	BYG	1º BACH	1997	AVIÓN CON PILOTO AUTOMÁTICO Y ORGANISMO VIVO	0	0	1	INICIO	0

S.M.	CCNN	1º E.S.O.	1997	EL HIELO ACTÚA COMO UNA MANTA PROTECTORA	0	1	0	ACTIV.FINALES	0
S.M.	CCNN	1º E.S.O.	1997	CONSTRUCCIÓN DE PALABRAS Y DE SUSTANCIAS PURAS	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	CCNN	1º E.S.O.	1997	LAS PLANTAS SE COMPORTAN COMO GIGANTESCAS FÁBRICAS	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	CCNN	1º E.S.O.	1997	EMBUDO Y SERES VIVOS DE UN REINO Y DE UNA ESPECIE	1	0	0	DESARROLLO	0
S.M.	CCNN	1º E.S.O.	1997	ATM. Y VIDRIO DE INVERNAD.: REUDUCEN PÉRD. CALOR	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	FYQ	3º E.S.O.	1998	LOS MONÓMEROS(HOMBRES SEPARADOS) SE UNEN...POLÍMER	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	QUÍMICA	2º BACH	1997	MAPA GEOGRÁFICO Y TABLA PERIÓDICA	0	0	1	INICIO	0
S.M.	QUÍMICA	2º BACH	1997	MUTUALISMO ENTRE PECES Y UNIÓN ENTRE ÁTOMOS	0	0	1	INICIO	0
S.M.	QUÍMICA	2º BACH	1997	MELODÍA MUSICAL Y COMBINACIÓN DE ESPECIES QUÍMICAS	0	0	1	INICIO	0
S.M.	QUÍMICA	2º BACH	1997	BARAJA Y LADRILLOS FRENTE A MOLÉCULAS DE AGUA	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	QUÍMICA	2º BACH	1997	VELOCIDAD DE AUTOMÓVILES Y VELOCIDAD DE REACTIVOS	0	0	1	INICIO	0
S.M.	QUÍMICA	2º BACH	1997	HALCONES Y PALOMAS FRENTE AL EQUILIBRIO QUÍMICO	0	0	1	INICIO	0
S.M.	FYQ	3º E.S.O.	1998	CAMBIOS QUÍMICOS Y BLOQUES EN CONSTRUCCIÓN (LEGO)	0	0	1	INICIO	0
S.M.	FYQ	3º E.S.O.	1998	BIBLIOTECA Y ELEMENTOS QUÍMICOS	0	0	1	INICIO	0
S.M.	FYQ	1º BACH	1998	HUELLAS DACTILARES Y LUZ QUE ATRAVIEZA UN ELEMENTO	0	0	1	INICIO	0
S.M.	FYQ	1º BACH	1998	LOS ÁTOMOS TENÍAN EL ASPECTO DE UN PUĐÍN	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	FYQ	1º BACH	1998	LIBRO EN UNA ESTANTERÍA Y DISPOSICIÓN DE e (BOHR)	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	FYQ	3º E.S.O.	1998	AGUA QUE CIRCULA POR UNA TUBERÍA E INTENSIDAD	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	FYQ	3º E.S.O.	1998	CIRCUITO HIDRÁULICO Y CIRCUITO ELÉCTRICO	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	FYQ	3º E.S.O.	1998	BIFURCACIÓN EN TUBERÍA DE AGUA Y NUDO ELÉCTRICO	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	BIOLOGÍA	2º BACH	1999	CARNÉ DE IDENTIDAD MOLECULAR- HISTOCOMPATIBILIDAD	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	BIOLOGÍA	2º BACH	1999	SISTEMA NERVIOSO Y SISTEMA INMUNITARIO	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	FYQ	3º E.S.O.	1998	CEBOLLA Y CORTEZA ELECTRÓNICA	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	FYQ	3º E.S.O.	1998	POLÍMEROS Y PERSONAS UNIDAS DE MANO Y CON 2 MANOS	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	FYQ	3º E.S.O.	1998	POLÍMEROS Y CLIPS	1	0	0	DESARROLLO	0
S.M.	FYQ	3º E.S.O.	1998	FULERENOS Y BALÓN DE FÚTBOL	0	0	1	ACTIV.FINALES	0
S.M.	FYQ	3º E.S.O.	1998	SALTO DE AGUA Y CORRIENTE ELÉCTRICA	0	0	1	INICIO	0
S.M.	FYQ	3º E.S.O.	1998	SALTO DE AGUA Y CORRIENTE ELÉCTRICA	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	CCNN	1º E.S.O.	1997	EL TERRENO SE MUEVE COMO UN REPTIL	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	CCNN	1º E.S.O.	1997	TRIPAS Y OVILLO DE HILO	1	0	0	ACTIV.FINALES	0

S.M.	CCNN	1º E.S.O.	1997	EL CUERPO HUMANO FUNCIONA COMO SI TUVIESE UN RELOJ	0	0	1	ACTIV.FINALES	0
S.M.	CCNN	1º E.S.O.	1997	EL OJO HUMANO Y UN INSTRUMENTO ÓPTICO	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	CCNN	1º E.S.O.	1997	EL SONIDO Y FICHAS VERTICALES QUE VAN CAYENDO	0	0	1	DESARROLLO	1
S.M.	FYQ	1º BACH	1998	RECETAS PARA COCINAR Y RECETAS QUÍMICAS	0	0	1	INICIO	0
S.M.	FYQ	1º BACH	1998	COCINERO QUE PREPARA UN PLATO Y QUÍMICO: PRODUCTO	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	FYQ	1º BACH	1998	SORBETE DE LIMÓN Y CUCURUCHOS PARA PREPARAR HELADO	0	0	1	DESARROLLO	1
S.M.	FYQ	1º BACH	1998	MONÓMEROS(CLIPS)QUE ORIGINAN POLÍMEROS (CLIP-CLIP)	1	0	0	DESARROLLO	0
S.M.	FYQ	1º BACH	1998	PALABRAS DE LA LENG. CASTELLANA Y COMPTOS.QUÍMICOS	0	0	1	INICIO	0
S.M.	FYQ	1º BACH	1998	APUESTAS LOTERÍA PRIMITIVA Y Nº COMPTOS. ORGÁNICOS	0	0	1	DESARROLLO	1
S.M.	FYQ	1º BACH	1998	VIDRIO DE INVERNADERO Y DIÓX. CARBONO DE ATMÓSFERA	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	QUÍMICA	2º BACH	1997	AVERÍA MECÁNICA AUTOMÓVIL Y RESOLUCIÓN PROBLEMA	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	QUÍMICA	2º BACH	1997	PUDIN Y MODELO ATÓMICO DE THOMSON	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	QUÍMICA	2º BACH	1997	TRUCHAS AGUA/AIRE Y LOCALIZACIÓN DE ELECTRONES	0	0	1	INICIO	0
S.M.	CCNN	2º E.S.O.	1997	FICHAS DOMINÓ VERTICALES Y TRANSP. DE LUZ Y SONIDO	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	CCNN	2º E.S.O.	1997	LAS PLANTAS Y LAS FÁBRICAS DE COMIDA	0	0	1	ACTIV. FINALES	0
S.M.	CCNN	2º E.S.O.	1997	LA MATERIA ORGÁNICA ES COMO UN PEGAMENTO	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	CCNN	2º E.S.O.	1997	EDIFICIO "LEGO"- CUERPO HUMANO FORMADO POR CÉLULAS	0	0	1	INICIO	0
S.M.	CCNN	2º E.S.O.	1997	FUNCIONAMIENTO DE UNA FÁBRICA Y CUERPO HUMANO	0	0	1	INICIO	0
S.M.	FYQ	3º E.S.O.	1998	GRAVA Y ARENA Y AGUA Y ALCOHOL: VOLUMEN INFERIOR A	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	BYG	4º E.S.O.	1998	CAPAS DE LA TIERRA Y CEBOLLA	0	1	0	ACTIV. FINALES	0
S.M.	FÍSICA	2º BACH	1998	VARIAC.MAGN..EN ONDAS CLÁSICAS Y "FI" EN DEBROGLIE	0	1	0	DESARROLLO	0
S.M.	FÍSICA	2º BACH	1998	MODELO DE LA GOTA LÍQUIDA Y FUERZAS NUCLEARES	0	0	1	DESARROLLO	1
S.M.	FÍSICA	2º BACH	1998	INTERCAMBIO EN NUCLEONES Y PELOTAS EN PERSONAS	0	0	1	DESARROLLO	1
S.M.	CCNN	2º E.S.O.	1997	LA TIERRA ES COMO UNA GRAN MÁQUINA TÉRMICA	0	0	1	DESARROLLO	1
S.M.	CCNN	2º E.S.O.	1997	FOTOSÍNTESIS Y FÁBRICA DE ALIMENTOS	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	CCNN	2º E.S.O.	1997	DROGADICTO Y TÍTERE MANIPULADO	1	0	0	DESARROLLO	1
S.M.	CCNN	2º E.S.O.	1997	PASO DE AGUA ENTRE 2 DEPÓSITOS Y DIF. DE POTENCIAL	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	CCNN	2º E.S.O.	1997	PASO DE AGUA ENTRE 2 DEPÓSITOS Y GENERADOR ELÉCT.	0	0	1	DESARROLLO	0
S.M.	CCNN	2º E.S.O.	1997	CONSTRUCCIÓN DE OBJETOS "LEGO" Y FORM. SUSTANCIAS	1	0	0	INICIO	0
S.M.	FÍSICA	2º BACH	1998	BARRERA COULOMB NEUTRONES Y BOLA EN AGUJERO	0	1	0	DESARROLLO	0



ANÁLOGO	ADVIERTE	ANTES	DURANTE	DESPUÉS	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	SIMPLE	ENRIQUECIDA	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANÁLOGOS	TÓPICOS
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0

0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0

1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0







EDITORIAL	MATERIA	CURSO	AÑO PUBLICACIÓN	DESCRIPCIÓN	P	V	PV	LOCALIZACIÓN	MARGEN
OXFORD	BYG	1º BACH	1998	LOS CONTINENTES Y BALSAS FLOTANDO	1	0		ACTIV.FINALES	0
OXFORD	BYG	1º BACH	1998	CENTRAL HIDROELÉCT. Y PROCESOS METABÓLICOS	0	1		DESARROLLO	1
OXFORD	BYG	1º BACH	1998	EJÉRCITO Y EL EJÉRCITO DE LAS CRIATURAS	1	0		INICIO	0
OXFORD	BYG	1º BACH	1998	BOCA DE LOS MOLUSCOS EN FORMA DE LIMA	1	0		DESARROLLO	0
OXFORD	FYQ	1º BACH	1999	DIMENSIÓN DE UN ÁTOMO: ESTADIO DE FÚTBOL	1	0		DESARROLLO	1
OXFORD	FYQ	1º BACH	1999	OCTAVAS DE NEWLANDS	1	0		DESARROLLO	1
OXFORD	FYQ	1º BACH	1999	SATISFACER DESEO MUTUO Y NECESIDAD DE ESTABILIDAD	1	0		DESARROLLO	0
OXFORD	FYQ	1º BACH	1999	EL DIÓX. CARBONO ACTÚA COMO UNA PANTALLA	0	1		DESARROLLO	0
OXFORD	FYQ	1º BACH	1999	LEY GRAVIT. U. NEWTON Y LEY DE COULOMB	1	0		DESARROLLO	0
OXFORD	FYQ	1º BACH	1999	INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO Y GRAVITATORIO	1	0		DESARROLLO	1
OXFORD	FYQ	1º BACH	1999	ANALOGÍA ENTRE E.POTENCIAL GRAVIT. Y ELÉCTRICA	0	1		DESARROLLO	0
OXFORD	FYQ	1º BACH	1999	E.POTENCIAL GRAVITAT. SE ANULA ; POTENCIAL TAMBIÉN	1	0		DESARROLLO	1
OXFORD	FYQ	1º BACH	1999	DOS ANÁLOGOS: AGUA QUE CAE Y FLUJO DE CALOR	0	1		DESARROLLO	0
OXFORD	FYQ	1º BACH	1999	BOMBA DE AGUA Y GENERADOR ELÉCTRICO	1	0		DESARROLLO	0
OXFORD	FYQ	1º BACH	1999	SENTIDO DE LA CORRIENTE ELÉCT. Y MOVTO. AGUA/CALOR	1	0		DESARROLLO	0
OXFORD	CCNN	1º E.S.O.	2000	ARENA DE PLAYA Y ESTADOS DE AGREGACION MATERIA	0	0	1	DESARROLLO	0
OXFORD	CCNN	1º E.S.O.	2000	SORPRESA: MASA NÚCLEO Y PISCINA CON 1 GOTA AGUA	0	0	1	DESARROLLO	1
OXFORD	CCNN	1º E.S.O.	2000	PELOTA DE PING PONG EN UN ESTADIO DE FUTBOL	0	1	0	DESARROLLO	1
OXFORD	CCNN	1º E.S.O.	2000	LAVADORA Y CUBO CON AGUA SUJETO CUERDA GIRANDO	0	0	1	DESARROLLO	0
OXFORD	CCNN	1º E.S.O.	2000	ESTRUCTURA DEL ÁTOMO Y SISTEMA SOLAR	0	0	1	DESARROLLO	0
OXFORD	CCNN	1º E.S.O.	2000	A/REPULS. ENTRE CARGAS Y A/REPULSIÓN ENTRE PERSONA	1	0	0	ACTIV.FINALES	0
OXFORD	CCNN	1º E.S.O.	2000	COLMENA DE ABEJAS Y SISTEMA MATERIAL DE PARTÍCULAS	0	0	1	DESARROLLO	1
OXFORD	CCNN	1º E.S.O.	2000	UNIÓN DE LAS PIEZAS DE PUZZLE Y FORMACIÓN COMPUEST	1	0	0	INICIO	0
OXFORD	CCNN	1º E.S.O.	2000	UNIÓN DE LAS PIEZAS PUZZLE Y FORMACIÓN DE COMPUES	1	0	0	ACTIV.FINALES	0
OXFORD	CCNN	1º E.S.O.	2000	CRISTAL INVERNADERO Y VAPOR AGUA Y DIÓX.CARBONO	0	0	1	DESARROLLO	1
OXFORD	BIOLOGÍA	2º BACH	1999	ENERGÍA ELÉCTRICA Y "ATP"	0	1		DESARROLLO	1
OXFORD	BIOLOGÍA	2º BACH	1999	SÍNTESIS DE PROTEÍNAS Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO	1	0		DESARROLLO	0
OXFORD	BIOLOGÍA	2º BACH	1999	MEMBRANA INTERNA SIMILAR A UN CONDENSADOR	1	0		DESARROLLO	0
OXFORD	BIOLOGÍA	2º BACH	1999	COLONIAS DE MICOPLASMAS Y HUEVO FRITO	1	0		DESARROLLO	0
OXFORD	FÍSICA	2º BACH	2000	COMPARACIÓN ENTRE INTERACCIÓN GRAVITAT. Y ELÉCTRIC	0	1	0	DESARROLLO	0
OXFORD	FÍSICA	2º BACH	2000	INTERACCIONES A DISTANCIA Y EFECTO DOMINÓ	0	0	1	DESARROLLO	1
OXFORD	FÍSICA	2º BACH	2000	U=0 EN UNA CARGA EN "E"Y U=0 EN CAMPO GRAVITATORIO	0	1	0	DESARROLLO	0

OXFORD	FÍSICA	2º BACH	2000	CAMPO ELÉCTRICO Y CAMPO GRAVITATORIO	0	1	0	DESARROLLO	0
OXFORD	FÍSICA	2º BACH	2000	"E" Y "G" COMPARADOS CON EL CAMPO MAGNÉTICO	0	1	0	DESARROLLO	0
OXFORD	FÍSICA	2º BACH	2000	CARGA EN "E" Y MASA EN "G" SIMILAR A ELTO.CORRTE.	0	1	0	DESARROLLO	0
OXFORD	FÍSICA	2º BACH	2000	FLUJO ELÉCTRICO Y FLUJO MAGNÉTICO	0	1	0	DESARROLLO	0
OXFORD	FÍSICA	2º BACH	2000	EXPTO.MICHELSON MOREY Y ASOMAR CABEZA COCHE	0	1	0	DESARROLLO	0
OXFORD	FÍSICA	2º BACH	2000	ARTE ABSTRACTO Y MECÁNICA CUÁNTICA	0	0	1	DESARROLLO	1
OXFORD	FÍSICA	2º BACH	2000	LEY DE COULOMB Y LEY DE BIOT Y SAVART	0	1	0	DESARROLLO	0
OXFORD	CCNN	2º E.S.O.	2000	SEMEJANZA ENTRE TEMPERATURA Y CALOR Y AIRE Y VIENT	0	1	0	DESARROLLO	0
OXFORD	CCNN	2º E.S.O.	2000	PRESIÓN DE UN GAS Y AUTOBÚS LLENO DE PERSONAS	0	0	1	DESARROLLO	1
OXFORD	CCNN	2º E.S.O.	2000	FRECUENCIA DE OLAS Y FRECUENCIA DE LAS ONDAS:LUZ	0	0	1	DESARROLLO	0
OXFORD	FYQ	3º E.S.O.	1998	LA CIENCIA SE HACE COMO UNA CASA CON PIEDRAS	1	0		DESARROLLO	0
OXFORD	FYQ	3º E.S.O.	1998	LA NATURALEZA SE NOS PRESENTA COMO UN JUEGO	1	0		DESARROLLO	0
OXFORD	FYQ	3º E.S.O.	1998	LAS UVAS PASAS EN UN PUDÍN DE PASAS	0	1		DESARROLLO	0
OXFORD	FYQ	3º E.S.O.	1998	ESTADIO DE FUTBOL Y GUISANTE: TAMAÑO ATÓMICO	0	1		DESARROLLO	1
OXFORD	FYQ	3º E.S.O.	1998	EXPERIENCIA DE LA BALA DE PAJA Y EXPTO. RUTHERFORD	0	1		DESARROLLO	0
OXFORD	FYQ	3º E.S.O.	1998	MODELO ATÓM. DE RUTHERFOR Y SISTEMA SOLAR	0	1		DESARROLLO	1
OXFORD	FYQ	3º E.S.O.	1998	NEWLANDS Y LAS OCTAVAS MUSICALES	0	1		DESARROLLO	0
OXFORD	FYQ	3º E.S.O.	1998	CIRCUITO DE AGUA Y ELÉCTRICO	0	1		DESARROLLO	1
OXFORD	BYG	3º E.S.O.	1998	ENCÉFALO Y BARCO	1	0		DESARROLLO	0
OXFORD	FYQ	4º E.S.O.	1998	SUPERFICIE LÍQUIDA Y MEMBRANA ELÁSTICA TENSA	1	0		ACTIV.FINALES	0
OXFORD	FYQ	4º E.S.O.	1998	LA TIERRA Y LA LUNA DÁNDOSE LA MANO	1	0	0	ACTIV.FINALES	0
OXFORD	FYQ	4º E.S.O.	1998	COCHE QUE PASA DE ASFALTO A LA ARENA:REFRACCIÓN	0	1		DESARROLLO	1
OXFORD	FYQ	4º E.S.O.	1998	EL EXCESO DE DIÓX. CARBONO ACTÚA COMO PANTALLA	0	1		DESARROLLO	0
OXFORD	BYG	4º E.S.O.	1998	METAMORFOSIS DEL GUSANO Y METAMORFISMO DE ROCAS	1	0		DESARROLLO	0
OXFORD	BYG	4º E.S.O.	1998	2 VEHÍCULOS QUE PARTEN Y ONDAS "S" Y "P"	1	0		ACTIV.FINALES	0
OXFORD	BYG	4º E.S.O.	1998	LA CAPA DE OZONO Y ESCUDO	1	0		DESARROLLO	0
OXFORD	BYG	4º E.S.O.	1998	DATACIONES DE GEOLOGÍA Y PASO DE COCHES, MOTOS,..	0	1		DESARROLLO	0
OXFORD	BYG	4º E.S.O.	1998	COMPARACIÓN ENTRE UNA ENCICLOPEDIA Y LA Hª TIERRA	1	0		DESARROLLO	0
OXFORD	BYG	4º E.S.O.	1998	LABOR DEL GEÓLOGO SEMEJANTE A LA DEL DETECTIVE	1	0		DESARROLLO	0

ANÁLOGO	ADVIERTE	ANTES	DURANTE	DESPUÉS	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	SIMPLE	ENRIQUECIDA	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANÁLOGOS	TÓPICOS
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0

0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0
0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0

EDITORIAL	MATERIA	CURSO	AÑO PUBLICACIÓN	DESCRIPCIÓN	P	V	PV	LOCALIZACIÓN	MARGEN
SANTILLANA	BIOLOGÍA	2º BACH	1997	POLVO DEL AIRE Y DISPERSIÓN COLOIDAL	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BIOLOGÍA	2º BACH	1997	COLOR DE PINTURA Y DESCENDIENTES Y PROGENITORES	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BYG	3º E.S.O.	1998	LOS PULMONES TIENE FORMA DE BOLSA	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BYG	3º E.S.O.	1998	LOS RIÑONES TIENEN FORMA DE JUDÍA	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BYG	3º E.S.O.	1998	MÉDULA ESPINAL Y CORDÓN	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BYG	3º E.S.O.	1998	EL OJO Y LA CÁMARA FOTOGRÁFICA	1	0		ACTIV.FINALES	0
SANTILLANA	BYG	3º E.S.O.	1998	MÉTODOS GEOFÍSICOS Y RADIOGRAFÍAS	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BYG	3º E.S.O.	1998	CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO Y DEL PAISAJE	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BYG	3º E.S.O.	1998	ESCUDO PROTECTOR Y RADIACIONES SOLARES	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BYG	3º E.S.O.	1998	CONSTRUCCIÓN DE UNA CASA :MATERIALES/HERRAMIENTAS	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BYG	4º E.S.O.	1998	LA ATMÓSFERA FUNCIONA COMO UN FILTRO	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BYG	1º BACH	1996	PROBABILIDAD DE MUTACIÓN DE CARA O CRUZ	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BYG	1º BACH	1996	ESCAMAS Y TEJAS DE UN TEJADO	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BYG	1º BACH	1996	PLANTA CON PLIEGUES Y ACORDEÓN	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BYG	1º BACH	1996	CLOROPLASTOS Y SEMILLA DE JUDÍA	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BYG	1º BACH	1996	ENERGÍA LUMINOSA Y SISTEMA DE EMBUDOS	0	1		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BYG	1º BACH	1996	UN ANÉLIDO ES COMPARABLE A UN GLOBO	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BYG	1º BACH	1996	ESQUELETO DE MAMÍFEROS Y PUENTE	0	1		DESARROLLO	0
SANTILLANA	BYG	1º BACH	1996	TAMAÑO DE GANGLIOS Y ORDENADORES	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	CCNN	1º E.S.O.	1996	LOS PULMONES SON ÓRGANOS EN FORMA DE SACO	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	CCNN	1º E.S.O.	1996	LAS BRANQUIAS SON ÓRGANOS EN FORMA DE LÁMINA	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	CCNN	1º E.S.O.	1996	GOMA ELÁSTICA Y BOTÓN DE LA ROPA: POTENCIAL	1	0		ACTIV.FINALES	0
SANTILLANA	CCNN	1º E.S.O.	1996	PUERTAS LÓGICAS PARECIDAS A LOS INTERRUPTORES	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	CCNN	2º E.S.O.	1997	PERSONAS VIAJANDO DE FÁBRICA(PILA) A TIENDA(LÁMPAR	0	1		DESARROLLO	1
SANTILLANA	CCNN	2º E.S.O.	1997	VAGONES QUE SALEN DE LA FÁBRICA HACIA LA MINA	1	0	0	ACTIV.FINALES	0
SANTILLANA	FÍSICA	2º BACH	1997	ANALOGÍA ENTRE FUERZAS GRAVITAT. Y ELÉCTRICAS	1	0		DESARROLLO	0
SANTILLANA	FÍSICA	2º BACH	1997	SENTIDO VECTOR TANGENTE Y DE VELOCIDAD DE COCHES	1	0		DESARROLLO	0

SANTILLANA	FÍSICA	2º BACH	1997	ATRACCIÓN/REPULSIÓN DE IMANES SIMILAR A CARGAS E.	1	0	DESARROLLO	0
SANTILLANA	FÍSICA	2º BACH	1997	LÍNEAS DE "B" Y DEL GRAVITAT. Y ELÉCTRICO	1	0	DESARROLLO	0
SANTILLANA	FÍSICA	2º BACH	1997	ANALOGÍA ENTRE "E" y "B"	0	1	DESARROLLO	1
SANTILLANA	FÍSICA	2º BACH	1997	FLUJO, DEFINIDO COMO EN EL CASO DE "G" Y "E"	1	0	DESARROLLO	0
SANTILLANA	FÍSICA	2º BACH	1997	VERJA DE UN PARQUE Y PULSACIONES	0	1	DESARROLLO	0
SANTILLANA	FYQ	3º E.S.O.	1998	LEJANÍA DEL NÚCLEO Y DE LA SUPERF. TERRESTRE	1	0	DESARROLLO	0
SANTILLANA	FYQ	3º E.S.O.	1998	BUDÍN DE PASAS	0	1	ACTIV.FINALES	0
SANTILLANA	FYQ	3º E.S.O.	1998	PARACAIDISTA Y UNIÓN DE ÁTOMOS: EN EL SUELO Y AIRE	0	1	DESARROLLO	1
SANTILLANA	FYQ	3º E.S.O.	1998	COLISIONES DE VEHÍCULOS Y DE MOLÉCULAS	1	0	DESARROLLO	0
SANTILLANA	FYQ	3º E.S.O.	1998	ONDA DE CHOQUE DE SONIDO Y BARCA	1	0	INICIO	0
SANTILLANA	FYQ	4º E.S.O.	1998	M.R.U., CAÍDA LIBRE Y MOVTS. DE PLANETAS	0	1	INICIO	0
SANTILLANA	FYQ	1º BACH	1996	THOMSON: PASTEL DE PASAS O SANDÍA	0	1	DESARROLLO	1
SANTILLANA	FYQ	1º BACH	1996	RUTHERFORD Y EL SISTEMA PLANETARIO	0	1	DESARROLLO	1
SANTILLANA	FYQ	1º BACH	1996	TROZOS DE PAN Y LONCHAS DE JAMÓN: R.LIMITANTE	1	0	DESARROLLO	0
SANTILLANA	GEOLOGÍA	2º BACH	1997		0	0		0
SANTILLANA	QUÍMICA	2º BACH	1997	VIAJE POR DISTINTAS RUTAS Y F. ESTADO	0	1	DESARROLLO	0
SANTILLANA	QUÍMICA	2º BACH	1997	COMO EN ECONOMÍA, GANAR "E" ES "+"	1	0	DESARROLLO	1
SANTILLANA	QUÍMICA	2º BACH	1997	CALENTAMIENTO DE LA ATM. Y DE UN INVERNADERO	1	0	ACTIV.FINALES	0
SANTILLANA	QUÍMICA	2º BACH	1997	REACCIONES REDOX Y R. ÁCIDO-BASE	1	0	DESARROLLO	0

EDITORIAL	ANÁLOGO	ADVIERTE	ANTES	DURANTE	DESPUÉS	C/C	A/A	C/A	E	F	E/F	SIMPLE	ENRIQUECIDA	EL1	EL2	EXTENDIDA	ANÁLOGOS	TÓPICOS
SANTILLANA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
SANTILLANA	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0



SANTILLANA	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
SANTILLANA	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
SANTILLANA	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0
SANTILLANA	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0
SANTILLANA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SANTILLANA	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0



## **BIBLIOGRAFÍA**

- 📖 Acevedo Díaz, J. (1989). Las interpretaciones de los estudiantes de BUP sobre electrocinética. Ejemplos con circuitos de corriente continua. *Investigación en la Escuela*, nº 7, pp. 107-115.
- 📖 Acevedo Díaz, J. (1990). Aportaciones acerca del aprendizaje por analogía: modelos analógicos y conceptuales de la corriente eléctrica. *Cambio educativo y desarrollo profesional*, nº 17, pp. 201-207.
- 📖 Alonso, C., Gallego, D.J., Honey, P. (1999). Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora. *Ediciones Mensajero, 4ª Edición, Bilbao*.
- 📖 Aragón, M., Bonat, M., Cervera, J., Mateos, J., Oliva, J. (1997). Las analogías como estrategia didáctica en la enseñanza de la Física y de la Química. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra, V Congreso*, pp. 235-236.
- 📖 Ausubel, D. (1960). The use of Advance Organizers in the Learning and Retention of Meaningful Verbal Material. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 51, pp. 267-272.
- 📖 Ausubel, D. y Robinson, F.G. (1969). School Learning: An Introduction to Educational Psychology. Eds. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- 📖 Balló, J. (2000). Imágenes del silencio, los motivos visuales del cine. *Editorial Anagrama*.
- 📖 Bean, T., Searles, D., Singer, H. y Cowen, S. (1990). Learning Concepts from Biology Text Through Pictorial Analogies and an Analogical Study Guide. *Journal of Educational Research*, Vol. 83, nº 4, pp. 233-237.
- 📖 Becco, G. [en línea]. Vygotsky y teorías sobre el aprendizaje. [http://www.lafacu.com/apuntes/educacion/vigotsky\\_teo\\_apren/default.htm](http://www.lafacu.com/apuntes/educacion/vigotsky_teo_apren/default.htm) [Consulta: 23 julio 2000]
- 📖 Black, D., Solomon, J. (1987). Can pupils use taught analogies for electric current?. *School and Science Review*, Vol. 69, nº 247, pp. 249-254.
- 📖 Black, M. (1966). Modelos y metáforas. *Editorial Tecnos, S.A.*
- 📖 Blackwell, A.(1996) [en línea]. Metaphor or Analogy: How Should We See Programming Abstractions?. <http://www.cl.cam.ac.uk/~afb21/publications/> [Consulta: 18 agosto 2000].
- 📖 Bloom, J. (1992). Contextual flexibility: Learning and change from cognitive, sociocultural, and physical context perspectives. *The history and philosophy of science in science education*, Vol. 1, pp. 115-125, Editorial S. Hills, Kingston, Ontario.

- 📖 Brickhouse, N. (1994). Children's Observations, ideas, and the development of classroom theories about light. *Journal of Research in Science Teaching*, n° 31, pp. 639-656.
- 📖 *Britannica.com and Encyclopaedia Britannica, Inc.* [en línea]. Analog computer. <http://www.britannica.com/> [Consulta: 15 marzo 2000].
- 📖 *Britannica.com and Encyclopaedia Britannica, Inc.* [en línea]. Analogy. <http://www.britannica.com/> [Consulta: 30 noviembre 1999].
- 📖 *Britannica.com and Encyclopaedia Britannica, Inc.* [en línea]. Metaphor. <http://www.britannica.com/> [Consulta: 05 marzo 2000].
- 📖 *Britannica.com and Encyclopaedia Britannica, Inc.* [en línea] Scientific theory. <http://www.britannica.com/> [Consulta: 23 marzo 2000].
- 📖 *Britannica.com and Encyclopaedia Britannica, Inc.* [en línea]. Simulation. <http://www.britannica.com/> [Consulta: 15 marzo 2000].
- 📖 *Britannica.com and Encyclopaedia Britannica, Inc.* [en línea]. Smile. <http://www.britannica.com/> [Consulta: 05 marzo 2000].
- 
- 📖 Brown, A., Kane, M. y Long, C. (1989). Analogical Transfer in Young Children: Analogies as Tools for Communication and Exposition. *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 3, pp. 275-293.
- 📖 Brown, D. (1992). Using Examples and Analogies to Remediate Misconceptions in Physics: Factors Influencing Conceptual Change. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 29, n° 1, pp. 17-34.
- 📖 Brown, D. (1993). Refocusing Core Intuitions: A Concretizing Role for Analogy in Conceptual Change. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 30, n° 10, pp. 1273-1290.
- 📖 Brown, D. (1994). Facilitating conceptual change using analogies and explanatory models. *International Journal of Science Education*, Vol. 16, n° 2, pp. 201-214.
- 📖 Brown, D. y Clement, J. (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, Vol. 18, pp. 237-261.
- 📖 Bruner, J. (1990). Acts of meaning. *Cambridge, MA: Harvard University Press.*
- 📖 Carey, S. y Evans, R. (1989). "An experiment is when you try it and see if it works" : a study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, Vol. 11, Special Issue, pp. 514-529.

- 📖 Carneiro, M. (1997). O uso de analogies no ensino de ciencias: obstáculo ou facilitador de aprendizagem?. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra, V Congreso, pp. 241-242.*
- 📖 Castorina, J. y Colbs. (1998). Piaget en la educación. Debate en torno a sus aportaciones. *Editorial Piados Mexicana, S.A. ; Editorial Piados SAICF; Ediciones Piados Ibérica, S.A.*
- 📖 Chalmers, A. (1987). ¿Qué es esa cosa llamada ciencia?. *Siglo veintiuno de España Editores, S.A. Quinta edición.*
- 📖 Chen, Z. (1995). Analogical transfer: From schematic pictures to problem solving. *Memory & Cognition, Vol. 23, nº 2, pp. 255-269.*
- 📖 Clement, C. y Gentner, D. (1991). Systematicity as a Selection Constraint in Analogical Mapping. *Cognitive Science, Vol. 15, pp. 89-132.*
- 📖 Clement, J. (1988). Observed Methods for Generating Analogies in Scientific Problem Solving. *Cognitive Science, Vol. 12, pp. 563-586.*
- 📖 Clement, J. (1989). Learning via model construction and criticism. *Handbook of creativity, pp. 341-381, Editorial Plenum Press, New York.*
- 📖 Clement, J. (1993). Using Bridging Analogies and Anchoring Intuitions to Deal with Students' Preconceptions in Physics. *Journal of Research in Science Teaching, Vol.30, nº10, pp. 1241-1257.*
- 📖 Cobb, P., Wood, T. y Yackel, E. (1991). Analogies from the Philosophy and Sociology of Science for Understanding Classroom Life. *Science Education, Vol. 75, nº 1, pp. 23-44.*
- 📖 Cosgrove, M. (1995). A study of science-in-the-making as students generate an analogy for electricity. *International Journal of Science Education, Vol. 17, nº 3, pp. 295-310.*
- 📖 Curtis, R.; Reigeluth, C. (1984). The use of analogies in written text. *Instructional Science, Vol. 13, nº 2, pp. 99-117.*
- 📖 Dagher, Z. (1992). Analysis and synthesis of studies related to the effectiveness of analogies in science learning. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, M.A.*
- 📖 Dagher, Z. (1994). Does the Use of Analogies Contribute to Conceptual Change?. *Science Education, Vol. 78, nº 6, pp. 601-614.*
- 📖 Dagher, Z. (1995a). Analysis of Analogies Used by Science Teachers. *Journal of Research in Science Teaching, Vol. 32, nº 3, pp. 259-270.*

- 📖 Dagher, Z. (1995b). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. *Science Education*, Vol. 79, nº 3, pp. 295-312.
- 📖 Dagher, Z. y Cossman, G. (1992). Verbal Explanations Given by Science Teachers: Their Nature and Implications. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 29, nº 4, pp. 361-374.
- 📖 David, P. y Davidson, G. (1994). Language is Like the Human Body: Teaching Concepts Through Analogy. *Educational Technology*, Vol. 34, nº 5, pp. 27-32.
- 📖 Davies, B. (1978). Mathematical models: wich one and when. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 13, nº 5, pp. 282-286.
- 📖 De Dios Jiménez, J., Hoces, P. y Perales, F. (1997). Análisis de los modelos y grafismos utilizados en los libros de texto. *Alambique*, nº 11, pp. 75-85.
- 📖 De la Fuente, J., Baillo, M., Gabucio, F. y Tubau, E. (1989). Similitudes superficiales en solución de problemas por analogía. *Cognitiva*, Vol. 2, nº 2, pp. 3-19.
- 📖 diSessa, A. (1988). Knowledge in pieces. *Constructivism in the computer age*, pp. 49-70, Editorial Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- 📖 Donnelly, C. y McDaniel, M. (1993). Use of Analogy in Learning Scientific Concepts. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, Vol. 19, nº 4, pp. 975-987.
- 📖 Duit, R. (1991). On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*, Vol 75, nº 6, pp. 649-672.
- 📖 Duppin, J. y Joshua, S. (1989). Analogies and Modeling Analogies in Teaching-Some Examples in Basic Electricity. *Science Education*, Vol. 73, nº 2, pp. 207-224.
- 📖 Duppin, J. y Joshua, S. (1990). Una analogía térmica para la enseñanza de la corriente continua en electricidad. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 8, nº 12, pp. 119-126.
- 📖 Duschl, R. y Gitomer, D. (1991). Epistemological Perspectives on Conceptual Change: Implications for Educational Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 28, nº 9, pp. 839-858.
- 📖 Eco, U. (1994). Cómo se hace una tesis. Técnicas y procedimientos de estudio, investigación y escritura. *Editorial Gedisa, S.A.*
- 📖 Elliott, J. (1990). La investigación-acción en educación. *Ediciones Morata, S.A.*

- 📖 Evans, R. y Evans, E. (1989). Cognitive Mechanisms in Learning from Metaphors. *Journal of Experimental Education*, Vol. 58, nº 1, pp. 5-19.
- 📖 Fernández del Moral, J. y Esteve Ramírez, F. (1993). Fundamentos de la información periodística especializada. *Editorial Síntesis, S.A., Madrid*, pp. 59-68.
- 📖 Fernández, J. y Elortegui, N. (1996). Qué piensan los profesores de cómo se debe enseñar. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 14, nº 3, pp. 331-342.
- 📖 Fernández, J., Elortegui, N., Rodríguez, J. y Moreno, T. (1997). ¿Qué idea se tiene de la Ciencia desde los distintos modelos didácticos?. *Alambique*, nº 12, pp. 87-99.
- 📖 Fernández, J., Elortegui, N., Rodríguez, J. y Moreno, T. (1999). ¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?. *DIADA Editora S.L., Colección: investigación y enseñanza, Sevilla*.
- 📖 Fernández, J., Elortegui, N., Rodríguez, J. y Moreno, T. (2001). Modelos Didácticos y Enseñanza de las Ciencias. *Centro de la Cultura Popular Canaria*.
- 📖 Fernández, J., Portela, L., González, B. y Elortegui, N. (2001). Las analogías en el aprendizaje de la física en secundaria. *I Congreso Nacional de Didácticas Específicas. Las Didácticas de las Áreas Curriculares en el siglo XXI, Volumen II. Granada, 2001, pp.1901-1913*.
- 📖 Forcese, D. y Richer, S. (1973). Models, hypotheses and theory. *Social Research Methods*, pp. 37-51, *Editorial Prentice Hall*.
- 📖 Fortman, J. (1993). Pictorial Analogies I: States of Matter. *Journal of Chemical Education*, Vol. 70, nº 1, pp. 56-58.
- 📖 Fortman, J. (1993). Pictorial Analogies III: Heat Flow, Thermodynamics, and Entropy. *Journal of Chemical Education*, Vol. 70, nº 2, pp. 102-104.
- 📖 Fortman, J. (1993). Pictorial Analogies IV: Relative Atomic Weights. *Journal of Chemical Education*, Vol. 70, nº 3, pp. 235-236.
- 📖 Fortman, J. (1993). Pictorial Analogies VI: Radial and Angular Wave Function Plots. *Journal of Chemical Education*, Vol. 70, nº 7, pp. 549-550.
- 📖 Fortman, J. (1993). Pictorial Analogies VII: Quantum Numbers and Orbitals. *Journal of Chemical Education*, Vol. 70, nº 8, pp. 649-650.
- 📖 Fortman, J. (1993). Pictorial Analogies IX: Liquids and Their Properties. *Journal of Chemical Education*, Vol. 70, nº 11, pp. 881-882.

- 📖 Fortman, J. (1994). Pictorial Analogies X: Solutions of Electrolytes. *Journal of Chemical Education*, Vol. 71, nº 1, pp. 27-28.
- 📖 Fortman, J. (1994). Pictorial Analogies XI: Concentrations and Acidity of Solutions. *Journal of Chemical Education*, Vol. 71, nº 5, pp. 430-432.
- 📖 Fortman, J. (1994). Pictorial Analogies XII: Stoichiometric Calculations. *Journal of Chemical Education*, Vol. 71, nº 7, pp. 571-572.
- 📖 Fortman, J. (1994). Pictorial Analogies XIII: Kinetics and Mechanisms. *Journal of Chemical Education*, Vol. 71, nº 10, pp. 848-849.
- 📖 Foster, J. [en línea] (1996). Linking thinking. <http://www.nexus.edu.au/teachstud/gat/foster1.htm> [Consulta: 12 agosto 2000]
- 📖 Friedel, A., Gabel, D. y Samuel, J. (1990). Using analogies for chemistry problem solving. *School Science and Mathematics*, nº 90, pp. 674-682.
- 📖 Gagné, R. M. (1977). Las Condiciones del aprendizaje. *Editorial Aguilar, Madrid*.
- 📖 Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de "modelo didáctico analógico". *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 19, nº 2 Junio 2001, pp. 231-242.
- 📖 Gallagher, J.M. y Wright, R.J. (1977). Children's solution of verbal analogies: Extension of Piaget's concept of reflexive abstraction. *Comunicación presentada en The Society for Research in Child Development, New Orleans*.
- 📖 García Madruga, J. y Moreno Ríos, S. (1998). Conceptos fundamentales de Psicología. *Alianza Editorial, S.A.*
- 📖 Gebert, H. (1969). Physical models. *Physics Education*, Vol. 4, pp. 117-118.
- 📖 Gee, B. (1978). Models as a pedagogical tool: can we learn from Maxwell? *Physics Education*, Vol. 13, nº 5, pp. 287-291.
- 📖 Gentner, D. (1982). Are scientific analogies metaphors? *Metaphor: Problems and Perspectives, Harvester Press Ltd, Brighton, England*.
- 📖 Gentner, D.(1983). Structure-Mapping: a Theoretical Framework for Analogy. *Cognitive Science*, Vol. 7, pp. 155-170.



- 📖 Gentner, D. (1989). The mechanisms of analogical reasoning. *Similarity and analogical reasoning*, S.Vosniadou & A.Ortony Eds., Cambridge University Press, London, pp. 199-241.
- 📖 Gentner, D., Brem, S., Ferguson, R.W., Markman, A.B., Levidow, B.J., Wolff, P. y Forbus, K.D. (1997). Analogical reasoning and conceptual change: a case study of Yohannes Kepler. *Journal of the learning sciences*, Vol. 6, nº 1, pp. 3-40.
- 📖 Gentner, D. y Forbus, K.D. [en línea] (1996). Analogy, Mental Models, and Conceptual Change. <http://www.grg.ils.nwu.edu/> [Consulta: 01 junio 1998].
- 📖 Gentner, D. y Gentner, E.R. (1983). Flowing waters or treeming crowds: Mental models of electricity. *Mental models*, Gentner & A. L. Stevens (Eds.), Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- 📖 Gentner, D. y Landers, R. (1985). Analogical reminding: A good match is hard to find. *Proceedings of the International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Tuscon, AZ.
- 📖 Gentner, D. y Toupin, C. (1986). Systematicity and surface similarity in the development of analogy. *Cognitive Science*, nº 10, pp. 277-300.
- 📖 Gick, M. y Holyoak, K. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, nº12, pp. 306-355.
- 📖 Gick, M. y Holyoak, K. (1983). Schema induction in analogical transfer. *Cognitive Psychology*, nº15, pp.1-38.
- 📖 Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Torregrosa, J. (1991). La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. *Cuadernos de Educación*, nº 5, 2ª Edición. I.C.E. Universitat Barcelona, Editorial Horsori.
- 📖 Gilbert, J. (1977). Some aspects of student misunderstanding of basic ideas in the sciences. *Paper presented at the B.E.R.A. Conference (Nottingham)*.
- 📖 Gilbert, J. (1993). Models and Modelling in science education. *Hatfield, U.K: Association for Science Education*.
- 📖 Gilbert, J.; Osborne, R. (1980). The Use of Models in Science and Science Teaching. *European Journal of Science Education*, Vol. 2, nº 1, pp. 3-13.
- 📖 Gilbert, S. (1989). An Evaluation of the Use of Analogy, Simile and Metaphor in Science Texts. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 26, nº 4, pp. 315-327.
- 📖 Gilbert, S. (1991). Model Building and a Definition of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 28, nº 1, pp. 73-79.

- 📖 Giménez, F. [en línea]. Lecciones sobre Aristóteles. <http://www.filosofia.net/materiales/tem/aristote.htm> [Consulta: 23 julio 2000]
- 📖 Glynn, S. (1991). Explaining Science Concepts: A Teaching with Analogies Model. *The Psychology of Learning Science*. Glynn, S.;Yeany, R.; Britton (Eds.), Cap. 10º, pp. 219-240.
- 📖 Glynn, S. (1995). Conceptual Bridges. Using analogies to explain scientific concepts. *Science Teacher*, Vol. 62, nº 9, pp. 25-27.
- 📖 Glynn, S., Duit, R. y Thiele, R. (1995). Teaching with analogies: A strategy for constructing knowledge. *Learning science in the schools: Research reforming practice*. S. Glynn & R. Duit (Eds.), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 247-273.
- 📖 Glynn, S., Russell, A. y Noah, D. [en línea] (1997). Teaching Science Concepts to Children: The Role of Analogies. <http://www.coe.uga.edu/edpsych/faculty/glynn/twa.html> [Consulta: 23 marzo 1998].
- 📖 Glynn, S., Law, M. y Doster, E. (1998). Making Text Meaningful: The Role of Analogies. *Learning From Text Across Conceptual Domains*, Cynthia R. Hynd (Eds.), Cap. 9º, pp.193-208.
- 📖 Goldman, S., Pellegrino, J., Parseghian, P. y Sallis, R. (1982). Developmental and individual differences in verbal analogical reasoning. *Child Development*, Vol. 53, pp. 550-559.
- 📖 González, B.; Moreno, T. (1998). Las analogías en la enseñanza de las Ciencias. *La Docencia de las Ciencias Experimentales en la Enseñanza Secundaria*, Ed. Colegio Oficial de Biólogos, II SIMPOSIO, Madrid, 1998, pp. 204-206.
- 📖 González, B., Moreno, T. y Fernández, J. (2000). Modelos de enseñanza con analogías. *Actas de los XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Educación, 2000, pp. 161-169.
- 📖 González L., Ma J. (1997). Aprendizaje por analogía. *Editorial Trotta*, S.A.
- 📖 Goswami, U. (1992). Analogical Reasoning in Children. *Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum*
- 📖 Goswami, U. y Brown, A.L. (1990). Melting chocolate and melting snowmen: analogical reasoning and causal relations. *Cognition*, nº 35, pp. 69-95.

- 📖 Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. y Smith, C. (1991). Understanding Models and their Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 28, nº 9, pp. 799-822.
- 📖 Grotz, L. (1977). Modelling and the underprepared student. *Paper presented at the Symposium on teaching chemistry to the underprepared student (ACS: San Francisco)*.
- 📖 Halford, G. (1993). Children's Understanding. *Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum*.
- 📖 Halpern, D.; Hansen, C.; Riefer, D. (1990). Analogies as an Aid to Understanding and Memory. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 82, nº 2, pp. 298-305.
- 📖 Harré, R. (1972). The philosophies of science. *Oxford University Press*.
- 📖 Harrison, A. y Treagust, D. (1993). Teaching With Analogies - A Case Study in Grade 10 Optics. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 30, nº 10, pp. 1291-1307.
- 📖 Harrison, A. y Treagust, D. (1996). Secondary Student's Mental Models of Atoms and Molecules: Implications for Teaching Chemistry. *Science Education*, Vol. 80, nº 5, pp. 509-534.
- 📖 Hesse, M. (1966). Models and analogies in science. *University of Notre Dame Press*.
- 📖 Hewson, P. y Thorley, R. (1989). The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, Vol. 11, Special Issue, pp. 541-553.
- 📖 Hierrezuelo, J.; Montero, A. (1991). La Ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y Química. *Editorial Elzevir*.
- 📖 Holland, J.; Holyoak, K.; Nisbett, R. y Thagard, P. (1986). *Induction: Processes of inference, learning and discovery*. Cambridge MASS: MIT Press.
- 📖 Holman, J. (1975). The use of abstract models in science teaching. *School Science Review*, Vol. 199, pp. 391.
- 📖 Holton, G. (1984). Metaphors in Science and Education. *Metaphors of Education*, W. Taylor (Ed.), Cap. 7º, 91-113.

- 📖 Holyoak, K. (1984a). Analogical thinking and Human Intelligence. *Advances in the Psychology of Human Intelligence*, Ed. R.J. Sternberg, Hillsdale, NJ: Erlbaum, Vol. 2, pp. 199-228.
- 📖 Holyoak, K. (1985). The pragmatics of analogical transfer. *The Psychology of Learning and Motivation*, Vol. 19, pp. 59-87.
- 📖 Holyoak, K. y Koh, K. (1987). Surface and structural in analogical transfer. *Memory and Cognition*, Vol. 15, nº 4, pp.332-340.
- 📖 Holyoak, K.; Thagard, P. (1989). Analogical Mapping by Constraint Satisfaction. *Cognitive Science*, Vol. 13, pp. 295-355.
- 📖 Howe, M. (1999). La capacidad de aprender. Adquisición y desarrollo de habilidades. *Alianza Editorial*.
- 📖 Iding, M. (1997). How analogies foster learning from science texts. *Instructional Science*, Vol. 25, nº 4, pp. 233-253.
- 📖 Issing, L. J.(1990). Learning from pictorial analogies. *European Journal of Psychology of Education*, Vol. 5, nº 4, pp. 489-499.
- 📖 Izquierdo, M. (1999). Aportación de un modelo cognitivo de ciencia a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra*.
- 📖 Jarman, R. (1996). Student teachers' use of analogies in science instruction. *International Journal of Science Education*, Vol. 18, nº 7, pp. 869-880.
- 📖 Johsua, S. y Dupin, J. (1987). Taking into account student conceptions in instructional strategy: An example in physics. *Cognition and Instruction*, nº 4, pp. 117-135.
- 📖 Kac, M. (1969). Some mathematical models in science. *Science*, Vol. 166, nº 3906, pp. 659-697.
- 📖 Keane, M. (1988). Analogical mechanisms. *Artificial Intelligence Review*, Vol. 2, pp. 229-250.
- 📖 Keane, M. (1997). What Makes an Analogy Difficult? The Effects of Order and Causal Structure on Analogical Mapping. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, Vol. 23, nº 4, pp. 946-967.
- 📖 Klauer, K. (1989). Teaching for analogical transfer as a means of improving problem-solving, thinking and learning. *Instructional Science*, nº 18, pp. 179-192.

- 📖 Klix, F., y Van der Meer, E. (1980). The Method of Analogy Recognition for the Determination of Semantic Relations in Long-Term-Memory. *Cognition and Memory*, F. Klix and J. Hoffmann Eds., Amsterdam, pp. 145-152.
- 📖 Lakatos, I. (1987). Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales. Editorial Tecnos, S.A.
- 📖 Lawson, A. (1993). The Importance of Analogy: A Prelude to the Special Issue. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 30, nº 10, pp. 1213-1214.
- 📖 Lemke, J. (1990). Talking science. Norwood, NJ: Ablex.
- 📖 Levine, F. (1974). Concepts and models. *Education in Chemistry*, Vol. 11, nº 3, pp. 84-85.
- 📖 Linder, C. y Hewson, P.W. (1993). A Challenge to Conceptual Change. *Science Education*, Vol. 77, nº 3, pp. 293-300.
- 📖 McClure, James R. (1995). Dimensional Analysis An Analogy to Help Students Relate the Concept to Problem Solving. *Journal of Chemical Education*, Vol. 72, nº 12, pp. 1093-1094.
- 📖 McCullough, T. (1992). Simple Analogies in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, Vol. 69, nº 7, pp. 543.
- 📖 María Moliner (1990). Diccionario de uso del español. Editorial Gredos, S.A. Madrid.
- 📖 Mason, L. (1994). Cognitive and metacognitive aspects in conceptual change by analogy. *Instructional Science*, Vol. 22, nº 3, pp. 157-187.
- 📖 Mason, L. y Sorzio, P. (1996). Analogical reasoning in restructuring scientific knowledge. *European Journal of Psychology of Education*, Vol. XI, nº 1, pp. 3-23.
- 📖 Mayer, R. (1989). Models for Understanding. *Review of Educational Research*, Vol. 59, nº 1, pp. 43-64.
- 📖 Medin, D. y Ortony, A. (1989). Psychological Essentialism. *Similarity and Analogical Reasoning*, Eds. Vosniadou y A. Ortony, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 179-195.
- 📖 Nersessian, N. (1992). Constructing and Instructing: The Role of Abstraction Techniques in Creating and Learning Physics. *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice*, R. Duschl and R. Hamilton (Eds.), pp. 48-68.

- 📖 Newby, T. y Stepich, D. (1987). Learning abstract concepts: The use of analogies as a mediational strategy. *Journal of Instructional Development*, Vol.10, nº2, pp. 20-26.
- 📖 Newton, D.; Newton, L. (1995). Using Analogy to Help Young Children Understand. *Educational Studies*, Vol. 21, nº 3, pp. 379-393.
- 📖 Novak, J. (1990). Teoría y práctica de la educación. *Alianza Editorial, S.A. Tercera reimpresión.*
- 📖 Ogborn, J., Kress, G., Martins, I. y McGillicuddy K. (1996). Explaining Science in the Classroom. *Open University Press.*
- 📖 Ogborn, J. y Martins, I. (1996). Metaphorical understandings and scientific ideas. *International Journal of Science Education*, Vol. 18, nº6, pp. 631-652.
- 📖 Oliva, J., Aragón, M., Mateo, J. y Bonat, M. (2001). Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de las analogías en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 19, nº 3 Noviembre 2001, pp. 453-470.
- 📖 Ortony, A. (1975). Why metaphors are necessary and not just nice. *Educational Theory*, nº 25, pp. 45-53.
- 📖 Osborne, R. y Freyberg, P. (1985). Learning in science: The implications of children's science. *Auckland, New Zealand: Heinemann.*
- 📖 Palincsar, A., Anderson, C. y David, Y. (1993). Pursuing scientific literacy in the middle grades through collaborative problem solving. *The Elementary School Journal*, nº 93, pp. 643-658.
- 📖 Paniagua, C. (1987). Metáforas e isomorfismos: razonamiento analógico en "más allá del principio del placer". *Revista de psicoanálisis de Madrid*, nº 5, pp. 125-137.
- 📖 Perales, F. y Cañal, P. (2000). Didáctica de las ciencias experimentales. *Editorial Marfil, S.A., Alcoy.*
- 📖 Piaget, J. [en línea] (2000). Piaget. Aportaciones del padre de la psicología genética. <http://www.orientared.com/articulos/piaget.htm> [Consulta. 23 julio 2000].
- 📖 Piaget, J., Montangero, J y Billeter, J. (1977). Les correlates. *L'Abstraction réfléchiante*, Ed. J. Piaget, Presses Universitaires de France, Paris.
- 📖 Pintrich, P., Marx, R. y Boyle, R. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, nº 63, pp. 167-199.

- 📖 Pittman, K. (1999). Student-Generated Analogies: Another Way of Knowing?. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 36, nº 1, pp. 1-22.
- 📖 Posner, G., Strike, K., Hewson, P. y Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, nº 66, pp. 211-227.
- 📖 Rayner Canham, G. (1994). A Student`s Travels, Close Dancing, Bathtubs, and the Shopping Mall: More Analogies in Teaching Introductory Chemistry. *Journal of Chemical Education*, Vol. 71, nº 11, pp. 943-944.
- 📖 Reigeluth, C. (1983). Meaningfulness and instruction: Relating what is being learned to what a student knows. *Instructional Science*, Vol. 12, pp. 197-218.
- 📖 Rigney, J. y Lutz, K. (1976). Effect of Graphic Analogies of Concepts in Chemistry on Learning and Attitude. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 68, nº 3, pp. 305-311.
- 📖 Ritchie, S. y Cook, J. (1994). Metaphor as a tool for constructivist science teaching. *International Journal of Science Education*, Vol. 16, nº 3, pp. 293-303.
- 📖 Roberts, D. (1970). Science as an explanatory mode. *Main Currents in Current Thought*, Vol. 26, nº 5, pp. 131-139.
- 📖 Rose, C. y Nicholl, M. (1999). Aprendizaje acelerado para el siglo XXI. *Ediciones Omega, S.A.*
- 📖 Roth, W. (1993). Metaphors and Conversational Analysis as Tools in Reflection on Teaching Practice: Two Perspectives on Teacher-Student Interactions in Open-Inquiry Science. *Science Education*, Vol. 77, nº 4, pp. 351-373.
- 📖 Rumelhart, D. y Norman, D. (1981). Analogical processes in learning. *Cognitive skills and their acquisition*, J.R. Anderson Ed., Hillsdale, N.J: Erlbaum, pp.335-359.
- 📖 Rumelhart, D. y Norman, D. [en línea] (2000). Los modos de aprendizaje. <http://www2.gtz.de/cefe/brainstorm-en/online/1.2000/wwwdoc16/> [Consulta: 23 julio 2000].
- 📖 Sawyer, D. y Martens, T. (1992). An Equilibrium Machine. *Journal of Chemical Education*, Vol. 69, nº 7, pp. 551-552.
- 📖 Schwab, J. (1962). The teaching of science as enquiry. *The teaching of science*, pp. 1-103, Editorial Harvard University Press, Cambridge.
- 📖 Schwartz, D. (1993). The Construction and Analogical Transfer of Symbolic Visualizations. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 30, nº 10, pp. 1309-1325.

- 📖 Scott, P., Asoko, M. y Driver, R. [en línea] (1991). Teaching for conceptual change: a review of strategies. <http://www.physics.ohio-state.edu/~jossem/ICPE/C5.html> [Consulta: 22 julio 2000].
- 📖 Sierra, B. (1986). Inducción y transferencia analógica de esquemas. *Conocimiento y Acción, Vol. 1, pp. 23-60.*
- 📖 Simons, P. (1984). Instructions with analogies. *Journal of Educational Psychology, Vol. 76, n° 3, pp. 513-527.*
- 📖 Smith, E., Blakeslee, T. y Anderson, C. (1993). Teaching Strategies Associated with Change Learning in Science. *Journal of Research in Science Teaching, Vol. 30, n° 2, pp. 111-126.*
- 📖 Snow, R. (1973). Theory construction for research on teaching. In R. M. W. Travers (Ed.), *Second Handbook of Research on Teaching, Chicago, Rand McNally, pp. 77-112.*
- 📖 Solomon, J. (1986). Children's explanations. *Oxford Review of Education, n° 12, pp. 41-51.*
- 📖 Spiro, R., Feltovich, P., Coulson, R. y Anderson, D. (1989). Multiples analogies for complex concepts: Antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition. *Similarity and Analogical reasoning, S.Vosniadou y Ortony (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 498-531.*
- 📖 Stavy, R. (1991). Using Analogy to Overcome Misconceptions About Conservation of Matter. *Journal of Research in Science Teaching, Vol. 28, n° 4, pp. 305-313.*
- 📖 Stavy, R. y Tirosh, D. (1993). When Analogy is Perceived as Such. *Journal of Research in Science Teaching, Vol. 30, n° 10, pp. 1229-1239.*
- 📖 Stephen's Guide. [en línea]. False Analogy <http://www.intrepidsoftware.com> [Consulta: 01 junio 1998]
- 📖 Sternberg, R. (1977a). Component processes in analogical reasoning. *Psychological Review, Vol. 84, n° 5, pp. 353-378.*
- 📖 Sternberg, R. y Nigro, G. (1980). Developmental patterns in the solution of verbal analogies. *Child Development, Vol. 51, pp. 27-38.*
- 📖 Sternberg, R. y Rifkin, B. (1979). The development of analogical reasoning processes. *Journal of Experimental Child Psychology, Vol. 27, pp. 195-232.*
- 📖 Sternberg, R. y Ketron, J. (1982). Selection and Implementation of Strategies in Reasoning by Analogy. *Journal of Educational Psychology, Vol. 74, n° 3, pp. 399-413.*



- 📖 Strike, K. y Posner, G. (1982). Conceptual change and science teaching. *European Journal of Science Education*, n° 4, pp. 231-240.
- 📖 Strike, K. y Posner, G. (1992). A revisionist theory of conceptual change. *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice*, pp. 147-176, Editorial Albany, NY: State University of New York Press.
- 📖 Thagard, P. (1992). Analogy, Explanation and Education. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 29, n°6, pp.537-544.
- 📖 Thagard, P. (1992). Conceptual Revolutions. *Princeton University Press*.
- 📖 Thiele, R. y Treagust, D. (1994). An Interpretative Examination of High School Chemistry Teachers' Analogical Explanations. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 31, n° 3, pp. 227-242.
- 📖 Thiele, R. y Treagust, D. (1994). The nature and extent of analogies in secondary chemistry textbooks. *Instructional Science*, Vol. 22, n° 1, pp. 61-74.
- 📖 Thiele, R. y Treagust, D. (1995). Analogies in chemistry textbooks. *International Journal of Science Education*, Vol. 17, n° 6, pp. 783-795.
- 📖 Thiele, R., Venville, G. y Treagust, D. (1995). A Comparative Analysis in Secondary Biology and Chemistry Textbooks Used in Australian Schools. *Research in Science Education*, Vol. 25, n° 2, pp. 221-230.
- 📖 Tierney, D. (1988). How teachers explain things: Metaphoric representation of social studies concepts. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*.
- 📖 Treagust, D., Duit, R., Joslin, P. y Lindauer, I. (1992). Science teachers' use of analogies: observations from classroom practice. *International Journal of Science Education*, Vol. 14, n° 4, pp. 413-422.
- 📖 Treagust, D., Harrison, A. y Venville, G. (1996). Using an analogical teaching approach to engender conceptual change. *International Journal of Science Education*, Vol. 18, n° 2, pp. 213-229.
- 📖 Trilla, J., Cano, E., Carretero, M. y Colbs. (2001). El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI. *Editorial GRAÓ*.
- 📖 Vaillant, D. y Marcelo, C. (2001). Las tareas del formador. *Ediciones Aljibe*.

- 📖 Vasini, E. y Donati, E. (2001). Uso de analogías adecuadas como recurso didáctico para la comprensión de los fenómenos electroquímicos en el nivel universitario inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 19, nº 3 Noviembre 2001, pp. 471-477.
- 📖 Venville, G. y Treagust, D. (1996). The role of analogies in promoting conceptual change in biology. *Instructional Science*, Vol. 24, nº 4, pp. 295-320.
- 📖 Vosniadou, S. (1989b). Analogical reasoning as a mechanism in knowledge acquisition: A developmental perspective. *Similarity and Analogical Reasoning*, Eds. S. Vosniadou y A. Ortony, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 413-437.
- 📖 Vosniadou, S., and Ortony, A. (1989). Similarity and analogical reasoning: A synthesis. In S. Vosniadou and A. Ortony (Eds), *Similarity and analogical reasoning*. Cambridge: Cambridge University Press, Cambridge, pp. 1-17.
- 📖 Vosniadou, S. y Schommer, M. (1988). Explanatory Analogies Can Help Children Acquire Information From Expository Text. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 80, nº 4, pp. 524-536.
- 📖 Wicken, J. (1976). The value of historical concepts in science education. *Journal of Chemical Education*, Vol. 53, nº 2, pp. 96-97.
- 📖 Wittgenstein, L. (1961). *Tractatus logico-philosophicus*. Editorial London: Routledge y Kegan Paul.
- 📖 Wong, D. (1993a). Understanding the Generative Capacity of Analogies as a Tool for Explanation. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 30, nº 10, pp.1259 -1272.
- 📖 Wong, D. (1993b). Self-Generated Analogies as a Tool for Constructing and Evaluating Explanations of Scientific Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 30, nº 4, pp. 367-380.
- 📖 Zeitoun, H. (1984). Teaching scientific analogies: A proposed model. *Research in Science and Technological Education*, Vol. 2, pp. 107-125.
- 📖 Zook, K. y Di Vesta, F. (1991). Instructional Analogies and Conceptual Misrepresentations. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 83, nº 2, pp. 246-252.