



**El árbol de la vida y el salón de las extinciones masivas  
como investigación escolar: propuesta de trabajo empleando  
el Aprendizaje Basado en el Pensamiento  
(Thinking-Based Learning, TBL)**

Trabajo de Fin de Máster

**EDUARDO RODRÍGUEZ EXPÓSITO**

Tutor académico: Miguel A. Negrín Medina

Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y  
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas

Especialidad Biología y Geología

Julio 2019

**Indice**

<b>Resumen</b> .....	5
<b>Introducción y planteamiento del problema de innovación</b> .....	6
<i>La educación a través de los tiempos. Un breve repaso para empezar situarnos</i> .....	6
<i>La evolución del sistema educativo en España y la difusión del conocimiento a las clases populares</i> .....	7
<i>Cambio de tiempos, cambio de roles</i> .....	8
<i>Educación para todos: el reto de tomar conciencia del concepto de diversidad en las aulas</i> .....	9
<i>Inteligencias múltiples y objetivos comunes</i> .....	10
<i>Educar para desarrollar competencias básicas y destrezas fundamentales. Es tiempo de renovar la esencia del currículo</i> .....	11
<i>Justificación de la temática escogida</i> .....	12
<b>Objetivo del trabajo</b> .....	14
<b>Material y métodos</b> .....	15
<i>Vayamos por partes: Usted está aquí</i> .....	15
<i>Hablemos un idioma que todos entendamos</i> .....	18
<i>Y para muestra...un botón: Propuesta metodológica de Aprendizaje Basado en el Pensamiento</i> .....	19
<b>“Las partes y el todo”: investigando y proponiendo cambios</b> .....	20
<i>La relevancia del contexto</i> .....	20
<i>Bloque 1: Definiendo el marco de trabajo</i> .....	21
1.1. <i>Marco curricular del trabajo</i> .....	21
1.2. <i>Buceando entre unos y ceros: ¿qué información hay acerca de las extinciones masivas y la evolución del árbol de la vida?</i> .....	24
<i>Las grandes extinciones</i> .....	24
<i>El ser humano: motor de la sexta extinción</i> .....	25
<i>El árbol de la vida</i> .....	27
<i>Un matiz a tener en cuenta</i> .....	28
1.3. <i>La elección del profesorado: páginas web o de papel</i> .....	29
1.4. <i>El eslabón clave: ¿Qué ideas tiene el alumnado?</i> .....	31
<i>Bloque 2: Definiendo las bases para el cambio</i> .....	36
2.1. <i>Profundizando en conceptos básicos</i> .....	36
<i>Aprendizaje significativo: empecemos la casa por los cimientos...</i>	36
<i>Alfabetización científica: hagámosle un sitio a la ciencia en el saber popular</i> .....	37
<i>En esencia, la clave es entendernos: CPC y transposición didáctica</i> .....	39
2.2. <i>Aprendizaje Basado en el Pensamiento: “Piensa bien y acertarás”</i> .....	42
<i>“Uno para todos, y todos para uno”: utilizando el pensamiento de principio a fin</i> .....	42
<i>El pensamiento eficaz</i> .....	44
<i>Infusionando el Aprendizaje Basado en el Pensamiento</i> .....	46
<i>“Una imagen vale más que mil palabras”: usando herramientas para plasmar el pensamiento</i> .....	46
<i>Trabajo en equipo: el mejor entorno para el aprendizaje</i> .....	47
2.3. <i>La investigación escolar: estrategia didáctica integrada en nuestro ADN</i> .....	48

<i>Bloque 3: Plan de intervención</i> .....	51
<i>Conociendo un poco mejor a nuestra clase mediante un sociograma</i> .....	52
<i>Situaciones de aprendizaje</i> .....	53
<i>Actividad 1. Equipo de investigación: Humanos ¿el motor de la sexta gran extinción?</i> .....	53
<i>Actividad 2. Humanos o meteoritos ¿quién tiene un mayor impacto sobre la vida en La Tierra?</i> .....	55
<i>Actividad 3. ¡Señor/a presidente/a, tiene usted una carta!</i> .....	55
<i>Actividad 4. El pulso entre Darwin y Jesucristo</i> .....	58
<i>Actividad 5. Darwin y el anís del mono</i> .....	59
<i>Actividad 6. Del cielo al suelo: la pesadilla de los reptiles de finales del Cretácico</i> .....	61
<i>Actividad 7. Entre erupciones volcánicas y la revolución industrial</i> .....	62
<i>Actividad 8. Señales de un tiempo lejano</i> .....	63
<i>Actividad 9. “Como era en el principio, ahora y siempre. Por los siglos de los siglos...”</i> .....	64
<i>Actividad 10. Las ramas del árbol de la vida</i> .....	65
<i>Plan de seguimiento de las dinámicas de Aprendizaje Basado en el Pensamiento</i> .....	68
<b>Resultados y propuesta de mejora</b> .....	71
<i>Actividad: Humanos o meteoritos ¿quién tiene un mayor impacto sobre la vida en La Tierra?</i> .....	71
<i>Resultados encontrados al llevar a cabo esta actividad</i> .....	73
<i>Propuesta de mejora</i> .....	75
<b>Discusión general</b> .....	79
<b>Conclusiones</b> .....	82
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	83
<b>Webgrafía</b> .....	92
<b>Agradecimientos</b> .....	94

En el presente Trabajo de Fin de Máster se aplica la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo (BOE No. 71 de 23-03-2007), para la igualdad efectiva de mujeres y hombres, así como la Ley 1/2010, de 26 de febrero, Canaria de Igualdad entre Mujeres y Hombres (BOC No. 45 de 05-03-2010)). En cualquier caso, toda referencia a personas o colectivos contenida en este documento y cuyo género gramatical sea masculino, se entenderá referido a ambos sexos, y, por tanto, la posibilidad de referirse a mujeres y hombres.

## **Resumen**

En un mundo en el que el acceso a la información parece estar cada vez más al alcance de cualquier persona, cabría preguntarse si en la actualidad la figura del profesor sigue teniendo cabida en nuestra sociedad. Precisamente ese cambio generacional en torno nivel de información existente es lo que ha hecho patente la necesidad de plantear un nuevo punto de vista con respecto al papel del profesorado. Hoy en día, el principal objetivo de un docente es lograr que su alumnado “aprenda pensar” desarrollando una serie de destrezas que le permita “navegar en el mar de información” disponible, haciendo un uso eficaz de la misma cuando así lo requiera. El presente trabajo de fin de máster constituye un proyecto de innovación educativa en el que, mediante el uso de dinámicas de Aprendizaje Basado en el Pensamiento y la Investigación Escolar, y teniendo como hilo conductor los eventos de extinción masiva y la evolución del árbol de la vida a lo largo de la historia de la Tierra, se plantea una propuesta metodológica orientada a que el alumnado desarrolle una serie de destrezas de pensamiento que le permitan analizar la gran cantidad de información que lo rodea de forma rigurosa para poder llegar a formarse una opinión crítica que le sirva como base para resolver problemas y tomar de decisiones de forma eficiente a lo largo de toda su vida.

## **Abstract**

In a world in which information seems to be affordable for every single person, one might ask whether the role of the “teacher” currently still makes sense. The generational change regarding the level of available information has stressed the need to change the point of view in relation to the role of teachers. Nowadays, the teachers’ main role is to help their students to “learn how to think”, developing a series of skills which allow them to ‘navigate through the sea of information’, using it properly when needed. This master thesis constitutes a project of educational innovation in which, by means of Thinking Based Learning dynamics and School Research, and having mass extinction events and the evolution of the Tree of Life as guiding threads, a methodological approach is presented to achieve the development of a series of high order skills by students which allow them to firmly analyse the surrounding information. This strict analysis makes the development of a critical point of view possible and it can be used as a solid base to face problem-solving and decision-making dynamics in an efficient way for the rest of their life.

## ***Introducción y planteamiento del problema de innovación***

### **La educación a través de los tiempos. Un breve repaso para empezar a situarnos.**

El acceso a la información y la dinámica educativa han sufrido una evolución extraordinaria a lo largo de la historia, y de igual forma lo ha hecho la función de los docentes encargados de que el conocimiento llegase a los alumnos en cada tiempo. Ya en la Antigua Grecia era posible encontrar estructuras destinadas a la educación, como las escuelas en las que grandes filósofos enseñaban, entre otras muchas materias, filosofía y retórica a los hombres, con el fin de formar ciudadanos que fuesen capaces de tomar decisiones correctas y pudiesen así guiar a la sociedad. Sin embargo, la difusión del conocimiento no se ha producido libremente de unas personas a otras de forma constante a lo largo de toda la historia. La expansión de la religión católica tuvo un gran impacto sobre este proceso. Así, por ejemplo, desde la Edad Media, en Europa el conocimiento quedó en manos del clero, sin existir un sistema de escolarización definido. Sólo los hijos de los nobles podían acceder a la educación, quedando ésta fuera del alcance de la mayor parte de la población.

Los avances tecnológicos han facilitado en gran medida el incremento de acceso a la información a lo largo de la historia, ya que han ayudado a romper algunas de las barreras que frenaron este proceso en su origen. Inicialmente, tanto el escaso número de documentos en los que se concentraba el conocimiento hasta el momento atesorado, como las lenguas en las que se encontraban escritos los mismos, por ejemplo, en latín, imposibilitaban el acceso a la cultura y el saber sabio a la mayor parte de la población, quedando así su uso restringido a las clases con más recursos. La llegada de dos elementos revolucionarios supuso un verdadero punto de inflexión en la expansión del conocimiento y la liberalización del mismo. El primero de esos dos elementos fue la invención de la imprenta (Eisenstein, 1994), que permitió llevar a cabo la copia de documentos que contenían el saber a una velocidad sin precedentes. Pero si bien el avance tecnológico supuso un cambio revolucionario, la traducción de los documentos del latín o griego a las lenguas vernáculas permitió que el conocimiento estuviese por primera vez en manos de las clases populares (Monreal Pérez, 2010). A medida que se producía el desarrollo cultural de las civilizaciones, se hizo patente la necesidad de transmitir el conocimiento de unas generaciones a otras. En la actualidad, la educación es accesible a la mayor parte de la sociedad. No obstante, el proceso de democratización de la misma aún se encuentra

en activo, planteándose reformas y evaluando los resultados de la aplicación de las mismas en aras de conseguir que la educación se lleve a cabo de una manera más igualitaria y equitativa, poniéndola al alcance de todos los ciudadanos sin importar su nivel económico, sexo o etnia (Fernández Enguita, 1997; Martínez Selva, 2002).

### **La evolución del sistema educativo en España y la difusión del conocimiento a las clases populares.**

En España, uno de los hitos en la historia de la educación tuvo lugar en el año 1857, cuando se promulgó la Ley de Instrucción Pública, también conocida como Ley Moyano (Sevilla Merino, 2007), con el fin de acabar con las altas tasas de analfabetismo existentes en la sociedad. Desde ese momento, el Gobierno del Estado asumió la responsabilidad de gestionar en su totalidad la enseñanza pública. La Ley de Instrucción Pública también estableció varios principios en lo relativo a la educación que han llegado hasta nuestros días pese a haber sufrido ciertas modificaciones a lo largo de la historia. Esos principios fueron (i) la enseñanza gratuita para toda la población hasta un cierto nivel, estando limitada únicamente a la enseñanza primaria, y segregada por géneros por aquel entonces y (ii) la centralización de la enseñanza. Otro de los eventos que supusieron una revolución histórica del sistema educativo en nuestro país fue la aparición de la Institución Libre de Enseñanza en el año 1876, de la mano de una serie de una serie de catedráticos como Francisco Giner de los Ríos, Gumersindo de Azcárate y Nicolás Salmerón entre otros, que se negaban a ajustar la enseñanza a determinados dogmas morales y religiosos dominantes en la época (Núñez Espallargas y Servat Susagne, 1988). Esta institución, creada poco después del final de la Primera República Española, abrió las puertas a un tipo de educación, más liberal, caracterizada por ser laica, por ser aplicable a individuos de ambos sexos de forma conjunta y por dar al alumno un papel central en la misma, siendo el protagonista de su propio proceso de aprendizaje y fomentando el contacto con la realidad y el aprendizaje inductivo. Durante los años de dictadura franquista en España (1936-1975), la Institución de Libre Enseñanza fue vetada, la educación recayó nuevamente en las manos de la iglesia, y se hizo uso de las instituciones educativas para fomentar el “espíritu nacional”, claramente marcado por una ideología falangista, católica y nacionalista que bloqueó el avance de cualquier programa educativo contrario a la ideología del régimen. La Ley de Instrucción Pública estuvo vigente hasta 1970, momento en el que la necesidad de contar con ciudadanos mejor formados con conocimientos

técnicos impulsó al régimen franquista a promulgar la Ley 14/1970, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa, que amplió la duración del periodo de enseñanza obligatoria y gratuita hasta los 14 años, formando parte de lo que se conocería como Educación General Básica (E.G.B.), antesala de los periodos formativos del Bachillerato Unificado Polivalente (B.U.P.), los programas de Formación Profesional (F.P.) y el Curso de Orientación Universitaria (C.O.U). Al finalizar la dictadura, el cambio social resaltó la necesidad de modificar el sistema educativo existente. Así, en la década de los ochenta se promulgó la Ley Orgánica 85/1995, reguladora del derecho a la educación, en la que ya se hacía patente la intención de educar a los ciudadanos siguiendo un principio democrático de igualdad, acorde a lo recogido en la Constitución, que permitiera el desarrollo integral de la persona con indiferencia de su nivel económico, clase social o lugar de residencia, fomentando el respeto de los derechos y deberes fundamentales que permitieran llevar a cabo una convivencia basada en la tolerancia y la libertad. Poco después, ya en la década de los noventa, fue promulgada la Ley Orgánica 1/1990, de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE), que reestructuró el sistema educativo español y apuntó la necesidad de llevar a cabo un proceso educativo personalizado que permitiese que cada alumno, con igualdad para hombres y mujeres, pudiese adquirir conocimientos, valores y destrezas que condujesen al desarrollo integral y libre de cada persona, mediante una metodología más activa, en la que el alumno jugase un papel clave. Desde entonces, han sido varias las leyes educativas que se han promulgado en España con el fin de llevar a cabo potenciales mejoras sobre los cimientos sentados por la LOGSE en la década de los noventa, de manera que la educación pueda ajustarse lo mejor posible a los avances culturales de cada momento.

### **Cambio de tiempos, cambio de roles**

Por tanto, en toda sociedad, siempre ha existido un grupo de individuos encargado de atesorar el conocimiento y buscar fórmulas transmitirlo a las siguientes generaciones. Sin embargo, el avance sin parangón de la tecnología ha hecho que en la actualidad se genere más información de la que cualquier persona podría retener, y además, el desarrollo de internet y su poder globalizador, pone toda esa información al alcance de cualquier persona. Entonces cabría preguntarse, si los alumnos disponen hoy en día de toda la información existente, ¿es necesaria la figura del profesor en la actualidad?, ¿cuál es la función real de un docente hoy en día?. La respuesta a estas dos preguntas son la base del



presente trabajo. La función del docente ha cambiado a lo largo del tiempo, evolucionando y adaptándose a las necesidades educativas de cada etapa. En la actualidad, los docentes deben tener un buen conocimiento de las materias que imparten, pero no deben ser vistos como meras enciclopedias cargadas de conocimientos que transmitir a sus alumnos, puesto que esos conocimientos ya se encuentran al alcance de un simple ‘click’. Por el contrario, el docente debe centrar su labor en que los alumnos desarrollen competencias y valores que les permitan navegar en ese ingente mar de información, y aprendan a buscar, filtrar, procesar, expresar y, en definitiva, utilizar la información que pueda ser relevante para ellos, adquiriendo una visión crítica y siendo capaces de conformar su propia opinión sobre cualquier tema que se les presente, no solamente durante su etapa escolar, sino también al término de la misma.

Los docentes deben por tanto centrarse en que sus alumnos lleven a cabo un proceso de aprendizaje significativo a través del cual adquieran destrezas y competencias que los hagan capaces de formar parte activa de la sociedad que los rodea, “aprendiendo a aprender” de forma autónoma, no simplemente atesorando conocimientos sin valor alguno, de forma que puedan seguir formándose y sean plenamente capaces de tomar decisiones de forma correcta a lo largo de toda su vida (Ritchhart, Church y Morrison, 2011).

### **Educación para todos: el reto de tomar conciencia del concepto de diversidad en las aulas**

Lograr que cada uno de los alumnos saque el máximo rendimiento y provecho en relación a su proceso de aprendizaje educativo, requiere que el cuerpo de docentes sea capaz de apreciar la diversidad de alumnos presente en sus aulas, de manera que puedan plantearse programaciones educativas con actividades variadas que cubran las necesidades del amplio espectro de alumnos y alumnas existente, tratando así de cumplir con el extremadamente complejo objetivo que supone dar respuesta a las necesidades del grupo y de cada individuo de forma simultánea y equilibrada.

Es preciso matizar en este punto que, cuando menciono la necesidad de que cada profesor conozca la diversidad de alumnos existentes en sus aulas, no sólo me refiero a aquellos con Necesidades Específicas de Aprendizaje, sino a la totalidad de los alumnos que forman parte de las mismas, desde aquellos que requieren una adaptación curricular

estricta, hasta los que no la necesitan, pues incluso dentro de este último grupo existe una amplia diversidad de matices y contextos individuales que condicionan su proceso de aprendizaje (Guijarro, 1990). Todo sistema educativo que se precie debe abogar por la educación en igualdad, evitando las discriminaciones de cualquier tipo y poniendo las herramientas necesarias al servicio de los cuerpos docentes para que todo el alumnado pueda desarrollar destrezas y adquirir valores y conocimientos que les permitan integrarse lo mejor posible en el marco sociocultural que les rodea (UNESCO, 1994; Ainscow, 1995; Barrio de la Puente, 2009; Araque Hontangas y Barrio de la Puente, 2010).

Para alcanza este complejo objetivo, obviado durante largo tiempo en nuestro sistema educativo que tradicionalmente ha centrado sus esfuerzos en dar respuesta a las necesidades de un “alumno medio” segregando a todos aquellos que no eran capaces de alcanzar los estándares establecidos (Guijarro, 1990; Negrín Medina y Marrero Galván, 2018), es necesario entender e interiorizar que existen múltiples factores que afectan el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de cada alumno en particular, incluyendo desde (i) diferencias sociales impuestas al alumno de manera extrínseca (por ejemplo, desarrollo en entornos desfavorecidos, pertenencia a minorías étnicas o culturales, etcétera), hasta (ii) diferencias intrínsecas relacionadas con las características generales de cada individuo (conocimientos previos, estilos cognitivos, ritmos de aprendizaje e intereses) y sus capacidades (Armstrong, Rivas, Gardner y Brizuela, 1999; Aliste, Real y Bravo, 2006; Aragón García y Jiménez Galán, 2009; Araque Hontangas y Barrio de la Puente, 2010).

En España, los primeros pasos para conseguir este objetivo se dieron con la LOGSE y desde entonces se han visto reforzados en las leyes educativas que se han sucedido desde aquel entonces.

### **Inteligencias múltiples y objetivos comunes**

Para poder afirmar que disponemos de un sistema educativo inclusivo, los docentes no sólo deben dominar estrategias que permitan captar la atención de los diferentes alumnos y alumnas, estimulando su interés y motivándolos durante el proceso de aprendizaje, sino que también deben de ser capaces de aplicar el principio de igualdad a la evaluación del proceso de aprendizaje (Armstrong, Rivas, Gardner, y Brizuela, 1999; Giné y Piqué Simón, 2007). Parafraseando a Albert Einstein:

*“Todos somos genios. Pero si juzgas a un pez por su habilidad para escalar un árbol, vivirá su vida entera creyendo que es estúpido”.*

Las características presentadas por cada alumno hacen que éste pueda destacar o no dependiendo del modo en que lo evaluemos. Esta idea, magistralmente reflejada de forma brillante en la metáfora enunciada por parte del físico alemán, quedó también recogida en la obra del psicólogo estadounidense Howard Gardner, *“Frames of mind: The theory of multiple intelligences”* (Gardner, 1983), y ha sido paulatinamente ampliada con posterioridad (Gardner, 2011; Gardner, 2016), abriendo los ojos de la comunidad educativa a la existencia de diferentes tipos de alumnos, con destrezas en diferentes campos, por lo que para que el sistema educativo sea capaz de evaluarlos de una manera objetiva, debemos ser capaces de estructurar nuestras programaciones educativas de forma que hagamos posible que cada uno de los alumnos brille haciendo uso de los rasgos que más les beneficien. Es por tanto imperativo abandonar el modo de enseñanza y evaluación tradicional que sólo planteaba una posible alternativa como sinónimo de éxito y avance en la educación. Los docentes debemos disponer de herramientas que nos permitan evaluar el proceso evolutivo que experimenta cada alumno con respecto a su punto de partida inicial, para poder determinar de manera objetiva si hemos logrado que se produzca un avance en el proceso formativo del educando o no.

### **Educación para desarrollar competencias básicas y destrezas fundamentales. Es tiempo de renovar la esencia del currículo**

Otro de los cambios imperativos para lograr la mejora de nuestro sistema educativo atañe directamente al currículo. Según la información recogida en la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE), el currículo es una herramienta que recoge los elementos básicos (objetivos, contenidos, competencias, metodología, estándares de aprendizaje y criterios de evaluación), que determinan la hoja de ruta de los procesos de enseñanza-aprendizaje que se llevan a cabo en nuestro país. Hoy en día, el fracaso y el abandono escolar (Fernández Enguita, Mena y Riviere, 2010), y la sobredosis de información a la que se ve expuesta el alumnado, nos brindan un escenario en el que debemos replantearnos la utilidad del currículo establecido hasta ahora, las metodologías usadas para abordar su difusión y las metas u objetivos que pretendemos alcanzar. Cada vez se hace más patente la necesidad de optar por un modelo

de enseñanza que se base en el aprendizaje de lo verdaderamente esencial (Perkins, 1996, 2008, 2010; Hough, 2015). De nada sirve que los alumnos memoricen lecciones magistrales con cantidades ingentes de datos sin sentido alguno aparentemente, si a la hora de resolver un problema de la vida cotidiana se encuentran desprovistos de herramientas. Por este motivo, desde hace más de una década, existe una tendencia que refleja la demanda social a varios niveles para que el aprendizaje de los alumnos trascienda el sector académico y muestre una clara utilidad en sectores extraescolares de la vida cotidiana (Guarro Pallás, 2008).

Por tanto, el desarrollo y la evaluación de la adquisición de competencias y destrezas que conviertan a los estudiantes en ciudadanos plenamente funcionales, tales como la capacidad de realizar trabajos cooperativos, la discriminación de fuentes información fiable o la habilidad para expresar y defender ideas de forma argumentada, deben ser, sin duda alguna, el objetivo a alcanzar en nuestro sistema educativo, con independencia de los tipos de inteligencia de los alumnos, sus estilos de aprendizaje o los entornos en los que este proceso se lleve a cabo (Vygotsky, 1988).

### **Justificación de la temática escogida**

Las extinciones masivas y la evolución de los seres vivos han sido escogidos como hilo conductor para este trabajo por varios motivos. En primer lugar, son parte del currículo del cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria de la asignatura de Biología y Geología, y su uso permite abordar una ingente cantidad de temas que tienden puentes con las demás materias impartidas en los centros educativos, Así por ejemplo, si nos centramos en las extinciones masivas, y más concretamente en la llamada sexta gran extinción, actualmente en marcha y desencadenada por la acción del ser humano, podemos relacionar estos temas con matemáticas o economía mediante unos posibles cálculos de los costes de la sobreexplotación de recursos, la deforestación o la retirada de residuos que generamos por ejemplo; o con ética, educación para la ciudadanía u otras asignaturas de esta índole si nos preguntamos: ¿es justo que la falta de respeto de unos seres humanos hacia el medio ambiente repercuta sobre la calidad de vida de esta generación y las venideras?; o incluso con la religión, planteando la pregunta de si los organismos son fruto de un proceso evolutivo experimentado a través del tiempo o bien fruto de la creación divina, por poner tan solo tres ejemplos.

En segundo lugar, tienen conexión directa con la actualidad. Por un lado, el proceso de extinción masiva que estamos viviendo actualmente se está desvelando paso a paso, día tras día desde hace años a través de artículos científicos y noticias en diversas plataformas divulgativas. Por otro lado, la evolución de los organismos es un hecho que aún hoy se pone en duda en alguno de los países con mayor influencia a escala global. Uno de los motivos que subyacen al fracaso escolar es la falta de conexión entre los temas estudiados y la vida cotidiana, y por ende, la falta de utilidad de lo que se enseña en la escuela. Estos dos temas nos permiten salvar ese escollo y proponer temas que atraigan y estimulen al alumnado, motivando su participación activa en su proceso de aprendizaje.

En tercer lugar, porque ambos temas son muy favorables a la creación de actividades para cumplir con uno de los objetivos principales de la educación, educar en valores. Las extinciones masivas nos permiten crear situaciones de aprendizaje a través de las que se puede llevar a cabo una labor de concienciación en torno a la necesidad de proteger y respetar el medio ambiente, o sobre el impacto del hombre sobre las especies y ecosistemas y nuestro papel para evitarlo o mitigarlo, por ejemplo. La evolución de los organismos se puede utilizar para abordar, por raro que parezca a priori, temas como la xenofobia o el racismo, simplemente mostrando el grado de similitud genética entre humanos de varias partes del planeta y debatiendo en torno a qué nos hace ser parecidos y qué nos diferencia. Igualmente, en una época en la que es posible encontrar países en los que la evolución aún se cuestiona, esgrimiendo incluso argumentos que parecen justificar dicho punto de vista, este tema nos permite abordar la necesidad de desarrollar un punto de vista crítico y la manera de ser capaces de evaluar si la información que encontramos en nuestro entorno es fiable o no.

Por último, pese a saber que el alumnado está expuesto a estos dos temas desde mucho antes de llegar al último curso de etapa de secundaria, el análisis de los conocimientos previos hecho a dos grupos de alumnos y alumnas nos revelan que los conceptos relevantes siguen sin estar claros para una parte importante del alumnado, por lo que abordarlos desde una nueva perspectiva puede brindarnos una posibilidad para tratar de que se produzca un aprendizaje realmente significativo, tratando con el alumnado los contenidos, valores y competencias esenciales a través de una metodología alternativa a la que se ha venido usando hasta el momento, donde el ensayo de la capacidad memorística ha jugado un papel predominante (Cañal, 1999).

### ***Objetivo del trabajo***

El presente trabajo tiene como objetivo plantear una propuesta de innovación educativa en la que, a través del uso de técnicas de Aprendizaje Basado en el Pensamiento (ABP, o TBL por su denominación inglesa *Thinking Based Learning*) en relación al estudio de los eventos de extinción masiva acontecidos a lo largo de la historia de la Tierra, y la evolución del árbol de la vida tras dichos periodos de pérdida drástica de biodiversidad, los alumnos sean capaces de adquirir conocimientos relacionados con la Biología y la Geología de forma significativa, a la vez que desarrollan una serie de destrezas de orden superior que les capaciten para hacer frente a cuestiones de vital importancia, ya sea desde la habilidad para la resolución de problemas, hasta la adquisición de un punto de vista crítico y la capacidad para discriminar la veracidad o falsedad de las noticias que diariamente inundan el entorno social del que forman parte.

El Aprendizaje Basado en el Pensamiento, piedra angular del presente Trabajo de Fin de Máster, puede ser combinado sin ningún inconveniente con otros tipos de metodologías, como el aprendizaje basado en proyectos, las dinámicas de aprendizaje cooperativo o el aprendizaje basado en la resolución de problemas. Por ello, en la propuesta metodológica aquí planteada he combinado estos y otros elementos como el uso de TIC para ofrecer al alumnado una forma alternativa y estimulante de llevar a cabo el proceso de aprendizaje a través de una metodología en la que el alumno juegue un papel más activo y productivo.

## ***Material y métodos***

### **Vayamos por partes: Usted está aquí.**

Para poder llevar a cabo este trabajo de innovación educativa, ha sido preciso crear en primer lugar un marco teórico para determinar las condiciones de partida con respecto a los dos temas que vertebran el presente trabajo de fin de máster: (i) los eventos de extinción masiva ocurridos a lo largo de la historia de la Tierra y (ii) la evolución de la biota y la regeneración de las ramas del árbol de la vida tras cada uno de esos eventos, siempre a partir del conjunto de seres vivos que ha sobrevivido a dichos acontecimientos históricos.

Para empezar, he dedicado una pequeña sección a definir el contexto en el que he llevado a cabo las prácticas, ya que éste establecerá las condiciones sobre las que se desarrollará cualquier proyecto educacional.

A continuación, el establecimiento del marco teórico de referencia se ha llevado a cabo a partir de cuatro frentes que aportan información complementaria, de forma que me pudiese hacer una idea que se ajustase, lo máximo posible, a la información existente en torno a los dos temas ya mencionados desde diferentes puntos de vista.

En primer lugar, he situado este trabajo dentro del currículo oficial de Biología y Geología establecido por el Estado y el Gobierno de Canarias para 4º de ESO, analizando qué criterios de evaluación podrían tener una mayor relación con los temas centrales de este trabajo.

En segundo lugar, he tratado de hacer una síntesis de la información que cualquier persona puede encontrar hoy en día al respecto, y he realizado una serie de búsquedas en internet, no sólo con el ánimo de buscar información veraz en relación a los dos temas, sino además tratando de emulando el proceso que cualquier alumno podría llevar a cabo para recopilar información respecto a estos temas, para poder analizar la facilidad para encontrar información y la utilidad de la misma.

En tercer lugar, he querido hacer un análisis de la información transmitida a los alumnos en varios centros educativos. Para ello he contado con la colaboración de diversos profesores que me han permitido consultar sus recursos didácticos para saber qué información se está brindando a los alumnos, pudiendo determinar si el uso de libros de texto sigue siendo la tendencia más generalizada, o si por el contrario el uso de internet

para acceder a distintas fuentes de información con el fin de generar unos contenidos y una programación más actual y ajustada a los intereses del profesorado ha tomado peso en nuestra sociedad.

Por último, he querido saber qué conocimientos previos poseían los alumnos del cuarto curso de la ESO, ya que, si bien estos temas se pueden encuadrar perfectamente dentro del currículo de Biología y Geología de dicho curso, su trascendencia e importancia es tal, que el alumnado se ve expuesto a información relativa a estos temas desde mucho antes de iniciar el periodo de Educación Secundaria Obligatoria. Para ello, he pasado un test a diferentes dos grupos de alumnos de 4º de ESO pertenecientes a dos centros educativos, el Centro de Educación para Personas Adultas (CEPA) Comarca Nordeste, donde realicé mis prácticas de máster, y el colegio Nuestra Señora del Buen Consejo, ambos localizados dentro del Municipio de San Cristóbal de La Laguna. Estos dos centros representan dos entornos educativos con ciertas peculiaridades que condicionan por completo el proceso de enseñanza aprendizaje. Dichos condicionantes a tener en cuenta se comentan posteriormente en la sección relativa al contexto de desarrollo del presente trabajo de fin de máster. El cuestionario se les facilitó a los tutores colaboradores haciendo uso de diferentes formatos, en función de las preferencias del centro educativo. Así pues, en el CEPA Comarca Nordeste fue necesario generar un cuestionario haciendo uso de la aplicación Hot Potatoes v. 6.3 (Half-Baked Software Inc., Canadá), para que posteriormente el tutor pudiese cargarlo en la plataforma CAMPUS, a través de la cual gestionaban las aulas virtuales de las diferentes materias. En el caso del otro centro educativo, el cuestionario se creó haciendo uso de la plataforma Google Forms y toda la información referente al mismo fue gestionada a través de Google Drive. Independientemente del tipo de plataforma usada para su difusión, el cuestionario constó estuvo compuesto por las siguientes doce preguntas:

1. A lo largo de la historia de la Tierra ha habido más de un evento de extinción masiva.
2. En caso afirmativo ¿cuántos eventos de extinción ha habido? ¿cuándo se ha dado el último?.
3. Alguno de los eventos de extinción masiva está relacionado con la actividad humana.
4. Los diferentes eventos de extinción han tenido diferentes orígenes / causas (elevada emisión de CO<sub>2</sub> por vulcanismo, elevación / disminución de la



- temperatura global, impacto de meteorito, efecto de unas especies sobre otras, etcétera)
5. El evento de extinción que acabó con los dinosaurios (K-T) ocurrió hace unos 65 millones de años.
  6. El evento de extinción en el que más especies desaparecieron (70% de especies terrestre y 90% de las marinas) se conoce como extinción del Pérmico.
  7. Tras un evento de extinción, el árbol de la vida evoluciona a partir de las especies supervivientes (teoría evolucionista).
  8. Más del 90% de las especies que han existido en nuestro planeta ya se han extinguido
  9. El cambio climático, es decir, cambios drásticos en las condiciones climáticas a escala global, ha estado relacionado con varios de los eventos de extinciones masivas.
  10. Los fósiles son restos de criaturas originadas en un evento de creación anterior y no están relacionadas evolutivamente con los organismos actuales (teoría fijista).
  11. La historia de la vida en la Tierra explicada en base a los fósiles parece indicar que la vida en la Tierra es el resultado de una serie eventos catastróficos.
  12. Teniendo en cuenta los factores que han causado las extinciones masivas hasta ahora, ¿crees que el ser humano podría provocar otro evento de extinción masiva con su conducta actual? Razona tu respuesta.

Diez de estas preguntas se respondían mediante el uso de una escala tipo Lickert (Fabila Echaury, Minami e Izquierdo, 2012) con 4 opciones: “Totalmente de acuerdo”, “Parcialmente de acuerdo”, “Totalmente en desacuerdo” o “no sabe / no contesta”. Las dos preguntas restantes eran preguntas abiertas para que los alumnos mostraran su punto de vista y los argumentos que respaldaban su opinión. Una vez que se contó con las respuestas a los test por parte de los alumnos pertenecientes a los dos centros se procedió al análisis de mismas. Como consecuencia de los dos tipos de preguntas realizadas, el test nos permitió saber no sólo si el alumnado tenía ideas claras con respecto a los dos temas centrales en este trabajo, sino que además sirvió de reflejo de la capacidad de reflexión que mostraba el alumnado de cada centro. Dado el bajo tamaño muestral (n = 36; CEPA: n = 12; Buen Consejo: n = 24), he realizado un simple estudio de casos, comparando las respuestas del alumnado de cada uno de los centros, viendo si acertaban las preguntas o no, y su capacidad de razonamiento y los argumentos mostrados en las respuestas de las preguntas de desarrollo. Para obtener una cifra que me permitiese cuantificar el nivel de

acierto en las respuestas de cada estudiante, seguí la metodología recomendada expuesta por Fabila Echaury, Minami e Izquierdo (2012) en su artículo sobre test con escalas tipo Lickert. Así pues, asigné un valor fijo a cada tipo de respuestas siendo “2” para la respuesta correcta, “1” para las respuestas parcialmente correctas, “0” para los casos en los que hubiese respuesta alguna, y “-1” para las respuestas totalmente incorrectas. Dado que el test constaba de 10 preguntas tipo test, la puntuación máxima que podría alcanzar un estudiante sería de 20 puntos, mientras que la mínima sería de -10 puntos. Una vez calculada la puntuación por estudiante, calculé el valor medio por centro. Pese a que, dada la manera de calificar cada una de las posibles respuestas dentro de la escala tipo Lickert, el valor obtenido como puntuación del test sólo puede tomar valores discretos, algunos autores como Zuur, Ieno, Walker, Saveliev, y Smith (2009) han apuntado que, en aquellos casos en los que la variable respuesta pueda tomar un gran número de valores discretos, ésta puede tratarse como una variable continua. Posteriormente se comprobó la normalidad de la variable mediante la aplicación de un test de Shapiro-Wilks (Ghasemi, y Zahediasl, 2012). Una vez confirmada la normalidad se procedió a comparar las medias de acierto de ambos centros usando un test paramétrico basado en el estadístico T-student. Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa R (R Core Team, 2016).

### **Hablemos un idioma que todos entendamos**

Un segundo bloque dentro del cuerpo de este Trabajo de Fin de Máster se centra en profundizar en una serie de aspectos clave para poder conseguir el cambio metodológico que estamos proponiendo. Este segundo bloque está constituido por tres secciones.

En la primera sección, comenzaré definiendo qué entendemos por aprendizaje significativo y dónde radica su importancia. En segundo lugar, abordaré la cuestión de qué es la alfabetización científica y como afecta al proceso de desarrollo integral del alumnado. En tercer lugar, he creído preciso definir los conceptos Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC o PCK si tomamos las siglas de su nombre en inglés *Pedagogic Content Knowledge*) y transposición didáctica, en otras palabras, comprender las claves para poder hacer llegar la información desde el profesorado al alumnado. En la actualidad, disponemos de una ingente cantidad de expertos con conocimientos muy específicos en torno a multitud de temas que nos rodean a diario, pero dominar una temática no implica ser capaz de saber hacerla llegar a todos los sectores de nuestra

sociedad, en muchas ocasiones por falta de conocimientos sobre otras disciplinas necesarias para ello. Los docentes cumplen un rol muy importante en relación a este fenómeno, pues no sólo deben controlar la materia de la que imparten clases, sino que además deben ser capaces de ‘traducir’ los complejos conocimientos de dichas materias a un ‘idioma’ comprensible para su público, evitando así una situación equiparable a la de tener un libro en tus manos y no ser capaz de entender su contenido por el simple hecho de estar escrito en una lengua que desconoces.

En una segunda sección, he querido profundizar en la metodología de Aprendizaje Basado en el Pensamiento, explicando sus rudimentos conceptuales y procedimentales para que cualquier lector pueda llegar a comprender la herramienta principal que vertebrará mi propuesta metodológica.

Por último, en la tercera sección he abordado de forma somera el uso de la investigación escolar como herramienta didáctica que, combinada con el Aprendizaje Basado en el Pensamiento pueden dar lugar a amplia variedad de actividades que conduzcan realmente a lograr un aprendizaje significativo por parte del alumnado.

### **Y para muestra...un botón: Propuesta metodológica de Aprendizaje Basado en el Pensamiento.**

Por último, el tercer bloque del presente trabajo recoge una propuesta metodológica compuesta por 10 situaciones de aprendizaje que fomentan el Aprendizaje Basado en el Pensamiento, así como el aprendizaje cooperativo, el manejo de TIC como parte de un proyecto educativo que desemboque en un desarrollo integral del alumnado. Del conjunto de actividades planteadas una de ellas pudo ser llevada a la práctica, por lo que el análisis de los resultados obtenidos tras la experiencia se ha realizado en una sección independiente.

### ***“Las partes y el todo”: investigando y proponiendo cambios***

Este apartado del trabajo incluye, por un lado, la investigación realizada en torno a los conceptos que sustentan el presente trabajo, y por otro, una propuesta de intervención planteada para lograr los objetivos planteados inicialmente.

#### **La relevancia del contexto**

Tener clara la metodología que queremos aplicar es uno de los requisitos clave para que un docente sea capaz de cumplir los objetivos educativos que se plantea. Sin embargo, el contexto en el que se lleva a cabo una programación educativa condiciona, por completo, el desarrollo de cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje. Cada aula, integrada por un alumnado extremadamente diverso, impone una serie de condiciones a las que el docente debe saber adaptarse para poder lograr una educación útil para todos los estudiantes.

El presente trabajo podría desarrollarse en cualquier centro educativo en el que se imparta Educación Secundaria Obligatoria, dado que la temática del mismo se encuadra dentro del currículo educativo del último curso de ese periodo escolar. Por ejemplo, podría llevarse a cabo en el Centros de Educación para Personas Adultas, como el CEPA Comarca Nordeste de Tenerife, donde tuve la oportunidad de desarrollar el prácticum. Este centro incluye una amplia variedad de alumnos, con múltiples orígenes y niveles educativos. En un CEPA, donde alumnos cercanos a la adolescencia comparten las sesiones de clases con personas de mayor edad, el proceso de enseñanza tiene complicaciones añadidas. Una gran parte del alumnado asistente tiene una marcada desmotivación y falta de interés por el proceso de aprendizaje, otorgando a la educación un papel secundario, por lo que es aún más relevante si cabe el uso de una metodología que fomente una participación activa del alumnado, que consiga atraerlos cada día, logrando que desarrollen las destrezas básicas para lograr con éxito una formación integral de los mismos. La metodología aquí propuesta cumple con esas expectativas, como ha sido posible comprobar en varias ocasiones durante el periodo de prácticas.

No obstante, para poder comparar la educación de personas adultas con la educación presencial ordinaria también realicé una de las actividades que forman parte de mi propuesta metodológica en un centro educativo donde todos el alumnado de secundaria eran menores de edad, el colegio Nuestra Señora del Buen Consejo, pudiendo comprobar

que este tipo de metodología es aplicable en otro tipo de centros, pese a que la educación en el periodo de secundaria es compleja debido a todos los cambios que sufren los adolescentes en esta etapa, desde cambios hormonales y cerebrales, hasta cambios en su comportamiento derivados de estos y otros motivos (Oliva y Antolín, 2010; Iglesias Diz, 2013; Hidalgo Vicario y Ceñal González-Fierro, 2014). Para cumplir con los principios educativos mencionados en la introducción de este trabajo, al plantear las diferentes situaciones de aprendizaje que forman parte de mi propuesta metodológica he tenido en cuenta posibles variaciones que permiten adaptar las mismas a la diversidad de alumnos existentes en nuestras aulas.

## ***Bloque 1: Definiendo el marco de trabajo***

### **1.1. Marco curricular del trabajo**

La temática que vertebra este trabajo se puede relacionar con, al menos, 5 criterios de evaluación del currículo oficial del Gobierno de Canarias para la asignatura de Biología y Geología correspondiente al cuarto curso de ESO, tal y como queda recogido en la siguiente tabla, en la que se muestran no sólo los criterios seleccionados, sino también los contenidos que podrían abordarse dentro de éstos.

Tabla 1. Resumen de criterios y contenidos relacionados con las extinciones masivas y la evolución de los seres vivos. La numeración de los criterios y contenidos se ha mantenido igual que la presentada en el documento oficial del Gobierno de Canarias.

<b>Criterio de evaluación</b>	<b>Contenidos asociados</b>
<b><u>Criterio de evaluación 1:</u></b>  <i>Planificar y realizar de manera individual o colaborativa proyectos de investigación relacionados con el medio natural en los que se elaboren hipótesis y se contrasten mediante la experimentación y la argumentación, aplicando las destrezas y habilidades propias del trabajo científico, a partir del análisis e interpretación de información previamente seleccionada de distintas fuentes, con la finalidad</i>	<i>7. Aplicación autónoma de las destrezas y habilidades propias del trabajo científico.</i>  <i>7. Uso de fuentes de información variada, incluida las tecnologías de la información y comunicación, para la búsqueda y selección de información de carácter científico y presentación de conclusiones.</i>  <i>7. Obtención de información mediante la observación y toma de datos en el medio natural, la selección y recogida de muestras y posterior tratamiento en el laboratorio o el aula.</i>

<p><i>de formarse una opinión propia, argumentarla y comunicarla utilizando el vocabulario científico y mostrando actitudes de participación y de respeto en el trabajo en equipo.</i></p>	<p><i>4. Empleo de estrategias para el fomento de la cohesión del grupo y del trabajo cooperativo para la consecución de objetivos (toma de decisiones, aceptación de responsabilidades, establecimiento de metas, perseverancia, asunción de errores...)</i></p> <p><i>5. Planificación, desarrollo y defensa de un proyecto de investigación relacionado con el medio natural canario, con asunción de la crítica, aceptación de sugerencias y participación en procesos de autoevaluación y coevaluación.</i></p>
<p><b><u>Criterio de evaluación 2:</u></b></p> <p><i>Determinar a través de la observación directa o indirecta, las semejanzas y diferencias en la estructura de los diferentes tipos celulares, relacionar las fases del ciclo celular con la organización del núcleo, describiendo los procesos que ocurren en la mitosis y en la meiosis, comparar los tipos y la composición de los ácidos nucleicos y explicar sus funciones y en qué consisten las mutaciones, con el fin de comprender el funcionamiento básico de la herencia biológica y la evolución</i></p>	<p><i>5. Reconocimiento de la función del ADN como portador de la información genética relacionándolo con el concepto de gen.</i></p> <p><i>7. Valoración del papel de las mutaciones en la diversidad genética, y su relación con la evolución</i></p>
<p><b><u>Criterio de evaluación 4:</u></b></p> <p><i>Comparar y contrastar las principales teorías evolutivas actuales a partir de la información contenida en diferentes fuentes y del análisis de los mecanismos de la evolución, destacando la importancia de la mutación y la selección natural, con el fin de debatir de manera crítica acerca de las controversias científicas y religiosas suscitadas por estas teorías.</i></p>	<p><i>1. Comparación entre las principales teorías acerca del origen de la vida en la Tierra.</i></p> <p><i>7. Argumentación acerca de las pruebas de la evolución y de las principales teorías, diferenciando lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo.</i></p> <p><i>7. Establecimiento de la relación entre variabilidad genética, adaptación y selección natural.</i></p> <p><i>4. Análisis de las controversias entre gradualismo, saltacionismo y neutralismo.</i></p> <p><i>5. Interpretación de árboles filogenéticos incluyendo el humano.</i></p> <p><i>6. Descripción de las fases de la hominización</i></p>

**Criterio de evaluación 5:**

*Identifica, recopila y contrasta información en diferentes fuentes mediante procesos de investigación dirigidos a reconstruir y datar algunos de los sucesos más notables ocurridos a lo largo de la historia de nuestro planeta, asociándolos con su situación actual, y a resolver problemas simples de datación relativa aplicando los procedimientos y principios básicos de la Geología, con el fin de reconocer a la Tierra como un planeta cambiante.*

- 7. Contraste de información que muestra a la Tierra como un planeta cambiante desde su formación hasta el momento actual.*
- 7. Reconocimiento de las ideas históricas sobre la edad de la Tierra. Aplicación de los principios y procedimientos que permiten reconstruir su historia e identificación de las divisiones del tiempo geológico.*
- 4. Integración de los procesos geológicos, climáticos y biológicos fundamentales de la historia de la Tierra en el tiempo geológico a partir de la selección y organización de la información procedente de diferentes fuentes.*
- 5. Utilización de los fósiles guía más característicos para situar en el tiempo eones, eras y periodos geológicos.*

**Criterio de evaluación 8:**

*Contrastar la influencia de las actuaciones humanas sobre el medio, valorar sus impactos y argumentar la necesidad del uso responsable de los recursos, del tratamiento de los residuos a nivel familiar y social y de la utilización de energías renovables con el fin de conseguir un desarrollo más sostenible*

- 7. Elaboración de informes en los que se valore la influencia de las actividades humanas en los ecosistemas argumentando razones para evitar su deterioro y proponiendo actuaciones para la mejora del medio ambiente tanto de Canarias como a nivel global.*
- 7. Valoración de las consecuencias de la actividad humana sobre el medio ambiente: disminución de la capa de ozono y cambio climático.*
- 7. Clasificación de los tipos de recursos naturales.*
- 4. Indagación sobre las consecuencias ambientales del consumo de energía por el ser humano.*
- 5. Valoración de la importancia de las energías renovables para el desarrollo sostenible del planeta.*
- 6. Descripción de los procesos de tratamiento de residuos, valoración crítica de la recogida selectiva, los pros y los contras del reciclaje y de la reutilización de recursos materiales y su repercusión a nivel individual y social.*

*7. Iniciación al uso de técnicas sencillas para conocer el grado de contaminación y depuración del medio ambiente.*

## **1.2. Buceando entre unos y ceros: ¿qué información hay acerca de las extinciones masivas y la evolución del árbol de la vida?**

La Tierra es un planeta en continuo cambio. Los organismos y ecosistemas que un día fueron comunes, pueden llegar a desaparecer de la faz de la Tierra sin dejar, en ciertas ocasiones, rastro alguno de su existencia. Sin embargo, el cambio no es siempre el problema, sino más bien la velocidad a la que se produce el mismo (Kolbert, 2009). Una de las teorías en torno a la evolución de nuestro planeta es conocida bajo el nombre de teoría del catastrofismo. Esta teoría, que contó con defensores de renombre como el naturalista francés Georges Cuvier (1769-1832), sostenía que la Tierra se había creado a través de fenómenos catastróficos de gran violencia ocurridos en un pequeño lapso de tiempo, y por esa misma razón no se encuentran fósiles de muchas de las especies que han habitado la Tierra en periodos geológicos anteriores (Galera, 2002; Kolbert, 2009). Por el contrario, el gradualismo apunta a que los cambios sufridos por nuestro planeta habían tenido un proceso de desarrollo lento y progresivo, extendido en el tiempo geológico. Teniendo en cuenta la información con base científica de la que disponemos hoy, podríamos decir que la realidad es una mezcla de ambos puntos de vista. Es cierto que la evolución de los organismos y el entorno tiene lugar la mayor parte del tiempo a través de la acumulación progresiva de pequeños cambios, sin embargo, hoy sabemos que la historia de la vida en nuestro planeta muestra las cicatrices de grandes eventos con trágicas consecuencias a escala planetaria.

### **Las grandes extinciones**

Se denomina extinción masiva, aquel evento de extinción en el que desaparece, sin dejar ningún descendiente, un 10% o incluso más de las especies existentes en el plazo de un año, o bien aquellos eventos que traen aparejada como consecuencia la desaparición de, al menos, el 50% de las especies en un lapso de tiempo de entre uno y tres millones y medio de años (Archibald y Fastovsky, 2004; Barnosky et al., 2011). En la actualidad, está ampliamente aceptado que, en los últimos 500 millones de años han tenido lugar al menos 20 eventos de extinción masiva, pero tan sólo 5 de ellos han sido destacados hasta ahora por la comunidad científica debido a su incomparable impacto a escala planetaria,



siendo merecedores de incluirse en una categoría aparte (Kolbert, 2009; Chen, Algeo y Bottjer, 2014). Separados en el tiempo por millones de años, cada uno de esos eventos de importancia histórica condicionaron por completo el transcurso de la vida en nuestro planeta. La Tabla 2 recoge de forma sintética información relevante en relación a los mismos.

Ojeando rápidamente la tabla podemos apreciar que existen diferentes causas relacionadas con el desarrollo de los distintos eventos, desde ciclos de vulcanismo de magnitudes colosales, hasta el impacto de un meteorito, que a su vez han podido desencadenar otros cambios en el entorno planetario que propició la extinción de un sinnúmero de especies en cada una de las ocasiones. Para que nos hagamos una idea del alcance que han tenido los fenómenos de extinción sobre nuestro planeta, se calcula que más del 99% de las especies que han existido ya se han extinguido.

Existe una gran cantidad de fuentes donde encontrar información sobre los grandes eventos de extinción masiva, sin embargo, la información en relación a las causas que detonaron dichos eventos varía bastante entre fuentes. Un ejemplo de dicha variabilidad, fruto de las diferentes versiones que se han propuesto por parte de la comunidad científica a medida que avanzan los estudios, puede encontrarse en relación a la determinación de la causa de la extinción de los dinosaurios durante el evento ocurrido en el Cretácico. Hasta ahora, la versión más extendida y aceptada por todos era la del impacto del meteorito, sin embargo, algunos estudios apuntan que incluso antes de que se produjese el impacto del meteorito, muchas especies ya se encontraban en pleno declive, por lo que pudo haber otras causas implicadas en el resultado final del evento de extinción, como el vulcanismo, las modificaciones de niveles de gases atmosféricos y el cambio climático a nivel global (Brusatte et al., 2015).

### **El ser humano: motor de la sexta extinción**

La pérdida de biodiversidad actual y los cambios ambientales que están siendo registrados en los últimos años recuerdan a los valores registrados para otros eventos de extinción masiva, La actividad humana ha conseguido alterar procesos como el ciclo del carbono y los niveles de  $CO_2$  atmosférico ha aumentado de manera desorbitada la temperatura global y ha disparado las tasas de extinción de organismos hasta unos niveles incluso mayores que los registrados para el evento de extinción del Pérmico (Glikson, 2018; Yin, He y Xien, 2011), siendo ese evento el más devastador registrado hasta ahora. Por poner sólo

un ejemplo, las tasas de desaparición de algunos grupos, como los vertebrados, es 75 veces más alta que los niveles de extinción de fondo (Yin, He y Xien, 2011). Si hacemos un barrido histórico sobre las extinciones de grandes animales (por ejemplo, los moas neozelandeses, los grandes mamíferos americanos, el dodo de las Islas Mauricio) a lo largo de todo el globo, es posible encontrar una relación entre dichos eventos y la expansión del ser humano por el planeta (Kolbert, 2009).

Las múltiples actividades dañinas llevadas a cabo por el ser humano (contaminación, sobreexplotación de recursos, producción de residuos, tala masiva, caza ilegal, etcétera) y los efectos derivados de las mismas (contaminación, calentamiento global, efecto invernadero, fragmentación y pérdida de hábitat, invasiones biológicas, etcétera) tienen de por sí un efecto devastador para el planeta en su conjunto, pero si además le sumamos a esto la velocidad a la que se producen los cambios, no es difícil comprender por qué el ser humano está considerado en la actualidad el motor del sexto gran evento de extinción masiva, que podría terminar siendo el más importante hasta la fecha. El número de especies que se desaparecerán en esta Extinción del Holoceno no está aún determinado, dado que estos valores siguen incrementándose a diario (Broszimmer, 2001; Barnosky et al., 2011; Ceballos, Ehrlich, Barnosky, García, Pringle y Palmer, 2015). Lo que sí que parece empezar a estar claro para la comunidad científica es que, en caso de no alterar el ritmo y las dinámicas actuales, nuestra especie se verá, al igual que muchos otros organismos, irremediabilmente avocada a la extinción.

Tabla 2. Información relativa a las grandes extinciones masivas ocurridas a lo largo de la historia. Las letras “m.a.” son la abreviatura de millones de años.

<b>Extinción</b>	<b>Tiempo desde el evento</b>	<b>Porcentaje de géneros extinguidos</b>	<b>Posibles causas</b>
<b>Ordovícico - Silúrico</b>	445 m.a.	85%	Cambio climático – glaciación. Modificación de nivel del mar.
<b>Devónico</b>	370 m.a.	83%	Agotamiento de oxígeno en océanos. Cambio climático. Impactos asteroides.
<b>Pérmico - Triásico</b>	252 m.a.	95%	Impactos de asteroides. Actividad volcánica extrema.

<b>Triásico - Jurásico</b>	200 m.a.	80%	Erupciones masivas. Calentamiento global. Impactos de asteroides.
<b>Cretácico - Terciario</b>	65 m.a.	76%	Impactos de asteroides. Erupciones. Cambio climático.
<b>Holoceno</b>	En curso	Sin determinar	<i>Homo sapiens</i> y sus actividades

Independientemente de las causas que hayan desatado cada uno de los cataclismos mencionados anteriormente, lo realmente importante es que este tipo de eventos actúa tanto sobre especies adaptadas y no adaptadas al ambiente existente en cada momento de la historia de la Tierra, condicionando el rumbo de la evolución, obligando a comenzar la historia una y otra vez a partir de un nuevo reparto de personajes.

### **El árbol de la vida**

Desde los albores de la vida hasta el día de hoy, millones de especies han habitado este planeta y nuestro afán por clasificarlas es casi tan antiguo como la propia historia de la humanidad (Maddison, Schulz y Maddison, 2007). La representación gráfica escogida para representar la gran variedad de organismos que han pasado por nuestro planeta ha sido principalmente la de un árbol, cuya copa se ha ido expandiendo gradualmente al añadir ramas tras cada descubrimiento de nuevos taxones y en la que es posible encontrar ramas que no llegan hasta la actualidad, reflejo de taxones que se han perdido a lo largo de la historia de nuestro planeta (Archibald, 2009; Sapp, 2009; Mindell, 2013). Sin embargo, el significado de ese modelo metafórico ha evolucionado a lo largo de la historia, al ritmo de los descubrimientos científicos de cada época. Inicialmente, en los siglos XVIII y XIX, los organismos se comenzaron a agrupar simplemente en base a su similitud morfológica y funcional, por lo que los modelos del árbol de la vida no hacían referencia alguna a procesos evolutivos ni potenciales mecanismos de cambio entre las piezas del complejo rompecabezas de la vida. Años más tarde, tras la aparición de las teorías evolutivas abanderadas por ilustres científicos como Jean-Baptiste Lamarck o Charles Darwin, y posteriormente con el descubrimiento de novedosas técnicas moleculares, el significado del árbol de la vida cambiaría radicalmente, otorgando un nuevo sentido a este tipo de representaciones, que a partir de ese momento permitiría

hacer inferencias en relación a la evolución de los organismos y las relaciones filogenéticas existentes entre los mismos.

Sin embargo, si bien es cierto que el árbol ha sido durante muchos años el icono representativo de la evolución de la vida en nuestro planeta, el avance inexorable de las técnicas moleculares y la mejora en la determinación de las relaciones filogenéticas entre taxones ha dado pie a que dicho modelo quede algo anticuado. Algunas de las críticas realizadas al respecto apuntan que ese tipo de representaciones no es capaz de reflejar con exactitud la información existente en relación a la historia evolutiva de algunos de los grupos más antiguos como los procariotas (Mindell, 2013). No obstante, es preciso recordar que, como toda representación, ésta no puede ser más que una simplificación de la realidad existente.

Con el fin de mejorar la capacidad de las representaciones gráficas para reflejar lo más fielmente la realidad, una de las propuestas más recientes consiste en permitir el establecimiento de líneas que relacionen las diferentes ramas del árbol ya existentes, pasando así de una imagen tipo árbol, a una de tipo red o retícula. Dichas conexiones tendrían como fin captar procesos de hibridación o endosimbiosis, o simplemente la existencia de linajes genéticos diferentes dentro de una misma especie.

A pesar de todas las críticas que se puedan hacer a este tipo de representaciones lo que está claro es que, teniendo en cuenta la trayectoria que han descrito los mismos a lo largo de la historia, pueden ser considerados buenos modelos para representar la diversificación progresiva de la vida en el planeta, ya que este tipo de iconos metafóricos se han ido adaptando a través de los tiempos para dar cabida a los nuevos conocimientos que ha ido generando la comunidad científica. Hoy en día existe un proyecto a gran escala denominado “*Tree of Life*” cuyo principal objetivo es recopilar información fiable relativa a la biodiversidad, las características de los diferentes grupos de organismos y su historia evolutiva (Maddison, Schulz y Maddison, 2007).

### **Un matiz a tener en cuenta**

Una de las cuestiones más controvertidas desde mi punto de vista es que la información existente en la red en estos momentos parece haber sobrepasado los mecanismos de filtrado eficiente hace mucho tiempo. Por esa razón, los alumnos pueden encontrar informaciones totalmente opuestas en lo referente a una misma cuestión. Esto es preocupante si los alumnos no han desarrollado en su etapa escolar mecanismos

necesarios para poder discernir qué información es válida y cual no, o cómo diferenciar una fuente fiable de la que no lo es. Por el contrario, aquellos que hayan desarrollado este tipo de competencias, encontrarán una gran cantidad de información en la que basar sus opiniones cuando necesiten exponer sus ideas de forma bien argumentada por algún motivo en concreto, por ejemplo, durante un debate.

### **1.3. La elección del profesorado: páginas web o de papel**

Gracias a la información proporcionada tanto por mis compañeros de promoción de este máster, como a la cedida directamente por los tutores de varios centros con los que establecí contacto durante mis prácticas, he podido recopilar información acerca de los recursos que se utilizaban en un total de 13 centros educativos para impartir las clases al alumnado de Biología y Geología de ESO y Bachiller.

Del total de centros consultados, incluyendo entre ellos centros privados, concertados y públicos, aún un 92.3% de los mismos (12 centros) siguen usando libros de texto oficiales como uno de los recursos principales de los que tomar la información que se presenta al alumnado. De ellos, sólo un 33% utiliza el libro de texto como fuente de información principal, mientras que un 67% combina la información encontrada en libros de texto con la que puede hallar en internet, o información procedente de otras fuentes para crear presentaciones y apuntes propios que se ajusten más a lo que ellos consideran más adecuado para que su alumnado alcance los objetivos establecidos en un principio.

Aunque dispongo de un tamaño muestral pequeño, con las implicaciones a nivel estadístico que ello conlleva, si tenemos en cuenta la dinámica existente hace unas décadas, en la que, en la mayoría de los centros se usaba un único libro de texto como fuente de información, los datos sugieren que entre los profesores ha empezado a calar la idea de que lo más recomendable no es guiarse por un único libro de texto que nos defina el camino a seguir de forma estricta para que los alumnos alcancen los objetivos definidos por los currículos oficiales, sino que por el contrario, cada maestro debe de usar varias fuentes de información que le permita disponer de una batería de recursos más amplia para confeccionar sus propias unidades y situaciones de aprendizaje, que puedan adaptarse lo mejor posible al alumnado que constituye sus clases, de manera que éste saque el máximo provecho de su paso por el sistema educativo.

La información aportada por los docentes consultados también ha aportado otro dato curioso. En un 25% de los centros que hacían uso de libros de texto, éste quedaba

restringido sólo a algunos cursos, siempre dentro de la etapa de ESO, mientras que indicaban que usaban diferentes recursos web para confeccionar los apuntes y presentaciones para el alumnado de bachiller.

Como he descrito en el apartado anterior, la información disponible en relación a la evolución de los organismos y las extinciones masivas es simplemente desbordante e inabarcable. En estos momentos, el alumnado dispone de toda la información existente a su alcance en la red, sin embargo, hoy en día es absolutamente necesario que aprendan a filtrar la información para utilizar sólo aquella con una procedencia fiable.

Pero ¿qué pasa con los libros de texto?, ¿qué información proporcionan en relación a estos temas?. Tras haber consultado tres libros de texto actuales de la asignatura de Biología y Geología del cuarto curso de ESO (ver tabla 3), he podido ver que los temas relacionados con la evolución de los seres vivos se centran básicamente en explicar las diferentes teorías relacionadas con el origen de las especies y la evolución de las mismas y sus principales representantes, empezando por conceptos como el creacionismo, siguiendo con las teorías fijistas que apuntan que los seres vivos no han sufrido cambio alguno desde el momento de su creación, y posteriormente con las teorías evolutivas que han abogado por la existencia de cambios en los organismos a lo largo del tiempo, abordando aquí una gran variedad de conceptos, como los de catastrofismo, gradualismo, equilibrio puntuado, la herencia de caracteres adquiridos de Lamarck, la teoría de la evolución por selección natural de Darwin y finalmente la teoría Sintética de la Evolución o Neodarwinismo que aúna la selección natural y técnicas más modernas con base genética en su mayoría que pueden explicar cómo surgen las mutaciones y la variedad sobre las que luego actúan las fuerzas selectivas de la naturaleza.

Por otro lado, los libros muestran cómo han evolucionado los reinos en los que se han agrupado los seres vivos desde que se empezó a usar el sistema de clasificación taxonómica hasta la actualidad, y siempre se reserva un apartado para mostrar a los alumnos pruebas que dan soporte a la evolución y la trayectoria evolutiva del ser humano. Por último, los libros dedican un apartado a definir los distintos tipos de especiación existentes, es decir, simpátrica, parapátrica, peripátrica y alopátrica. Normalmente estos temas suelen estar relacionados con los temas de genética y mutaciones.

En cuanto a las extinciones masivas y los grandes eventos trascurridos a lo largo de la historia de la Tierra, normalmente los libros abordan en primer lugar el tiempo geológico

con sus diferentes divisiones en eones, eras, periodos y épocas, y posteriormente se dedica una parte del temario a hablar de las 5 grandes extinciones masivas, prestando especial atención a la extinción del Cretácico-Terciario, famosa por marcar el fin de la mayoría de grupos de dinosaurios. Sólo encontré una mención a la sexta extinción masiva, y ésta se encontraba limitada a una actividad secundaria, de poca importancia.

Una característica importante de los libros de texto es que, por lo general, el contenido del que se componen se va desfasando de la actualidad a gran velocidad, por lo que rara vez ofrecen temas innovadores y recientes que permitan al alumnado encontrar una relación inmediata entre lo que aprenden en el centro educativo y lo que viven a diario. Precisamente por eso, es tan importante hacer uso de varias fuentes de información para crear programaciones, unidades y situaciones de aprendizaje que permitan al alumnado contar con la información más actualizada posible, de modo que lleguen a ser ciudadanos lo mejor informados posible a la vez que desarrollan las competencias y adquieren los conocimientos necesarios para lograr una formación integral a medida que avanzan por el sistema educativo.

Tabla 3. Relación de libros de texto consultados para determinar el contenido actual relacionado con las extinciones y el árbol de la vida en la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO

Editorial	Fecha de consulta
Anaya	Abril de 2019
Edebe	Mayo de 2019
Santillana	Mayo de 2019

#### **1.4. El eslabón clave: ¿Qué ideas tiene el alumnado?**

El cuestionario que se hizo llegar a los alumnos de los dos centros educativos en los que llevé a cabo situaciones de aprendizaje me permitió extraer cierta información acerca de las ideas que éstos tenían *a priori* con respecto a los eventos de extinción masiva y el árbol de la vida.

En primer lugar, analizando las respuestas del alumnado en su conjunto, es decir, independientemente del centro del que formaran parte, queda claro que, a pesar de que en algún momento se han visto expuestos a información relativa a los dos temas mencionados, en su mayoría carecen de ideas claras al respecto, mostrando una mezcla considerable de conceptos que se vio claramente materializada en la respuesta a la primera

pregunta de desarrollo, en la que se les preguntaba a los alumnos por el número de extinciones masivas ocurridas durante la historia de la vida en la Tierra y los años transcurridos desde el último evento de esas características. Un alto porcentaje del alumnado del CEPA (58.3 %) admitió no conocer las respuestas a estas preguntas, mientras que el resto del alumnado del centro contestó a las mismas, aunque de forma errónea. En el colegio Nuestra Señora del Buen Consejo, la totalidad del alumnado contestó las preguntas, sin embargo, sus respuestas también fueron erróneas en un alto porcentaje de los casos (83.3 %), contando con tan sólo 4 respuestas totalmente correctas. Algunas de las respuestas pusieron de manifiesto que el alumnado tiene interiorizada la idea de que las extinciones masivas son eventos con un gran impacto a escala planetaria, pero confunde los propios eventos con sus causas e incluso con otros conceptos que comparten el impacto abrumador sobre la vida en el planeta, tal y como se puede ver en la siguiente respuesta de un alumno del colegio Ntra. Sra. Del Buen Consejo:

*“Ha habido 5 eventos de extinción, del Big-Bang y otro de ellos la glaciación a cambios en la atmósfera terrestre”.*

Otro dato que es posible entresacar de las respuestas dadas a esta primera pregunta de desarrollo es el hecho de que el alumnado no termina de asimilar el concepto de tiempo geológico. Esta afirmación se desprende de algunos rangos temporales dados por el alumnado en relación al lapso de tiempo transcurrido desde el último evento de extinción masiva. Así, por ejemplo, aunque en ciertos casos los discentes acertaron incluso con el periodo en que ocurrió la última extinción masiva, otros ofrecieron valores totalmente erróneos, llegando a afirmar que el último evento había tenido lugar hace 1400 años.

Si bien, los datos mejor asimilados por el alumnado estuvieron relacionados con que la última extinción masiva tuvo lugar hace unos 65 millones de años, que dicho evento estuvo producido mayormente por el impacto de un meteorito de dimensiones considerables, y que entre la fauna extinguida en ese caso se encontraban los dinosaurios, la información relativa al momento en el que ocurrieron los demás eventos de extinción y otros detalles relevantes en relación a los mismos, parecen perderse en una nebulosa de ideas inconexas que en ocasiones pueden tener cierta relación con los temas aquí tratados mientras que en otros casos no. Por ejemplo, si tomamos como referencia la siguiente respuesta:

*“No sabría contestar, la extinción del rinoceronte blanco”.*



vemos que esta alumna en concreto maneja una cierta información en relación a las extinciones que tienen lugar en nuestro planeta, ya que los rinocerontes se encuentran gravemente amenazados en la actualidad y algunas poblaciones y especies han terminado por extinguirse, sin embargo, no tiene del todo claro lo que implica el concepto de extinción masiva.

Para mi sorpresa, un solo alumno de los 36 (2.7 %) que pasaron el test hizo mención en esta respuesta al sexto evento de extinción masiva que estamos viviendo actualmente:

*“El número exacto de eventos de extinción lo desconozco. Hoy en día se están extinguiendo constantemente especies debido a la actividad humana, así que, si aún no se ha considerado como evento de extinción masiva, es muy probable que en un futuro no muy lejano sea así”.*

Este bajo porcentaje parece indicar que la pérdida de especies y los demás problemas medioambientales actuales no son percibidos como el motor de un potencial evento de extinción masiva por el alumnado de este rango de edad, al menos antes de acabar el 4º curso de ESO, donde se abordan estos conceptos científicos.

El análisis de la segunda pregunta de desarrollo, que planteaba al alumnado si opinaban que el ser humano era capaz de provocar sexta extinción masiva en base a su comportamiento, nos reveló que, si bien los discentes no identifican *a priori* la realidad actual con un evento de extinción masiva, cuando se les pregunta expresamente si creen que las acciones desempeñadas por el hombre pueden dar pie a una catástrofe planetaria de esta índole, casi la totalidad de los encuestados respondieron afirmativamente (86.1 %), y los únicos 5 casos en los que no se manifestaron a favor de esta idea, el alumnado no contestó la pregunta. Así pues, los estudiantes parecen ser conscientes de los problemas ambientales derivados de nuestro comportamiento, tal y como reflejaron en sus respuestas haciendo mención a fenómenos como la contaminación de diverso tipo (marina con plásticos y vertidos, atmosféricas con la emisión de gases como el  $CO_2$ , acumulación de residuos), el calentamiento global, la caza de animales, el tráfico de especies, la sobreexplotación de recursos, destrucción de hábitat, etcétera.

Uno de los aspectos más relevantes a destacar entre las respuestas aportadas por los estudiantes, es que, en algunos casos, la reflexión les ha conducido a darse cuenta de que los problemas causados por los humanos no sólo ponen en peligro a las demás especies del planeta, sino que en última instancia acabará incluso por comprometer la

supervivencia de nuestra especie, como queda reflejado en la siguiente respuesta de un alumno del colegio Ntra. Sra. del Buen Consejo:

*“Seguramente, ya que tal y como va la sociedad hoy en día, estamos poniendo en riesgo nuestra salud, y la salud de otras especies. Por ello, si no hacemos un cambio desde ya, hasta nosotros moriremos”.*

Otra de las respuestas dadas a esta cuestión también nos permite detectar que, parte del alumnado identifica que, el problema no es solo los cambios que están teniendo lugar, sino la velocidad desmesurada a la que están ocurriendo:

*“Ya que actualmente el mundo está sufriendo una grave contaminación y cambio climático que puede acabar con muchas especies y que como siga así lo acabara haciendo, porque a los animales no les está dando tiempo de adaptarse”.*

Una vez más, el grado de desarrollo de las respuestas fue muy diferente entre ambos centros, mostrando una mayor complejidad en el caso del alumnado del colegio Ntra. Sra. del Buen Consejo en comparación con las proporcionadas por los discentes del CEPA Comarca Nordeste. Para poner ejemplos de ambos tipos de respuestas a continuación se muestran dos de las respuestas más elaboradas de cada uno de los centros educativos:

#### CEPA Comarca Nordeste

*“Por supuesto, por ejemplo, los polos de la Tierra se están descongelando, y fauna que no es marina se está quedando sin espacio. Las temperaturas tampoco son las mismas. Y miles de especies, tanto acuáticas como terrestres se están viendo gravemente afectadas. Ésto solo es un ejemplo de muchas de las cosas que le estamos haciendo a nuestra madre Tierra”.*

*“Sí, porque no cuidamos nuestro planeta”.*

#### Colegio Ntra. Sra. del Buen Consejo

*“Como mencioné con anterioridad, es muy probable que si seguimos como hasta ahora: si no reducimos nuestros deshechos plásticos, si no dejamos de contaminar las aguas, si no reducimos las emisiones, si no dejamos de usar combustibles fósiles, si los países no ponen su granito de arena, el cambio climático actúe aún con más fuerza. Por supuesto creo que el ser humano puede provocar otro evento de extinción masiva, de hecho, esto*

*ya está pasando día a día, pero con el tiempo y si no cambiamos nuestra actitud, empeorará”.*

*“Sí, solo con la contaminación que estamos provocando, se podría dar la extinción de miles de especies, por ejemplo, en el mar, llenamos los mares y océanos de plástico y como consecuencia miles de peces mueren, otro ejemplo es la contaminación en el aire por los gases que emitimos a través de los medios de transporte, como coches, trenes.... también contaminamos el aire con las industrias fábricas, etc. Por ello creo que podríamos provocar otro evento de extinción masiva”.*

Como es posible apreciar, parece que, en el caso del alumnado del CEPA, las respuestas se han emitido, por lo general, de forma rápida, sin que haya habido un proceso de razonamiento previo sobre las posibles alternativas de respuesta. Estos resultados podrían reflejar una menor costumbre de dar respuestas razonadas a las preguntas planteadas. Esto podría deberse a la dinámica implementada de resolución de exámenes tipo test a través de plataformas virtuales, una práctica extendida en este tipo de centros en los que el alumnado en muchos casos es tutorizado a distancia y no tiene la obligación de asistir a las clases.

Por último, la comparación de la media de aciertos con respecto a las preguntas tipo test del cuestionario (media  $\pm$  1 error estándar: CEPA Comarca Nordeste: 10.16667  $\pm$  1.0929064, n = 12; Ntra. Sra. del Buen Consejo: 12.04167  $\pm$  0.6240331, n = 24) reveló que las diferencias encontradas entre los centros no fueron significativas (t = -1.602, g.l. = 34, p-valor = 0.1184). Siendo conscientes de los bajos tamaños muestrales en base a los que se ha llevado a cabo el estudio, los resultados del test deben ser interpretados con precaución, recomendando una futura repetición del mismo, no sólo para aumentar el tamaño muestral, sino para tratar de lograr que las muestras sean más balanceadas. No obstante, es posible detectar ciertas tendencias generales en la muestra analizada. En general, las respuestas a las preguntas del test parecen indicar que los alumnados de ambos centros parecen tener ciertas ideas con respecto a los eventos de extinción y la evolución de los organismos, pero esas ideas no se están correctamente asentadas y tienden a mezclarse con otros conceptos con los que se pueden relacionar de forma fácil.

Por tanto, parece ser absolutamente necesario que se aborden estos conocimientos en el cuarto curso de ESO si queremos tener una población que domine ciertos aspectos básicos relacionados con la biología, pues no debemos olvidar que, éste será el último curso para

muchos de los estudiantes en el que tendrán contacto directo con esta materia, determinando así en gran medida el nivel de conocimientos científicos que tendrán en el futuro como ciudadanos.

## ***Bloque 2: Definiendo las bases para el cambio***

### ***2.1. Profundizando en conceptos básicos***

#### **Aprendizaje significativo: empecemos la casa por los cimientos**

Seguramente en más de una ocasión te hayas planteado algunas de las preguntas clave en torno al proceso de aprendizaje, es decir, ¿cómo aprendemos?, ¿cuánto podemos aprender?, ¿qué factores influyen en nuestro proceso de aprendizaje?, y sobre todo, si en ocasiones nos cuesta tanto aprender nuevos conceptos e ideas, ¿por qué las olvidamos con paso del tiempo?. El concepto que subyace a las respuestas de éstas y otras preguntas similares es el de aprendizaje significativo (ver Ausubel, 1963, 1968, 1983, Moreira, 1987). Pero ¿cuál es el significado de esta expresión? y sobre todo, ¿por qué consideramos tan necesario este tipo de aprendizaje?.

Un proceso de aprendizaje se considera significativo cuando los contenidos o ideas a aprender se relacionan de un modo no arbitrario y sustancial con conocimientos previos que ya posee el alumno (Ausubel, Novak y Hanesian 1983). Esta definición tiene varias implicaciones para los docentes.

En primer lugar, implica que, si queremos que el alumno aprenda de forma significativa, es absolutamente imprescindible determinar los conocimientos previos sobre el tema que pueda tener, conocimientos que se usarán como base para afianzar la nueva información.

En segundo lugar, se dice que la conexión con elementos previos no puede ser arbitraria, es decir, que los puntos que elijamos como anclaje deben tener una importancia especial y una relación más fuerte con la nueva información que pretendemos incorporar a nuestro conocimiento. Si esto se cumple, los nuevos contenidos adquieren un significado y se integran de forma eficaz en la red de conocimientos del alumno, también conocida como estructura cognitiva, reforzándola de forma progresiva a medida que ésta se expande. Para establecer un símil que nos ayude a entenderlo mejor debemos imaginar una red de pesca. Si añadimos un nuevo hilo a la misma sin anclarlo a los puntos adecuados, es fácil que

este nuevo hilo se desprenda y se pierda. Sin embargo, si en lugar de añadir el hilo de cualquier forma, entretejemos los nuevos hilos con hilos ya existentes en la misma, es más difícil que esos nuevos hilos se desprendan y a medida que vamos añadiendo hilos vamos reforzando la red original.

Por último, se dice que, para poder hablar de aprendizaje significativo, no sólo se deben dar conexiones con las ideas previas, sino que se produce modificación y evolución de la estructura cognitiva a medida que se añaden los nuevos conocimientos. Si volvemos a pensar el ejemplo de nuestra red de pesca, cada vez que añadimos nuevos hilos a la misma estamos transformando la red original, por lo que se puede decir que ésta va evolucionando a lo largo del tiempo.

Según Ausubel, Novak y Hanesian (1983), para que se de este tipo de aprendizaje en la escuela es necesario que se cumplan otro requisito clave: que el alumno esté predispuesto a relacionar nuevos contenidos con ideas previas. Para lograr esto, los docentes deben asegurarse de dos cosas antes de desarrollar su labor educativa. En primer lugar, deben conocer el punto de partida en que se encuentra cada uno de sus alumnos para determinar cuál es la base con suficiente solidez sobre la que se puede empezar a construir. Y, en segundo lugar, deben disponer de las herramientas metodológicas y recursos que le permitan plantear situaciones de aprendizaje que atraigan al alumnado y lo predispongan a aprender de forma continua.

### **Alfabetización científica: hagámosle un sitio a la ciencia en el saber popular**

La enseñanza de conocimientos científicos durante la etapa escolar tuvo en sus orígenes una finalidad meramente propedéutica, es decir, que sólo se enseñaban con el fin de preparar un terreno sobre el que podrían construir aquellas personas que más tarde se dedicaran a labores científicas (Acevedo Díaz, 2004). Sin embargo, con el paso del tiempo, y pese a contar aún con muchos problemas para lograr un cambio educacional, multitud de países han llevado a cabo reformas para que la formación científica de la población tenga una mayor funcionalidad desde las etapas escolares (Gil y Vilches, 2001).

El concepto de “alfabetización científica” tiene sus orígenes en los Estados Unidos de América, durante la década de los años cincuenta, momento en el que el avance de la Unión Soviética en la carrera aeroespacial activó un sentimiento de inferioridad científica

y tecnológica, y la consecuente preocupación al respecto en el pueblo norteamericano (Acevedo Díaz, 2004). Sin embargo, pese a haber transcurrido más de medio siglo desde aquel momento, y habiendo existido numerosos intentos de establecer una definición general para este concepto, el objetivo parece ciertamente imposible de lograr dada la complejidad de matices que se contemplan al respecto (Acevedo Díaz, Vázquez Alonso y Manassero Mas, 2003; Acevedo Díaz, 2004; Sabariego y Manzanares, 2006 y referencias allí citadas).

Con ánimo de intentar simplificar las explicaciones, de modo que cualquier lector que accediese a este documento pudiese hacerse una idea simplificada de a qué nos referimos en educación a través de dicha expresión, podría simplemente decirse que la alfabetización científica consiste en tratar de conseguir que la mayor parte de la población domine conceptos y procedimientos básicos relacionados con las ciencias y la tecnología que les permitan afrontar con seguridad múltiples situaciones de la vida cotidiana, como la resolución de problemas con base científica, participar de forma activa en la toma de decisiones sobre asuntos públicos tecnocientíficos, ser capaces de valorar el papel de la ciencia en nuestras vidas, encontrar la motivación que impulse el desarrollo de las carreras de nuevos científicos y en definitiva, llegar a entender que la ciencia es parte de la cultura de nuestro tiempo.

Una programación destinada a la educación ciudadana en materias de ciencia y tecnología de forma comprensiva y equitativa durante la etapa escolar es especialmente relevante para nuestra sociedad desde una gran variedad de puntos de vista, por ejemplo, para dotar a los futuros ciudadanos de cualidades que les permitan incorporarse al mundo laboral, para seducir al alumnado y mostrarle la realidad sobre multitud de fenómenos que los rodean, para lograr la satisfacción de curiosidades personales, para abrir paso a la cultura y como ya he mencionado antes, para desencadenar vocaciones científicas que tengan como desenlace la formación de científicos que nos permitan continuar avanzando en el desarrollo de nuestro conocimiento (Aikenhead, 2003).

Por tanto, antes de poder plantearnos qué tipo de metodología es mejor para lograr un aprendizaje significativo por parte de nuestro alumnado, hemos de tener claro que primero debemos crear conciencia de la utilidad de la ciencia y debemos crearle un hueco en la cultura y en nuestra vida diaria. Según Kemp (2002), el proceso de alfabetización científica no sólo tiene componentes conceptuales y procedimentales, sino que también tiene una dimensión afectiva, es decir, que también es preciso desarrollar una atracción

por la ciencia, siendo esta última dimensión el elemento clave para evitar la falta de motivación y la pérdida de vocaciones científicas entre las nuevas generaciones (Fourez, 2002; Sjøberg, 2003).

Pero ¿qué enfoque podemos seguir para cumplir con este propósito?. Miremos nuestro objetivo bajo el prisma de la mente de un adolescente. Quizás la respuesta sea abordar el proceso de inmersión en la cultura científica como un nuevo reto para ellos, haciéndoles partícipes de un proceso de investigación controlada y haciéndoles entender que, en ciencia, todo conocimiento alcanzado está sujeto a la posibilidad de cambio si encontramos evidencias que nos conduzcan a ello. Los alumnos en etapa escolar se transformarían así en científicos que mediante la resolución de problemas ayudarían a construir su propio conocimiento. Lo que se estudie tendrá una utilidad clara, y estaremos contribuyendo a una difusión real y equitativa del conocimiento en lugar de acumular conocimientos sin función alguna para generar una supuesta élite científica en el futuro. Pero para ello será necesario aplicar una serie de criterios a nuestra programación educativa de modo que logremos desarrollar un cuerpo teórico que facilite el proceso. Según Cajas (2001) dos pasos básicos para comenzar esta andadura serían (i) disminuir la cantidad de contenidos científicos a abordar durante esta etapa, restringiéndonos a los estrictamente necesarios, y (ii) resaltar la relevancia de lo que se enseña con respecto a su utilidad diaria, reforzando las conexiones con otros conocimientos que los alumnos ya puedan haber interiorizado con anterioridad.

### **En esencia, la clave es entendernos: CPC y transposición didáctica**

Hasta ahora hemos hecho hincapié en el tipo de conocimiento que queremos lograr y la necesidad de formar al alumnado en materia científica para que dispongan de herramientas que les permitan afrontar multitud de situaciones en su vida cotidiana, sin embargo, hay un paso que resulta decisivo para alcanzar dicha meta: que el profesorado sepa transmitir el conocimiento al alumnado.

Imaginemos un país que invierte una gran suma de dinero en formar al mejor especialista en una materia en concreto a través de cursos, asistencia a congresos, contratos laborales, etcétera. Sin embargo, cuando se le pide a ese profesional que comunique a otros todo lo que ha aprendido, descubren que éste no puede hacerlo porque sólo sabe comunicarse a través de un idioma que los aprendices desconocen. La inversión inicial habría sido en

vano y la transmisión de conocimiento habría sido infructuosa. Este ejemplo metafórico puede parecer un tanto exagerado, pero ha estado ocurriendo en nuestras aulas, y fuera de ellas, a lo largo de mucho tiempo.

Por tanto, otro de los pasos previos a poder plantearnos qué currículo deben dominar nuestro alumnado es saber si somos capaces de transmitirles el conocimiento de una forma que lo puedan asimilar, y a través de un canal y un código que ellos comprendan. Para ello antes debemos conocer la esencia de aquello que queremos transmitir, saber escoger el conocimiento que será comprensible y útil para nuestro alumnado teniendo en cuenta, como ya he dicho en secciones anteriores, su punto de partida y saber moldear dicho conocimiento para que sea asimilable para los estudiantes. Para explicar este proceso, que puede parecer obvio a primera vista, es necesario que profundicemos en dos conceptos cuyas definiciones, como pasa con la mayoría de ideas relevantes, generan gran controversia en la comunidad de profesionales que los estudian: transposición didáctica y contenido pedagógico del conocimiento (Gómez Mendoza, 2005; Parker y Oliver, 2008)

El término transposición didáctica surgió a mediados de la década de los setenta, sin embargo, fue Yves Chevallard años más tarde quien retomó la idea y profundizó en la misma (Chevallard, 1985). Para comprender la definición de este concepto debemos descubrir en primer lugar de qué elementos consta.

Por un lado, encontramos el “saber sabio”, es decir, aquel adquirido por los especialistas en una materia tras un largo proceso de estudio sobre la misma. Si pensamos en nuestra sociedad, existen multitud de equipos científicos que desarrollan su labor investigadora en torno a una miríada de temas diferentes. Todos ellos se encargan de profundizar en el desarrollo de sus respectivas áreas, generando nuevos conocimientos al respecto de forma constante. Pero toda esa información debe ser adecuadamente procesada antes de ser comunicada al resto de la población que posee, por lo general, unos conocimientos más someros en materia científica.

Por otro lado, encontramos lo que se conoce como “saber enseñado” o “saber escolar”, es decir, aquellos conocimientos que se han escogido para ser transmitidos al alumnado que formará una parte esencial del entramado social a medio plazo. Una vez definidos los tipos de saberes que junto a los docentes y el alumnado conforman el sistema didáctico (Chevallard, 1985), podemos decir que el concepto de transposición didáctica hace



referencia al proceso de transformación de una parte de saber sabio en un objeto didáctico apto para la enseñanza, así como también se refiere a la distancia existente entre los dos tipos de saberes (Chevallard, 1985; De Faria Campos, 2006). Ese proceso de reconstrucción o transformación adaptativa del saber se puede a su vez dividir en varias partes. Por un lado, lo que se denomina transposición externa, que se lleva a cabo por parte de la comunidad científica cuando se prepara un conocimiento para llevarlo al aula, e implica la descontextualización, la deshistorización y la destemporalización del conocimiento. Y, por otro lado, la transposición interna del concepto que se lleva a cabo directamente en las aulas, aumentando aún más la distancia existente entre el conocimiento especializado y los conocimientos que se difunden cotidianamente en la escuela (De Faria Campos, 2006).

La definición del CPC, o PCK, fue introducida en el entorno educativo a mediados de los años ochenta (Shulman, 1986). Por aquel entonces fue descrito como una sección del conocimiento para la educación resultante de la interacción entre el conocimiento disciplinar de la materia y el conocimiento didáctico, que permitía llevar a cabo la transformación de fragmentos del conocimiento puro en formas más comprensibles que pudiesen ser asimiladas por el alumnado (Shulman 1987; Park y Oliver, 2008; Parga Lozano y Mora Penagos, 2014). En la actualidad se sigue considerando uno de los tipos de conocimientos o habilidades fundamentales que un profesional de la enseñanza debe poseer (Abell, 2007; Vergara Díaz y Cofré Mardones, 2014), hasta el punto haberse llegado a sugerir que cuando mayor sea el nivel de CPC, mayor será la habilidad del profesorado para propiciar el proceso de aprendizaje en los alumnos (Abell, 2007).

El CPC está compuesto a su vez por varios tipos de conocimiento sobre (i) la estrategia de enseñanza del contenido específico, (ii) sobre el nivel de comprensión que tienen los estudiantes sobre dicho contenido, (iii) sobre las formas de evaluar el mismo y (iv) sobre las metas y objetivos para la enseñanza de un contenido según el plan de estudios (Abell, 2008), y todos estos componentes se integran para poder llevar a cabo el proceso de enseñanza (Lee y Luft, 2008).

Lo que parece estar claro actualmente, es que, dado que se trata de un tipo de conocimiento necesario para ser capaz de idear nuevas formas de expresión inteligibles sobre los contenidos que se presentan al alumnado, el CPC se desarrolla a medida que los profesores van aprendiendo al respecto como fruto de la exposición a los diferentes casos y contextos educativos a los que se enfrenten a lo largo de su carrera profesional.

## **2.2. Aprendizaje Basado en el Pensamiento: “Piensa bien y acertarás”**

### **“Uno para todos, y todos para uno”: utilizando el pensamiento de principio a fin**

Como se ha venido apuntando desde un principio, la educación tiene como objetivo que el alumnado adquiera conocimientos conceptuales, actitudinales y procedimentales que tengan una utilidad para el mismo más allá de su etapa escolar, no obstante, en ocasiones la realidad parece indicarnos que el foco no se ha centrado en el conocimiento relevante para los estudiantes. Pensemos brevemente en dos ejemplos para ilustrar esta idea.

Muy probablemente la mayoría de los lectores de este trabajo de fin de máster tuviesen que aprenderse los principales ríos que cruzan la Península Ibérica o la lista básica de integrales y derivadas, e igual de probable es que la mayoría de ellos no recuerde en absoluto nada de lo aprendido en aquel entonces. La explicación que subyace a este fenómeno, tan común entre los estudiantes como la necesidad de respirar, es que realmente esos conocimientos simplemente se memorizaron temporalmente debido a las rutinas de repetición que se llevaron a cabo. Sin embargo, al término de la etapa escolar, y dado que, para la mayoría de la gente, esos datos representan acúmulos de información sin una utilidad aparente más allá que la mera cultura general, dicha información desaparece progresivamente de nuestra memoria ‘RAM’ dado que no hemos tenido la necesidad de volver a utilizarla desde el momento en que la vimos por primera vez (Atkinson y Shiffrin, 1968).

Por otro lado, seguro que, si recapitulamos, descubriremos que hemos tenido que tomar decisiones desde que éramos muy pequeños hasta hace unos pocos minutos. Sin embargo, la metodología a seguir para aprender a tomar decisiones correctas no se incluye, por lo general, entre los contenidos a alcanzar por el alumnado para considerar que ha habido un progreso tras el paso por el sistema educativo.

Paradójicamente, se ha centrado el foco de intervención educativa en la adquisición de conocimientos menos relevantes y de durabilidad efímera, en lugar de optar por formar a los estudiantes en cuestiones tan básicas y transcendentales como la toma eficaz de decisiones. Quizás deberíamos plantearnos si realmente hemos sabido determinar en qué tipo de conocimientos vale la pena invertir tiempo de aprendizaje (Hough, 2015).

En este sentido, incluso grandes académicos de nuestro tiempo se cuestionan la utilidad de los contenidos que tradicionalmente hemos tenido que aprender. Así, por ejemplo, David Perkins, escritor y doctor en matemáticas e inteligencia artificial por el MIT, nos relata en uno de sus múltiples videos sobre aprendizaje significativo cómo pudo poner de manifiesto esta realidad en una de sus conferencias a través de un par de preguntas sencillas a los asistentes. La primera pregunta de la secuencia era: “¿cuántos de los aquí presentes tuvieron que estudiar la ecuación cuadrática?”. Ante esta pregunta la mayoría de los asistentes levantó su mano. En segundo lugar preguntó: “de ustedes, ¿cuántos han vuelto a usarla después de la etapa escolar?”. El número de manos levantadas fue mucho menor en ese caso. Para finalizar, realizó una tercera pregunta: “¿cuántos de ustedes la han vuelto a usar después de la etapa escolar, en un contexto que no fuese el académico?”. En ese caso, tan sólo quedaron un par de manos alzadas. Las respuestas obtenidas por D. Perkins a esta simple batería de preguntas sirve como prueba de que quizás no hayamos sabido definir los contenidos sobre los que deberíamos invertir una mayor parte de nuestro tiempo de aprendizaje por tener una utilidad transversal para la mayoría de integrantes de una sociedad.

Pensar es una actividad casi tan antigua como el ser humano, sin embargo, el enfoque del sistema educativo en el correcto desarrollo del pensamiento es un asunto bastante más reciente (Swartz, Costa, Beyer, Reagan y Kallick, 2008). El Aprendizaje Basado en el Pensamiento (Thinking-Based Learning en inglés) es un tipo de metodología que aboga por centrar los esfuerzos educativos en lograr que el alumnado sea capaz de pensar, razonar y reflexionar de una forma eficaz (Swartz, 1987; Swartz et al., 2008; Wilson y Conyers, 2016).

Este tipo de aprendizaje es extremadamente útil y necesario para todos los estudiantes, ya que con independencia de las variaciones que puedan existir entre unas personas y otras, todas nos veremos forzados a tomar decisiones y resolver problemas a lo largo de nuestras vidas, por lo que parece lógico que destinemos tiempo de nuestra etapa escolar a profundizar en la manera correcta de llevar a cabo esas funciones, tal y como se ha realizado ya en varios países del mundo (McGuinness, 2005), contando en estos momentos con estudios que arrojan resultados muy favorecedores para apoyar el uso de esta metodología (Barak, Ben-Chaim y Zoller, 2007).

## **El pensamiento eficaz**

En primer lugar, es necesario explicar qué se entiende por pensamiento eficaz, es decir, qué tipo de pensamiento pretendemos desarrollar aplicando este nuevo enfoque educativo. El pensamiento eficaz es aquel tipo de pensamiento que realmente nos permite comprender el mundo que nos rodea y que implica la aplicación planificada, coherente y estratégica de una serie de acciones mentales, reflexionando sobre cada uno de los pasos seguidos en el proceso y basándonos en el conocimiento del que disponemos para poder llevar a cabo actos meditados de toma de decisiones, resolución de problemas, argumentaciones y otra serie de acciones que requieren de un punto de vista crítico y creativo.

Pero, ¿de qué elementos se compone ese tipo de pensamiento?, ¿qué piezas debemos colocar a lo largo del proceso educativo para poder ver finalmente la imagen de este puzle?. Tres son los elementos básicos a trabajar para desarrollar el pensamiento eficaz (figura 1): (i) las destrezas de pensamiento, (ii) los hábitos mentales y (iii) el proceso de metacognición (Costa y Kallick, 2000; Reed Geerstsens, 2003; Swartz et al., 2008; Hashim, Ali y Shemsudin, 2017).

En primer lugar, las destrezas de pensamiento hacen relación a la utilización la serie de acciones reflexivas apropiadas para resolver un tipo de ejercicio de pensamiento determinado. Existen varias maneras de clasificarlas, pero lo más común es encontrarlas clasificadas en tres tipos principalmente: (a) destrezas relacionadas con la generación de ideas, (b) destrezas relacionadas con la clarificación de ideas preexistentes y (c) destrezas para determinar cómo de



Figura 1. Elementos clave para desarrollar el pensamiento eficaz

razonable es una idea preexistente. En la tabla 4 se puede observar una clasificación más detallada de los subtipos de actividad englobados por cada una de estas variantes.

En segundo lugar, se definen como hábitos mentales a aquella serie de pautas o acciones que posibilitan el desarrollo de conductas reflexivas y productivas relacionadas con el hecho de pensar, por ejemplo, perseverar en el intento de lograr un pensamiento crítico y argumentado, controlar la impulsividad evitando que los sentimientos condicionen en gran medida la toma de decisiones, abogar por la exactitud y precisión de los datos aportados, etcétera.

Por último, un elemento clave para el desarrollo de una capacidad de pensamiento eficaz es la metacognición (Flavel, 1979). Este término se podría definir como “pensar sobre el nuestro pensamiento”, es decir, llevar a cabo una reflexión sobre los pasos que hemos dado teniendo en cuenta cuál era nuestro objetivo y el camino que hemos transitado para alcanzarlo, intentando continuamente determinar si los pasos dados han sido correctos, o si por el contrario se podrían mejorar la próxima vez que nos enfrentemos a una situación de este tipo.

Tabla 4. Clasificación detallada de los tipos de destrezas de pensamiento

<b>Tipo de destreza de pensamiento</b>	<b>Dinámicas que agrupan</b>
<b>Destrezas de generación de ideas (de pensamiento creativo)</b>	<b>Generación de posibilidades</b> (modificar ideas, crear nuevas ideas, detallar ideas, etcétera) <b>Creación de metáforas</b>
<b>Destrezas para clarificar ideas (de análisis)</b>	<b>Analizar ideas</b> (compara / contrasta, clasificación / definición, las partes / el todo, secuenciación de ideas) <b>Analizar argumentos</b> (buscar razones / extraer conclusiones, descubrir asunciones)
<b>Destrezas para evaluar la razonabilidad de una idea (de pensamiento crítico)</b>	<b>Evaluar información básica</b> (precisión de una observación, fiabilidad de las fuentes) <b>Inferencia</b> (uso de evidencias (explicación causal, predicción, generalización, razonamiento por analogía, etcétera); deducción (razonamiento condicional))

## **Infusionando el Aprendizaje Basado en el Pensamiento**

*“El hombre es el único animal que tropieza dos veces en la misma piedra”*. Este refrán popular pone de manifiesto lo proclive que es la especie humana no sólo a cometer errores, sino también a repetirlos a lo largo del tiempo. Una gran parte de esos errores estarán sin duda causados por no haber pensado correctamente sobre el problema que teníamos ante nuestros ojos. Aunque *a priori* pensar parece una actividad trivial, hacerlo de forma eficiente es una tarea ardua que nos sobrepasa en muchas ocasiones. Aprender a pensar de forma eficiente es similar a una carrera de obstáculos. Requiere un entrenamiento constante que nos permita interiorizar la técnica y superarnos de manera progresiva. Un proceso tan complejo no puede ser aprendido por los estudiantes mediante sesiones expositivas, ni tampoco se puede confiar en que el aprendizaje de este tipo de pensamiento se lleve a cabo por descubrimiento. La única manera de interiorizar la forma de llevarlo a cabo es mediante la práctica, y existen varias maneras de hacerlo. Por un lado, se puede practicar a lo largo de la propia vida, a base de una dinámica de ensayo - error, con las potenciales consecuencias negativas que pueda acarrear la toma de malas decisiones o la incapacidad para resolver problemas. Por otro lado, los estudiantes pueden aprender a pensar de manera eficaz durante su etapa escolar, usando a los docentes como guías en ese proceso de entrenamiento, tanto durante las clases (Swartz, 1987; McGuinness, 1999; Kirkwood, 2000; Abdel-Hafez, 2013) como a través de actividades extraescolares (Hashim et al., 2017).

### ***“Una imagen vale más que mil palabras”*: usando herramientas para plasmar el pensamiento.**

Esta metodología cuenta con dos elementos clave que nos permiten visualizar los pasos que seguimos a lo largo de nuestro proceso de pensamiento. A efectos prácticos estos elementos hacen las veces de lienzo sobre el que pintar un proceso abstracto que hasta ahora no se podía plasmar de forma gráfica y comprensible para que los alumnos pudiesen reflexionar sobre el mismo. El primero de esos dos elementos son las rutinas de pensamiento. Como ya he mencionado en las secciones anteriores, desarrollar un pensamiento eficaz implica planificar cuidadosamente una secuencia de pasos a seguir. Las rutinas de pensamiento son conjuntos de preguntas establecidas por el docente a modo de guía para que los alumnos puedan cumplir con el objetivo sin saltarse ninguno de los pasos clave. Cada tipo de destreza de pensamiento tiene asociadas una serie de preguntas básicas que deben ser respondidas para poder lograr desempeñar la función deseada de

forma eficaz, tal y como muestra el ejemplo de la figura 2a. Pero para que los alumnos vean materializarse el proceso reflexivo que han seguido, el elemento perfecto son los organizadores gráficos. Se trata simplemente de representaciones o esquemas en los que se va dando cabida a cada uno de los pasos del proceso de pensamiento. La figura 2b es un ejemplo de organizador gráfico para la actividad “compara y contrasta”.

a.

### Resolución reflexiva de problemas

1. ¿Cuál es el problema?
2. ¿Qué causa el problema?
3. ¿Posibles soluciones?
4. ¿Qué resultados obtenemos aplicando cada opción?
5. ¿Qué opción es la mejor? ¿Por qué?

b. **Compara y contrasta**

Concepto A		Concepto B	
¿En qué se parecen?			
¿En qué se diferencian con respecto a ...?			
	Característica A		
	Característica B		
	Característica C		
Conclusión			

Figura 2. Elementos clave para guiar el proceso de adquisición del pensamiento crítico: (a) mapa o rutina de pensamiento para llevar a cabo la resolución de problemas de manera reflexiva; (b) organizador gráfico que permite materializar los pasos dados durante el proceso de pensamiento

### Trabajo en equipo: el mejor entorno para el aprendizaje

Dado que la puesta en marcha del binomio acción-reflexión es esencial para avanzar en el proceso de aprendizaje en esta metodología, el trabajo grupal se presenta como una solución para sacar el máximo beneficio a esta herramienta educativa. Es por ello que, aunque cada alumno debe aprender a reflexionar de manera individual sobre la trayectoria que sigue, la exposición de ideas en grupo, que trae aparejada la confrontación de puntos de vista alternativos, las discusiones argumentadas de las distintas posturas, y la negociación hasta alcanzar un acuerdo sobre los resultados a comunicar en relación a cada enigma planteado, potencia en mayor medida la adquisición de competencias básicas y a la vez que cimienta el pensamiento crítico de los alumnos implicados en este tipo de actividades. Además, otro de los objetivos que pretendemos conseguir es lograr una clase más inclusiva en la que se atiendan los requerimientos de todos los alumnos por igual. El

tutor puede involucrar a los estudiantes en este objetivo, haciendo que unos alumnos ayuden a otros a adquirir los conocimientos y competencias básicas. Para ello, podemos explotar la zona de desarrollo próximo de los alumnos, definida por Vygotsky como “la distancia entre el nivel de desarrollo real (determinado por la resolución independiente de problemas) y potencial (determinado por la resolución de problemas bajo la guía de un adulto o en colaboración de compañeros más expertos)” (Vygotsky, 1978, p. 86).

En otras palabras, lo que es capaz de hacer cada alumno por sí mismo, frente a lo que podría llegar a hacer contando con la supervisión o ayuda de alguien con más conocimientos. Así, aquellos alumnos que alcancen los objetivos educativos antes, pueden colaborar con el profesor de manera que puedan ayudarlo a que el resto de sus compañeros puedan alcanzar los objetivos marcados a medida que transcurre el paso por el sistema educativo.

### ***2.3. La investigación escolar: estrategia didáctica integrada en nuestro ADN***

Una vez que se ha decidido que el uso del pensamiento será la herramienta central para aprender, es preciso seguir una metodología didáctica en la cual se lleven a cabo actividades en las que el pensamiento juegue un papel clave. Una de esas actividades es la investigación escolar. La investigación, introducida en la enseñanza escolar desde finales del siglo XIX, es un rasgo adaptativo de los vertebrados, que cobra especial relevancia en los mamíferos, y que permite desarrollar planteamientos alternativos frente a dinámicas rígidas destinadas, por ejemplo, a la resolución de problemas (Cañal, 1999). Por tanto, el uso de la investigación escolar como herramienta didáctica no debería suponer un quebradero de cabeza para el cuerpo de docentes. Sin embargo, la realidad es completamente diferente, ya que el desarrollo de un proceso de investigación suele plantear una serie de dificultades, tanto para los docentes como para los alumnos, en relación con destrezas básicas requeridas para llevar a cabo este tipo de procesos de manera eficiente y autónoma, que en ocasiones inclinan la balanza en contra de su uso (Cañal, 1999; Cano, 2009; Cañal, 2007).

No obstante, frente a las complicaciones que pueda tener la implementación de esta estrategia didáctica en la programación educativa, son muchas las destrezas y beneficios



que su uso reporta, no sólo para el alumnado, sino también para el profesorado que, tras aplicar esta dinámica investigadora a su labor docente, pueden obtener resultados contextualizados de gran utilidad para mejorar su metodología de enseñanza orientada a conseguir un aprendizaje significativo por parte de los alumnos (Cañal, 2007). El uso de la investigación en la escuela integra el desarrollo de conocimientos conceptuales, actitudinales y procedimentales, a la vez que fomenta el papel activo de los alumnos, en concordancia con lo que se ha venido planteando en el presente trabajo de fin de máster desde un principio como requisito fundamental para lograr un aprendizaje significativo y estrategias de aprendizaje autónomo que les sirvan tras finalizar la etapa escolar (García Pérez, 2000; García, 2004). Asimismo, si se le da la oportunidad a los alumnos de que elijan la temática sobre la que desarrollar las investigaciones, se garantiza la motivación de los mismos, al tiempo que se introduce de manera progresiva el desarrollo del binomio acción-reflexión de forma continua (Cano, 2009).

La actividad investigadora se origina en los humanos desde edades muy tempranas, simplemente por el hecho de querer saciar nuestra curiosidad innata (Tonucci, 2001). Pero si esto es cierto, ¿por qué nos cuesta tanto llevar a cabo este tipo de procesos cuando hemos avanzado en el sistema educativo?. Para responder a esta cuestión hay que hacer una pequeña reflexión sobre el tipo de metodología educativa que se ha venido fomentando hasta el momento. Las actividades con una elevada carga memorística, en la que el alumno únicamente debe aprender ciertos contenidos y repetirlos lo más fielmente posible sin plantearse preguntas propias, fruto de una reflexión en torno a los mismos, han terminado por hacer que el alumnado pierda de manera progresiva destrezas clave para poder llevar a cabo una investigación, es especial la capacidad de planificar trabajos, la de plantear hipótesis y procedimientos para contrastarlas, la capacidad de evaluar el proceso seguido y formular alternativas en caso de que no fuese el más adecuado, la capacidad para expresar los resultados obtenidos o la de extraer de conclusiones derivadas del trabajo realizado, entre otras (Giordan, 1982; Pozo, 1996; de Pro, 2003; Ritchhart y Perkins, 2008). Todas estas destrezas, de vital importancia para que el alumnado sea capaz de alcanzar el conocimiento deseado, pueden ser desarrolladas y potenciadas a través del uso de la investigación escolar.

La dinámica investigadora también se puede, y debe ser, combinada con el aprendizaje cooperativo grupal, ya que el desarrollo de investigaciones grupales fomenta la construcción colectiva del conocimiento, favoreciendo la interacción de los alumnos, no

con el fin de que lleguen a alcanzar una respuesta verdadera sobre una pregunta en concreto, sino con el ánimo de que sean capaces de llegar a un acuerdo grupal por medio del diálogo, la contraposición de ideas argumentadas y en definitiva, siguiendo un proceso de reflexión y metacognición sobre el proceso que han llevado a cabo para llegar a los resultados obtenidos, desempeñando así el alumnado una vez más un papel protagonista y principal en el transcurso de su propio proceso de aprendizaje (Tonucci, 2001).

### **Bloque 3: Plan de intervención**

Como he comentado en secciones anteriores, la información presente en los libros está, por norma general, desfasada con la información existente en la actualidad, y eso da pie a que la aplicabilidad de lo estudiado en las situaciones de la vida cotidiana se desdibuje ante la inexperta mirada del alumnado.

Normalmente, se le explica al alumnado lo que ha ocurrido en una etapa anterior para que, a la luz de dichos acontecimientos y sus resultados puedan interpretar las situaciones actuales. La presente propuesta metodológica podría entenderse como una especie de “nave del tiempo” que tiene como objetivo viajar a través de la historia en el sentido opuesto a la tendencia tradicional, es decir, trabajando con los alumnos realidades actuales de forma que puedan adquirir conocimientos que faciliten la comprensión de eventos que han ocurrido en el pasado.

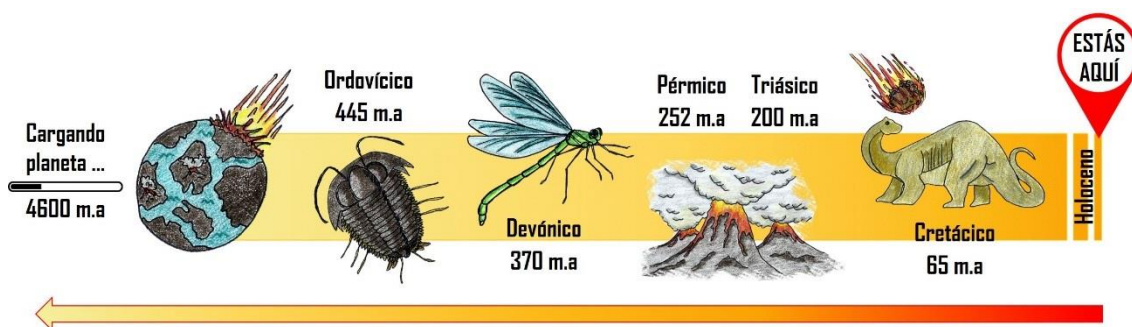


Figura 3. La presente propuesta metodológica plantea un escenario inverso al punto de vista tradicional. Se propone hacer un viaje en el tiempo partiendo de los eventos más recientes, fácilmente visibles para el alumnado hacia los eventos de extinción más antiguos.

Podría parecer de antemano una apuesta demasiado arriesgada, pero todo depende del punto desde el que se mire. Pensemos en cualquiera de las extinciones masivas históricas ocurridas en el pasado. El alumno deberá imaginar todas aquellas condiciones que les presentemos para poder hacerse una idea del entorno y agentes causantes de ese evento. Ahora demos un salto de nuevo hacia el presente. Pensemos en la Sexta Gran Extinción, actualmente en marcha. El alumnado no tiene que imaginar nada en absoluto, las causas, los causantes, las consecuencias de los fenómenos que están teniendo lugar se presentan ante sus ojos como un libro abierto. En lo único en que debemos centrar ahora nuestro esfuerzo es en que el alumnado desarrolle las habilidades que le permitan usar de forma eficaz toda esa información que tiene a su alcance.

## Conociendo un poco mejor a nuestra clase mediante un sociograma

Antes de llevar a cabo las actividades, y dado que en algunas de ellos vamos a introducir el aprendizaje cooperativo, el docente debería llevar a cabo un test sociométrico (Moreno, 1954) que permitiese determinar los grupos que se podrían crear en base a las preferencias e incompatibilidades del alumnado de cada clase. Este tipo de test se han venido usando desde hace mucho tiempo en el sistema educativo dado los beneficios que trae aparejado una correcta formación de grupos de trabajo (Arruga, 1974; Casanova, 1991). Su funcionamiento es bastante sencillo. A través de la realización de una serie de preguntas relacionadas con las preferencias de los alumnos, como las mostradas en la figura 4a, podemos materializar las relaciones de liderazgo y rechazo social y académico existente entre el alumnado integrante del entramado social que representa nuestra clase. Luego las respuestas del alumnado se introducen en una tabla de doble entrada en la que el nombre de cada alumno aparece en cada uno de los lados y las preferencias/rechazos se introducen en forma de puntuación, en base al orden de preferencia adjudicado por cada alumno/a (figura 4b).

a.

1. ¿Con qué tres compañeros/as querías trabajar durante las clases?

Ordénalos según tu orden de preferencia, escribiendo en primer lugar el nombre de tu compañero/a preferido/a.

2. ¿Con qué tres compañeros/as NO querías trabajar durante las clases?

Ordénalos escribiendo en primer lugar el nombre del compañero/a con el que menos te gustaría trabajar.

3. ¿Con qué tres compañeros/as te irías de viaje?

Ordénalos según tu orden de preferencia, escribiendo en primer lugar el nombre de tu compañero/a preferido/a.

4. ¿Con qué tres compañeros/as NO te irías de viaje?

Ordénalos escribiendo en primer lugar el nombre del compañero/a con el que menos te gustaría viajar.

b.

	Alumno/a A	Alumno/a B	Alumno/a C	Alumno/a D	Alumno/a E	Alumno/a F	Alumno/a G
Alumno/a A		1	2	3	3	2	1
Alumno/a B	3		1	2	1	2	3
Alumno/a C	3	1		2	2	1	3
Alumno/a D	1	3	2		1	3	2
Alumno/a E	1	2	3	3		2	1
Alumno/a F	2	3	1	2	3		1
Alumno/a G	3	1	2	1	2	3	

Figura 4. Elementos de un test sociométrico: (a) set de preguntas para determinar el liderazgo / rechazo social y académico; (b) tabla de puntuaciones. Los números azules se asocian a preferencia, los rojos a rechazo.

Este tipo de test ayuda a crear un buen clima de trabajo en el aula. Esto, combinado con el grado de conocimientos del que parte cada uno de los alumnos permite al equipo docente además explotar la Zona de Desarrollo Próximo (ver Corral Ruso, 2001 y referencias allí citadas) para que los alumnos puedan lograr un mayor avance con ayuda de algunos de sus compañeros.

## **Situaciones de aprendizaje**

Las rutinas de pensamiento y organizadores gráficos utilizados en las siguientes situaciones de aprendizaje están basadas principalmente en la información encontrada en Swartz et al. (2008) presentando en muchos casos modificaciones con respecto a los modelos originales.

Las actividades propuestas a continuación son sólo una base sobre la que se pueden establecer tantas modificaciones como sean necesarias para que éstas se adapten a la diversidad de alumnos existentes. Por ejemplo, si existiesen casos de alumnos con problemas relacionados con la lectoescritura, los tiempos del que deberán disponer los mismos para la realización de las actividades deberá ser aún mayor. Si se diese el caso de contar con una clase en la que el alumnado alcanza los objetivos preestablecidos por los docentes con demasiada facilidad, se podría incrementar la profundidad y complejidad de las preguntas planteadas y los debates generados durante las clases, para que los estudiantes pudiesen obtener un mayor rendimiento tras su paso por el sistema educativo. También será necesario combinar actividades que requieran un mayor grado de concentración con otras más dinámicas, como debates o actividades más prácticas, de modo que aquellos alumnos/as con TDAH por ejemplo encuentren un equilibrio que les permita sobrellevar mejor las sesiones.

### **Actividad 1. Equipo de investigación: Humanos ¿el motor de la sexta gran extinción?**

#### **Información mostrada al alumnado**

Colócate junto a los restantes miembros de tu equipo de trabajo en clase y lean la siguiente información:

Acabas de llegar a la oficina de redacción de tu empresa, donde te espera tu equipo de colaboradores con el que mes tras mes llevas a cabo proyectos de investigación sobre temas de candente actualidad.

*En esta ocasión tu empresa ha recibido un correo electrónico de un importante programa de televisión pidiendo que información sobre el papel que podría estar jugando el ser humano en el desencadenamiento de un nuevo proceso de extinción masiva a escala planetaria. Tienen un mes de plazo para realizar esta investigación con varios objetivos*

*(a) definir para el resto de la población el concepto de extinción masiva, (b) indagar sobre este tipo de fenómenos a lo largo de la historia de la Tierra, (c) esclarecer mediante la búsqueda de noticias actuales de fuentes fiables si estamos en medio de un nuevo proceso de extinción masiva, (d) en caso afirmativo, y atendiendo a cierta información que circula en nuestra sociedad, determinar si el hombre es el motor principal de dicho proceso y cómo lo estaría fomentando. Pasado ese mes, tu equipo deberá presentar los resultados obtenidos a través de un video creativo y original de 10 minutos de duración en el que se recoja toda la información hallada y las principales conclusiones de su investigación.*

Dicho video deberá ser subido a la plataforma digital que el profesorado del centro habilite para ello, de manera que el resto de los alumnos tengan acceso al mismo. Los videos serán expuestos en clase y tras su proyección se establecerá un turno de debate para tratar de corregir posibles errores que hayan surgido y hablar de las dificultades encontradas a lo largo del proceso de investigación.

### **Metodología subyacente y objetivos a lograr con esta actividad**

En esta primera actividad, que sin duda es de las más complejas, se persiguen numerosos objetivos, que se podrán ir logrando de forma simultánea a lo largo del desarrollo de la misma. Para empezar, se emplaza al alumnado en un equipo de investigación, por tanto, deberán ser capaces de organizarse y trabajar de forma cooperativa, adquiriendo diferentes roles (coordinador, portavoz, secretario, organizador, etcétera) a lo largo del proceso. El alumnado tendrá que aprender a planificar las sesiones de trabajo para alcanzar un objetivo a largo plazo, algo extremadamente relevante en una sociedad en la que cada vez estamos más acostumbrados a obtener lo que queremos casi al instante. En tercer lugar, se ha integrado el uso de TIC en la actividad, no sólo para acceder a la información, sino también para presentar los resultados y conclusiones de cada proyecto al resto de la comunidad.

Por último, todo este proceso está cargado de subsecciones en las que el alumno deberá aplicar rutinas de pensamiento orientadas a lograr distintas destrezas propias de un pensamiento crítico y eficaz, por ejemplo, deberá planificar acciones, deberá determinar la fiabilidad de la información encontrada, deberá tomar decisiones sobre qué información mostrar y cómo mostrarla, deberá tratar de convencer a su audiencia de que lo que expone es cierto, argumentando su punto de vista en contraposición a posibles

alternativas propuestas por sus compañeros y compañeras, y en definitiva, el alumnado se verá expuesto a un proceso de acción-reflexión continua altamente beneficioso para el mismo. Las competencias curriculares clave (en adelante CCC) desarrolladas mediante esta actividad serían: comunicación lingüística (CCL), competencia matemática y competencia básicas en ciencia y tecnología (CMCT), competencia digital (CD), aprender a aprender (CPAA), competencias sociales y cívicas (CSC), sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE) y conciencia y expresiones culturales (CEC).

### **Actividad 2. Humanos o meteoritos ¿quién tiene un mayor impacto sobre la vida en La Tierra?**

Esta situación de aprendizaje se pudo poner en práctica durante el periodo de prácticas. Por ello, su explicación será llevada a cabo en una sección independiente (ver sección “Resultados y propuesta de mejora”) en la que además se comentarán los resultados y conclusiones extraídas de la misma.

### **Actividad 3. ¿Señor/a presidente/a, tiene usted una carta!**

#### **Información mostrada al alumnado:**

Cada miembro de la clase trabajará de forma individual, por tanto, cada uno tendrá una hoja en la que se muestre los siguientes textos:

#### **Texto 1**

*La crisis de la biodiversidad puede poner a la humanidad en peligro, según la ONU.*

*Carlos Fresneda, El Mundo, sábado 4 de mayo de 2019*

*"Estamos perdiendo biodiversidad de una manera tan rápida e insostenible que afectará al bienestar de la especie humana tanto en las presentes como las futuras generaciones", advierte el químico británico Robert Watson, director del panel científico, en declaraciones a The Guardian.*

*El informe del IPBES (...), de 1.800 páginas, elaborado a partir de decenas de estudios académicos en todo el mundo, concluye que tres cuartas partes de superficie terrestre han sido "severamente alteradas" por la acción humana. La superficie agrícola, el proceso de urbanización y la construcción de diques han modificado drásticamente los*

*ecosistemas, afectados también por el aumento de dióxido de carbono en la atmósfera, el aumento de las temperaturas y las especies invasivas (...).*

*Según el informe Planeta Vivo de la organización World Wild Fund (WWF), el planeta ha perdido del 58% de su biodiversidad en los últimos 40 años (...). Los científicos llevan hablando desde hace décadas de la Sexta Extinción Masiva, propiciada por la especie humana.*

*"Todos nuestros sistemas están en declive y el informe del IPBES confirma irrefutablemente el declive de la naturaleza", declara a The Guardian Mike Barrett, director ejecutivo de Conservación del WWF. "Pero no es el momento de la desesperación. Tenemos aún una ventana de oportunidad para pasar a la acción en los próximos dos años".*

## **Texto 2**

Te han nombrado presidente de una importante ONG que suele ser consultada por el Gobierno para tomar decisiones medioambientales. Ahora tienes en tus manos la posibilidad de frenar, o al menos desacelerar, el proceso de extinción de especies que estamos presenciando, y que, según el informe de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) de la ONU, presentado en mayo de este año, podría incluso poner en peligro la supervivencia de la humanidad.

Tienes el cargo adecuado, en el momento adecuado, y debes aprovechar tu posición aventajada. Tu objetivo está claro deberás escribir una carta al Gobierno de tu país para convencerles de que tienen que incrementar los esfuerzos para parar de inmediato la pérdida de biodiversidad en España. Pero antes de poder hacerlo, deberás reflexionar sobre las consecuencias que traería actuar o no actuar al respecto, para que puedas contar con argumentos que apoyen tu solicitud. Para ello puedes usar el organizador de pensamiento mostrado en la figura 5a.

Una vez que hayas reflexionado, sobre las dos alternativas, deberás escribir la carta. Recuerda que debes usar un lenguaje correcto para este tipo de comunicaciones. Además, a modo de guía puedes usar la plantilla mostrada en la figura 5b para que no olvides de



ninguna de las partes que debe incluir tu carta, cuyo fin es persuadir al Gobierno para que frene la pérdida de biodiversidad causada por las acciones del ser humano.

**a. Toma reflexiva de decisiones**

Opciones		
¿Qué opción piensas tomar?		
Consecuencias	Apoyo	Importancia
<i>¿qué consecuencias tendrá la elección de esta opción?</i>	<i>¿por qué tu opción tendrá esas consecuencias?</i>	<i>¿cómo de importantes son las consecuencias? ¿por qué?</i>
¿Es aconsejable tomar esa elección? ¿Por qué?		

**b.**

*Fecha*

*Destinatario del texto*

<p><b>Párrafo 1: centrar la idea</b> ¿qué proceso requiere que se tome una decisión? Explícalo ¿cuál es el propósito de esta carta? Enumera las opciones a valorar</p>
<p><b>Párrafo 2: evaluemos la opción menos adecuada</b> Describe las consecuencias positivas y negativas de esta acción, basándote en pruebas existentes y su importancia. Usa como máximo 10 oraciones para ello.</p>
<p><b>Párrafo 3: evaluemos la opción más adecuada</b> Describe las consecuencias positivas y negativas de esta acción, basándote en pruebas existentes y su importancia. Usa como máximo 10 oraciones para ello.</p>
<p><b>Párrafo 4: Haz tu recomendación</b> Repasando brevemente las ventajas y desventajas de las opciones mostradas, haz tu recomendación y justifica tu opción. Usa como máximo 10 oraciones para ello.</p>
<p><b>Párrafo 4: El cierre de carta</b> Reitera tu recomendación y recalca los cinco argumentos más sólidos por los cuales es la mejor opción. Usa como máximo 5 oraciones para ello. Termina el texto solicitando que tengan en cuenta tu recomendación.</p>

*Atentamente,  
Tu nombre –y cargo-*

Figura 5. Organizadores gráficos para la toma de decisiones reflexivas y la escritura de una carta persuasiva. Variantes diseñadas a partir de los modelos e información de Swartz et al. (2008).

### **Metodología subyacente y objetivos a lograr con esta actividad**

Ser capaces de escribir correctamente un documento para tratar de persuadir a otra persona sobre una idea o tema en concreto implica que el alumno ya sabe llevar a cabo un proceso de pensamiento eficaz, sustentado en unos buenos hábitos mentales. Por eso esta actividad permite al docente evaluar el grado de desarrollo de varias destrezas de pensamiento por parte del alumno. Para llevar a cabo la primera parte de la actividad, el alumno debe de ser capaz de hacer un análisis preciso y completo en torno a un tema, pudiendo diferenciar partes positivas y negativas del mismo. Este tipo de dinámicas de pensamiento es crucial para poder ejercer la toma de decisiones adecuadamente. Para la segunda parte de la actividad, el alumno debe aprender a hacer un balance entre pros y contras, recalcando las ventajas o beneficios de la opción escogida. Además, este juego

de adquisición de roles sociales les permite a los alumnos empatizar con otros ciudadanos que desarrollan estas complejas labores de forma cotidiana, haciendo que aprendan a valorar los avances históricos experimentados en materia de protección medioambiental por pequeños que fueran. Por último, el alumno debe ser capaz de comunicar mediante un lenguaje claro y preciso un mensaje clave. Las CCC desarrolladas mediante esta actividad son: CCL, CMCT, CPAA, CSC, SIE, CEC.

#### **Actividad 4. El pulso entre Darwin y Jesucristo**

##### **Información mostrada al alumnado**

La clase debe dividirse en grupos de cinco alumnos, dentro de los cuales uno tomará el papel de coordinador del grupo y leerá la siguiente información:

*Eres director/a de un colegio de centro de educación pública en el que se imparten cursos hasta el nivel de secundaria. Un grupo de padres y madres ha solicitado una reunión contigo para hablar sobre un tema que les tiene preocupados. Al asistir a la reunión, algunos de los padres se muestran descontentos con el colegio porque en el mismo se habla de la evolución de las especies por selección natural y esto va en contra de la idea del origen divino de la creación que algunas familias transmiten en casa. Sin embargo, otro grupo de padres cree totalmente necesario que sus hijos sean educados a la luz de las teorías evolutivas.*

Como director de un centro educativo debes coordinarte con tu equipo de docentes (resto de integrantes de tu grupo) y velar para que el alumnado de tu centro esté lo mejor informado posible y sea capaz de formarse una opinión crítica al respecto del origen de las especies. Deberán preparar un proyecto de investigación, de dos semanas de duración, en el que como profesores/as de Biología y Geología se lleve a cabo una investigación en torno a los siguientes términos: fijismo, evolucionismo, gradualismo, equilibrio puntuado, herencia de caracteres adquiridos, darwinismo y teoría sintética de la evolución. Los resultados de esa investigación deberán presentarse bajo la forma de un poster científico interactivo que se colocará por los pasillos del centro para que el resto del alumnado del colegio pueda acceder a contenidos fiables que les den información contrastada y pruebas certeras con las que puedan crearse una opinión crítica con respecto al tema de la evolución de los organismos y el desarrollo del árbol de la vida.

### **Metodología subyacente y objetivos a lograr con esta actividad**

Una vez más la metodología seguida para desarrollar esta actividad combina herramientas como la investigación escolar, el trabajo cooperativo, y las rutinas de pensamiento orientadas a la adquisición de las destrezas relacionadas con la clarificación de ideas y el contraste de argumentos necesarios para el desarrollo de un punto de vista crítico y para la resolución del problema planteado.

La adquisición del rol de director/a y resto de integrantes del equipo docente fomenta el desarrollo de valores como la empatía, la perseverancia, el trabajo en equipo para lograr un objetivo común, el compromiso y la responsabilidad, dado que los materiales que ellos diseñen servirán de guía informativa para los demás compañeros/as del centro.

El alumnado integrante de cada equipo deberá planificar su modo de actuar para que, en el plazo estipulado, les dé tiempo de buscar la información, filtrarla, procesarla y plasmarla a través de un póster interactivo que pueden crear usando diversas TIC. Este último paso del proyecto de investigación fomenta el desarrollo de la creatividad del alumnado. Las CCC desarrolladas a través de esta actividad son: CCL, CMCT, CD, CPAA, CSC, SIE, CEC.

### **Actividad 5. Darwin y el anís del mono**

#### **Información mostrada al alumnado**

Se proyecta en clase la imagen de la etiqueta de anís del mono y las caricaturas de Charles Darwin con cuerpo de mono. Tras poner estas imágenes, se proyecta la siguiente pregunta: *¿el hombre desciende del mono o no?*.

A continuación, se entrega a cada alumno una hoja con una rutina de pensamiento del tipo “Pienso, me intereso e investigo” (figura 6). Tras rellenar dicha ficha, se iniciará un periodo para debatir las respuestas de forma colectiva, tratando de encontrar puntos en común dentro de toda la información aportada por el alumnado. Los docentes pueden guiar el debate a través de la formulación de preguntas como *¿son los monos y los hombres variantes de una misma especie?*, *¿qué los diferencia?*, *¿cuándo surgieron esas diferencias?*, etcétera. Por último, el profesorado colgará en el aula virtual de la asignatura de Biología y Geología varios artículos científicos y links a páginas web que contengan

información fiable y contrastada para que los alumnos dispongan de más información al respecto que puedan usar en futuros debates.

### **Metodología subyacente y objetivos a lograr con esta actividad**

Esta sesión debe ser enmarcada en un ciclo de sesiones en el que se haya estado hablando de las teorías evolutivas existentes a lo largo de la historia.

En esta ocasión el organizador gráfico recogerá información relativa a las imágenes y la frase mostrada que revelará el punto de vista que tienen los alumnos, temas de interés relacionados con la evolución y, por último, si tienen claro qué pasos deberían seguir para buscar información de calidad que les permitiese crearse una opinión con una base sólida. Los alumnos deberán relacionar conceptos y justificar su respuesta a favor o en contra de la ascendencia del ser humano de forma justificada, aportando argumentos y siendo capaz de defenderlos frente a ideas contrarias. Mediante esta actividad se puede comprobar si el alumno ha comprendido que, aunque puedan tener un origen común, es incorrecto decir que el hombre desciende del mono. Los monos, los seres humanos y los grandes simios comparten un antecesor común, pero en un determinado punto de la historia, estos grupos tomaron rutas evolutivas diferenciadas. Si los docentes quisieran, el alumnado podría disponer de cierto tiempo tras rellenar el organizador gráfico para hacer uso de TIC con el fin de buscar información al respecto que sirva para ser usada como argumento durante el periodo de reflexión grupal.

Existe una manera alternativa de afrontar esta actividad. Se puede dividir la clase en cuatro grupos. Dos de ellos a favor de la afirmación de que el hombre desciende del mono y otros dos en contra. Cada grupo dispondrá de media hora para hacer uso de ordenadores o tabletas para buscar argumentos que den soporte a su punto de vista. Finalizado dicho tiempo, dará comienzo un debate en el que cada una de las opciones tratará de convencer a los equipos de la opción contraria de que su punto de vista es el correcto. Las CCC desarrolladas mediante esta actividad incluyen: CCL, CMCT, CD, CPAA, CSC.

PIENSO	ME INTERESA	INVESTIGO

Figura 6. Organizador gráfico de la dinámica “Pienso, me interesa, investigo”

### **Actividad 6. Del cielo al suelo: la pesadilla de los reptiles de finales del Cretácico**

#### **Información mostrada al alumnado:**

Se les presenta al alumnado la siguiente frase: *¿Qué fenómeno o fuerza de la naturaleza fue capaz de extinguir a animales tan grandes como los dinosaurios?*, acompañada de varias imágenes en las que se ven volcanes en erupción, meteoritos y glaciaciones. Además, se le presenta un organizador gráfico relacionado con la rutina “Pienso, me intereso e investigo” (figura 6) para que recojan sus ideas y pensamientos en torno a tres preguntas clave: *¿Qué crees sabes sobre este tema?*; *¿qué preguntas o inquietudes tienes sobre este tema?*; y finalmente, *¿qué te gustaría investigar sobre este tema?* y *¿cómo podrías hacerlo?*.

#### **Metodología subyacente y objetivos a lograr con esta actividad**

Mediante esta actividad conseguimos, en primer lugar, conocer los conocimientos previos que tiene el alumnado en torno a un tema, en este caso, la extinción de los dinosaurios hace unos 65 millones de años. En segundo lugar, favorecemos el intercambio de ideas e información entre los diferentes alumnos/as de la clase. Si alguno/a tiene conocimientos superiores al resto en cuanto al tema, sus aportaciones enriquecerán al conjunto de la clase. En tercer lugar, permitimos que el alumnado nos indique sobre qué temas le gustaría indagar, información que podría ser usada en su propio beneficio para el desarrollo de futuras actividades, asegurándonos así la motivación del alumnado en dichos momentos. CCC desarrolladas mediante esta actividad: CCL, CMCT, CPAA y CEC.

## **Actividad 7. Entre erupciones volcánicas y la revolución industrial**

### **Información mostrada al alumnado**

En esta ocasión los docentes deben mostrar únicamente dos imágenes a los alumnos, que trabajarán la actividad de forma individual. Una imagen mostraría un volcán en erupción e iría acompañada de un texto en el que pusiese “extinción masiva del Devónico”. La segunda imagen mostraría un ‘*skyline*’ de una ciudad con chimeneas de fábricas humeando, e iría acompañada de un texto que pusiese “2019: sexta gran extinción”.

Esta actividad se puede afrontar al menos de dos maneras. En caso de que los alumnos no hayan tratado antes el tema de las extinciones masivas, se podría presentar como una rutina del tipo “veo, pienso, me pregunto” (figura 7), para analizar las reflexiones que el alumnado hace de las dos imágenes y sus textos y ver si establece algún tipo de relación entre las mismas, los eventos con los que pueden estar relacionados, etcétera.

<b>VEO</b>	<b>PIENSO</b>	<b>ME PREGUNTO</b>

Figura 7. Organizador gráfico de la dinámica “Veo, pienso, me pregunto”

En caso de que ya se haya abordado anteriormente el tema de las extinciones masivas, se puede plantear como una actividad del tipo “Compara y contrasta”, pidiendo a los alumnos que comparen ambas imágenes y busquen diferencias en relación a origen de las emisiones de  $CO_2$ , posibilidad de control por parte del ser humano o las cantidades de  $CO_2$  emitidas, por ejemplo.

Una vez finalizada la actividad se pueden leer varias respuestas en voz alta para iniciar un debate al respecto.

### **Metodología subyacente y objetivos a lograr con esta actividad**

Ambas rutinas de Aprendizaje Basado en el Pensamiento permiten a los docentes analizar las reflexiones que el alumnado hace de las dos imágenes y sus textos y determinar si los estudiantes son capaces de establecer algún tipo de relación entre las mismas, los eventos

con los que pueden estar relacionados, etcétera. Además, durante el debate o la reflexión posterior, se presenta la situación perfecta para concienciar al alumnado sobre la necesidad de cuidar el medio ambiente y las posibilidades que tenemos los seres humanos de frenar las emisiones de gases que favorezcan el efecto invernadero, el calentamiento global y las consecuencias perniciosas derivadas de los mismos. Las erupciones volcánicas son eventos naturales que escapan a nuestro control, mientras que las emisiones de contaminantes en nuestras fábricas y vehículos es un motor del cambio climático que sólo podrá ser eliminado si nosotros apostamos por esa opción siendo conscientes de los beneficios que nos podría reportar. Las CCC desarrolladas mediante esta actividad serían: CCL, CMCT, CPAA, CSC.

### **Actividad 8. Señales de un tiempo lejano**

#### **Información mostrada al alumnado**

Los alumnos trabajarán esta actividad de forma conjunta. Los docentes deberán leer en voz alta el siguiente texto en voz alta:

Finalmente estás de vacaciones con tus amigos. Este año todo ha salido perfectamente y tus padres han decidido regalarte el viaje de montaña que les habías pedido hace tiempo.

En una de las rutas que ustedes tienen contratadas la guía comenta que, si se fijan bien, en los estratos que tienen ante sus ojos se pueden apreciar restos de fósiles marinos (en este momento los docentes pueden proyectar alguna imagen de un fósil marino que atraiga la atención de los estudiantes, por ejemplo, un diente de *Carcharodon megalodon*).

Uno de tus compañeros pregunta sorprendido: *¡un momento! ¿Acaba usted de decir que eso que tenemos ahí delante son cochas de moluscos y un diente del mayor tiburón jamás conocido?, ¿pero si estamos a 3000 metros de altura sobre el mar?, ¿cómo es eso posible?*.

*¿Se te ocurre alguna respuesta?*

Los docentes deben proyectar ahora un organizador gráfico para llevar a cabo una rutina de pensamiento del tipo “Pienso, me intereso, investigo”, como la mostrada en la figura 6.

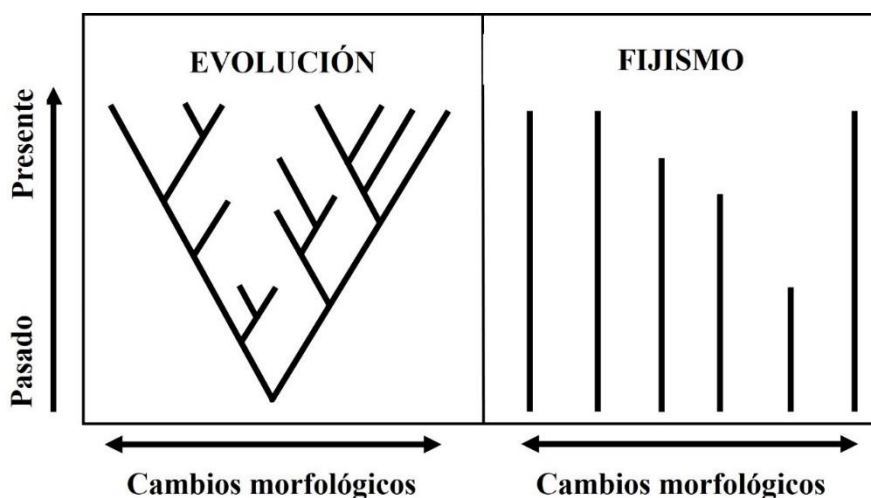
### **Metodología subyacente y objetivos a lograr con esta actividad**

Esta situación de aprendizaje combina Aprendizaje Basado en el Pensamiento y aprendizaje cooperativo principalmente. El texto representa una situación que podría atraer al alumnado, consiguiendo así que den rienda a su imaginación desde un principio y se involucren en la actividad. El objetivo principal es que los alumnos sean capaces de relacionar conceptos de Geología y Biología al mismo tiempo. Deben reconocer lo que es un fósil y la importancia que tienen éstos, pero además deben de ser capaces de llegar a entender nuestro planeta como un sistema cambiante, siendo la realidad actual el resultado de la interacción de múltiples procesos de diversa naturaleza, entre ellos, los procesos geológicos externos e internos que tienen la capacidad de modificar las capas terrestres sobre las que nos desplazamos. Esta actividad, además de servirle a los docentes para determinar si los estudiantes son capaces de llevar a cabo una investigación eficaz acerca de un tema en concreto, permite identificar de manera colateral otros temas que resulten de interés para el alumnado, de manera que podamos continuar diseñando actividades que se ajusten mejor a sus preferencias, siendo más fácil captar su atención y mantener su motivación durante el transcurso de las actividades. Las CCC desarrolladas mediante esta actividad serían: CCL, CMCT, CPAA, CEC.

### **Actividad 9. “Como era en el principio, ahora y siempre. Por los siglos de los siglos...”**

#### **Información mostrada al alumnado**

Se proyecta la siguiente imagen en clase:





Además, se entrega a cada alumno/a de forma individual un organizador gráfico relacionado con la rutina de pensamiento “Compara y contrasta” (ver figura 2b). El alumnado deberá llevar a cabo una comparación entre los dos gráficos mostrados en la imagen superior, anotando las semejanzas, las diferencias entre ellos en relación (i) origen de cada especie, (ii) los cambios experimentados a través del tiempo, (iii) al aumento de diversidad teniendo en cuenta el momento original y la situación final; y la conclusión que pueden sacar con respecto a los dos modelos mostrados.

### **Metodología subyacente y objetivos a lograr con esta actividad**

El objetivo principal de este ejercicio no es que el alumnado se posicione a favor o en contra de las teorías evolucionistas o fijistas, sino que aprenda a realizar una comparación entre dos objetos cualesquiera. Por lo general, el alumnado no realiza una comparación siguiendo esta cadena de pasos, sino que simplemente se limitan a describir los dos elementos que se les presentan sin llegar a establecer relaciones entre ambos. Para hacer una comparación correctamente, el alumnado debe de seguir una secuencia de pasos, sin saltarse ninguno, atendiendo por un lado a las características en las que se asemejan ambos objetos, y por otro en las características que los diferencian, antes de poder sacar alguna conclusión al respecto. Las CCC desarrolladas mediante esta actividad serían: CCL, CMCT, CPAA.

### **Actividad 10. Las ramas del árbol de la vida**

#### **Información mostrada a los alumnos**

Esta actividad está pensada para llevarla a cabo mediante una reflexión que involucre a toda la clase en su conjunto. Para comenzar el profesor deberá proyectar una imagen como la siguiente:

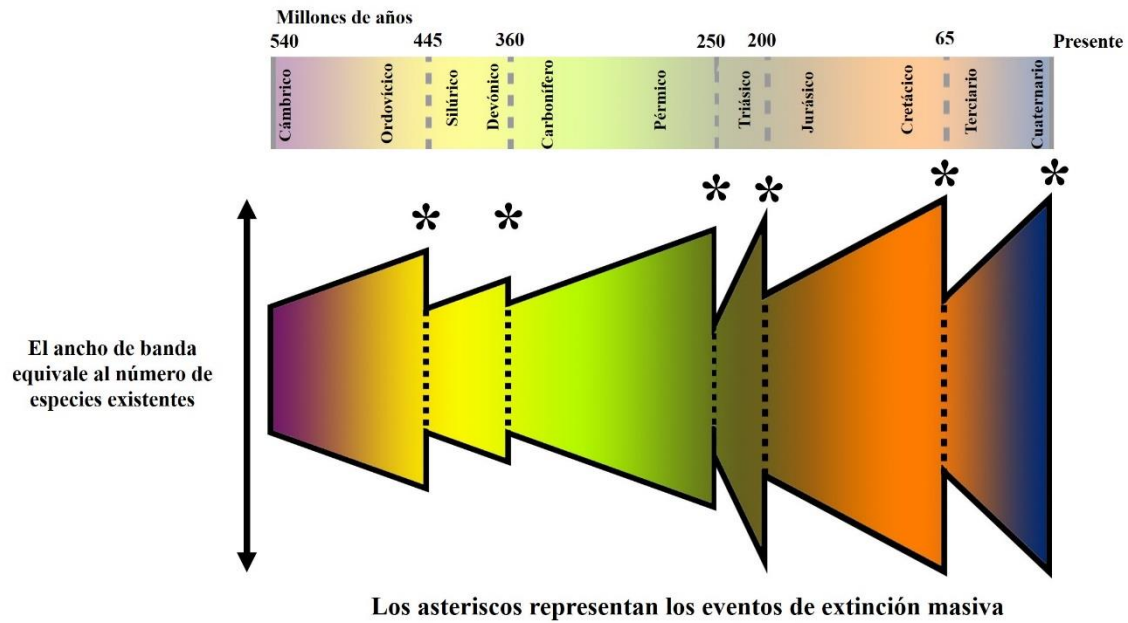


Figura 8. Escala de tiempo geológico en la que se señalan los grandes eventos de extinción masiva (adaptación de la figura 19-8 de Cain, Damman, Lue, y Yoon, 2007).

A continuación, se les presenta al alumnado una tabla para rellenar correspondiente al tipo de rutina “veo, pienso, me pregunto”. Además de la imagen, el alumnado contará con algunas preguntas a modo de guía para centrar su atención en ciertos detalles interesantes, por ejemplo, ¿a partir de qué organismos se originan los que aparecen tras un evento de extinción?, ¿todas las especies continúan a lo largo de todo el proceso evolutivo?, ¿podrían haber permanecido inmutables las especies desde el principio de los tiempos?, etcétera.

### **Metodología subyacente y objetivos a lograr con esta actividad**

Esta actividad combina una vez más el Aprendizaje Basado en Pensamiento y el aprendizaje cooperativo, siendo éste el entorno más favorecedor para el alumno, ya que una parte de las dudas, podría ser resueltas por el propio alumnado y además las incógnitas que se presenten a raíz de esta actividad servirán para fomentar la curiosidad y mantener la atención de la clase mientras intenten darle respuesta a las mismas. A través de la rutina, nos interesa sobre todo que el alumnado se percate de que, (i) tras las extinciones masivas, los nuevos organismos se forman a partir de los organismos que hayan conseguido sobrevivir a tales eventos, (ii) que el árbol de la vida se ha ido construyendo lentamente, y muchas de sus ramas no han llegado hasta la actualidad, (iii) que organismos que puedan parecer muy distintos, tendrán un antecesor en común en algún punto de la historia evolutiva de la vida en la Tierra, y (iv) que cada evento de

extinción masiva supone la pérdida de una gran cantidad de “ramas” del árbol, con la consecuente desaparición de infinidad de especies irreemplazables. Aprovechando este último punto, los docentes deben hacer hincapié en la obligación moral que tenemos de cuidar nuestro planeta, evitando la pérdida de especies como consecuencia de actos medioambientales negligentes relacionados con la actividad antrópica. Las CCC desarrolladas a través de esta actividad son: CCL, CMCT, CPAA, CSC.

## ***Plan de seguimiento de las dinámicas de Aprendizaje Basado en el Pensamiento***

Como ocurre al aplicar cualquier metodología educativa, debemos determinar de alguna forma si hemos conseguido que el alumnado ha alcanzado los objetivos marcados, en este caso, si se ha adquirido o no la competencia para llevar a cabo un proceso de pensamiento crítico y eficaz (Swartz et al., 2008). Para ello, en este caso, al igual que con las restantes metodologías, disponemos de varias alternativas para evaluar el avance que se ha producido a nivel individual. En muchos casos, las herramientas o recursos que podemos utilizar para la evaluación no difieren en demasía de los usados según otras metodologías, por ejemplo, el rendimiento o producción del alumnado, actividades con respuesta escrita (resúmenes, informes, elementos gráficos informativos), productos comunicados oralmente, pruebas con selección de respuesta múltiple, exámenes tipo test o de respuesta desarrollada, etcétera. Lo que realmente cambia con respecto a metodologías y puntos de vista alternativos es la manera en que planteamos estas actividades de evaluación a los alumnos.

El docente debe plantear las cuestiones de forma que den pie a que el alumno se vea forzado a expresar de alguna manera la dinámica de pensamiento que ha seguido para llegar a obtener el producto que nos presenta, y es precisamente en todo ese proceso en el que debemos fijarnos para determinar si finalmente el alumnado ha desarrollado un manera de pensar eficaz que le permita adquirir conocimiento verdadero para el resto de su vida, ayudándolo así a desempeñar las funciones más complejas (toma de decisiones y resolución de problemas) de la forma más adecuada. Por poner tan solo un ejemplo, podemos plantear al alumnado la siguiente cuestión:

*“Imagina que durante el desayuno lees esta noticia en una plataforma digital: Según algunas organizaciones el calentamiento global y el cambio climático no son más que mentiras orquestadas por organizaciones ecologistas para frenar el avance tecnológico a nivel mundial. ¿Sería sensato creérsela?. Razona tu respuesta”.*

En un sistema educativo tradicional, la evaluación de la respuesta proporcionada a esta pregunta por el alumnado podría estar sesgada. Está sobradamente comprobado con datos científicos que el cambio climático es un fenómeno real (Meehl y Tebaldi, 2004; Coumou, Robinson y Rahmstorf, 2013; Brown y Caldeira, 2017), por lo que, aquellos alumnos que apoyaran que se trata únicamente de una estrategia ecologista obtendrían una mala nota

o serían suspendidos. Sin embargo, en este caso, el objetivo de esta pregunta no es determinar si el alumno o alumna está al tanto de los datos científicos que prueban la existencia del cambio climático a día de hoy, sino valorar si los estudiantes han desarrollado la destreza de pensamiento que le permitiese argumentar de forma razonada por qué se debería creer o no la afirmación mostrada en la noticia. Un alumno que hubiese adquirido dicho conocimiento debería dar respuesta a diferentes preguntas antes de afirmar por qué opción se decanta, por ejemplo, ¿quién hizo la investigación?, ¿ha hecho otros estudios anteriormente?, ¿de qué fuentes extrajo sus datos?, ¿se han contrastado éstos con visiones alternativas?, etcétera.

Por tanto, como podemos ver los objetivos perseguidos con el Aprendizaje Basado en el Pensamiento son más complejos, pero también más profundos y de mayor relevancia para cualquier ciudadano, puesto que el desarrollo de este tipo de destrezas o competencias tendrá un impacto en muchas más situaciones a lo largo de la vida del alumnado, ya que nos permite hacer uso de información actual para cumplir con los objetivos propuestos por el currículo, y no se limitará únicamente a la resolución de un mero ejercicio durante la etapa escolar. El avance de cada alumno se podrá entonces evaluar aplicando rúbricas analíticas para cada una de las destrezas de pensamiento, comparando el punto de partida y la situación en el momento en el que se realiza la evaluación.

Cada destreza de pensamiento podrá ser evaluado usando un tipo de plantilla para la rúbrica. Si ponemos por ejemplo la rúbrica para evaluar si se ha llevado a cabo una toma de decisión de manera eficaz, podríamos utilizar la siguiente plantilla mostrada en la tabla 5. La toma de decisiones eficiente requiere haber evaluado de antemano varias opciones, y ser capaz de realizar una recomendación tras valorar los aspectos positivos y negativos de cada una de las consecuencias que tenga la toma de cada opción, por tanto, cuando el alumnado responda a un ejercicio de toma de decisiones, todos esos elementos deberán ser tenidos en cuenta por parte de los docentes y deben formar parte del contenido evaluable.

Tabla 5. Rúbrica analítica para evaluar un proceso de toma de decisiones eficaz.

Aspectos evaluables	Excelente	Muy bien	Bien	Necesita mejorar
<b>Idea principal</b>	Comienza su respuesta haciendo una recomendación tras haber evaluado más de tres opciones y las consecuencias de su elección.	Comienza su respuesta haciendo una recomendación tras haber evaluado más de tres opciones y las consecuencias de su elección.	Comienza su respuesta haciendo una recomendación tras haber evaluado menos de tres opciones y las consecuencias de su elección.	No comienza su respuesta haciendo una recomendación, o bien lo hace sin evaluar opciones alternativas y repitiendo las consecuencias.
<b>Evaluación de consecuencias</b>	La opción elegida se sustenta en, al menos, tres consecuencias negativas y tres positivas.	La opción elegida se sustenta pocas consecuencias negativas y positivas.	Alguna de las consecuencias que sustentan su elección no es relevante.	Cita pocas consecuencias en el desarrollo de la respuesta.
<b>Ejemplos</b>	Aporta ejemplos de cada consecuencia de manera bien detallada y estructurada.	Aporta un ejemplo de algunas consecuencias de manera bien detallada y estructurada.	No suele utilizar ejemplos asociados a las consecuencias.	No ofrece ejemplos de sus consecuencias.
<b>Conclusión</b>	Retoma la recomendación y argumenta por qué es la mejor opción a pesar de sus puntos negativos.	Retoma la recomendación y la amplía hasta cierto punto, pero sin argumenta por qué es la mejor opción.	Reitera la recomendación inicial de forma repetitiva.	No existe una sección donde se exponga su conclusión en la respuesta.
<b>Normas de escritura</b>	Cumple las normas de ortografía, distribución de párrafos y puntuación.	Comete muy pocos errores en lo relativo a las normas de ortografía, distribución de párrafos y puntuación.	Comete errores en lo relativo a las normas de ortografía, distribución de párrafos y puntuación.	Comete muchos errores en lo relativo a las normas de ortografía, distribución de párrafos y puntuación.

## ***Resultados y propuesta de mejora***

El momento de incorporación a los centros para realizar las prácticas y las peculiaridades que tiene la enseñanza en centros como el CEPA Comarca Nordeste, principalmente el hecho de que la asistencia a clase no fuese obligatoria, han planteado serias limitaciones al desarrollo del conjunto de actividades descritas, por lo que tan sólo ha sido posible llevar a cabo la actividad descrita a continuación.

### **Actividad: Humanos o meteoritos ¿quién tiene un mayor impacto sobre la vida en La Tierra?**

#### **Información mostrada al alumno**

Para abrir la clase, los docentes deben plantear al alumnado la siguiente pregunta: *humanos o meteoritos ¿quién tiene un mayor impacto?*. Tras un breve espacio de tiempo para un pequeño debate al respecto, se les plantea la siguiente pregunta: *¿en qué piensas si te digo extinción masiva?*. Nuevamente se otorga un espacio de tiempo para que los alumnos manifiesten sus opiniones. El tercer paso de esta actividad consiste en mostrar a los alumnos una batería de imágenes que representan fenómenos llevados a cabo por el ser humano que estén relacionados con la pérdida drástica de biodiversidad actual, los procesos de contaminación a escala planetaria, etcétera, como por ejemplo, la creación de islas de plástico en el océano, los diferentes tipos de contaminación (lumínica, química, etcétera), la sobreexplotación de recursos, la caza furtiva, el comercio de especies y el maltrato animal, la deforestación, la introducción de especies exóticas invasoras o el calentamiento global. A continuación, se les presenta a los alumnos un organizador gráfico relacionado con la rutina de pensamiento de “Veo, pienso, me pregunto” como el mostrado en la figura 7, y se le pregunta al alumnado: *¿qué han visto en la batería de imágenes anteriores?*. Junto a dicho organizador gráfico se le presentan preguntas que pueden ayudarles a rellenar la segunda columna de la tabla relacionada con el apartado *¿qué piensas al respecto?*, por ejemplo: *¿quién provoca los fenómenos que has observado en las imágenes?*, *¿son más o menos frecuentes que el impacto de un gran meteorito?*, *¿podemos hacer algo para evitarlos o escapan a nuestro control?*. Por último, se abre un periodo de reflexión para rellenar el tercer apartado: *¿qué otras dudas o preguntas vienen a tu mente en relación a lo comentado hasta ahora?*.

Una vez que el pensamiento del alumnado ha sido recogido en el organizador gráfico, continuando la actividad mostrando a los alumnos una batería de noticias recientes que

parecen confirmar la existencia de una sexta extinción masiva histórica promovida por las acciones humanas, tal y como muestra la figura 10, y se les plantea una nueva pregunta: a la luz de todas estas evidencias recientes, *¿aún podrías tener dudas del impacto humano en relación a este nuevo proceso de extinción?*. Razona tu respuesta.

Por lo general, el alumnado termina convencido de que el ser humano es causante de la sexta extinción dada la batería de evidencias que les hemos aportado, sin embargo, en ese momento el profesor debe plantear la última pregunta: *¿están seguros de que lo que les he mostrado aquí es cierto? O ¿me lo habré inventado todo?*, añadiendo una frase final: la única manera de que estén seguro es de que se aseguren es que ustedes mismos lleven a cabo una investigación al respecto.



Figura 9. Batería de noticias actuales relacionadas con la existencia de la sexta gran extinción masiva utilizada durante el desarrollo de una clase con metodología de Aprendizaje Basado en el Pensamiento.

### **Metodología subyacente y objetivos a lograr con esta actividad**

La rutina básica de Aprendizaje Basado en el Pensamiento que domina esta actividad se denomina “Veo, pienso, me pregunto”. Este tipo de actividad agudiza la percepción del alumnado, permite que manifiesten sus puntos de vista, fomenta el debate colectivo, la construcción de conocimiento de forma cooperativa y el análisis crítico de la información y argumentos procedentes de distintas fuentes. En el fondo de esta actividad subyace un proceso de toma de decisiones, basado en un análisis crítico de las evidencias existentes. Si el alumno ha llevado a cabo un proceso de pensamiento eficaz, la respuesta a la



pregunta de si aún deberían tener dudas debería contemplar una respuesta afirmativa porque ninguno de ellos ha buscado las evidencias mostradas durante la sesión, sino que esta información ha sido aportada por el profesor, por lo que podría haber sido manipulada para provocar una respuesta determinada. La idea es que el alumnado comprenda que es necesario contrastar la veracidad de las noticias que hallamos día a día, indagando sobre la fiabilidad de las fuentes emisoras de las mismas, acción que se podría llevar a cabo planteándose una batería de preguntas entre las que se podría incluir: ¿quién ha hecho el estudio?, ¿ha realizado estudios de este tipo anteriormente?, ¿qué mecanismos me demuestran la fiabilidad del emisor de este artículo? (por ejemplo, que el artículo deba ser evaluado por varios expertos antes de ser comunicado a la sociedad), etcétera. CCC desarrolladas mediante esta actividad: CCL, CMCT, CPAA, CSC, CEC.

### **Resultados encontrados al llevar a cabo esta actividad**

Esta actividad se pudo poner en práctica a través de la colaboración mantenida con la profesora de biología del colegio Ntra. Sra. del Buen Consejo, localizado en La Laguna.

Uno de mis mayores miedos al plantear este tipo de actividades es que el alumnado no respondiera a la misma de forma activa debido al cambio de enfoque que plantea respecto a la metodología tradicional. Sin embargo, dado que en este centro ya se está llevando a cabo un proceso de cambio educativo, optando por metodologías en las que el alumno juegue un papel más activo, la actividad no supuso un choque drástico para el alumnado de la clase en la que se realizó.

Conté en todo momento con muy buena participación por parte del alumnado presente en el aula. Esto permitió que la sesión fuese muy dinámica y todos los alumnos pudiesen expresar su punto de vista sin miedo a ser juzgados por los demás. A medida que avanzaba el tiempo, pude notar que los alumnos iban relacionando la sesión de las extinciones con conocimientos adquiridos en otras asignaturas como historia y los evalúan examinándolos bajo el prisma de la realidad presente. Además, como parte del proceso de acción-reflexión colectiva, era notable que las respuestas de unos generaban nuevas incógnitas para otros, manteniendo la tensión y la curiosidad a lo largo de toda la sesión. Por otro lado, las respuestas del alumnado revelaron que están acostumbrados a obtener respuestas a corto plazo, porque en algunos momentos de reflexión en voz alta, mostraban su frustración ante la falta de respuestas y la incapacidad de provocar el cambio inmediato

en la sociedad. La profesora del centro interactuó en todo momento tanto conmigo como con el alumnado, ayudándome a mantener el clima de trabajo dentro del óptimo.

Tras poner en práctica este tipo de actividad, mi punto de vista es que funcionan a la perfección, permitiéndonos alcanzar los objetivos planteados a priori mediante sesiones más dinámicas, atractivas y motivadoras para el alumnado. El resultado quedó claramente reflejado en el organizador gráfico que llenaron de manera colectiva los alumnos, dejando plasmado en el mismo el proceso de reflexión que han llevado a cabo.

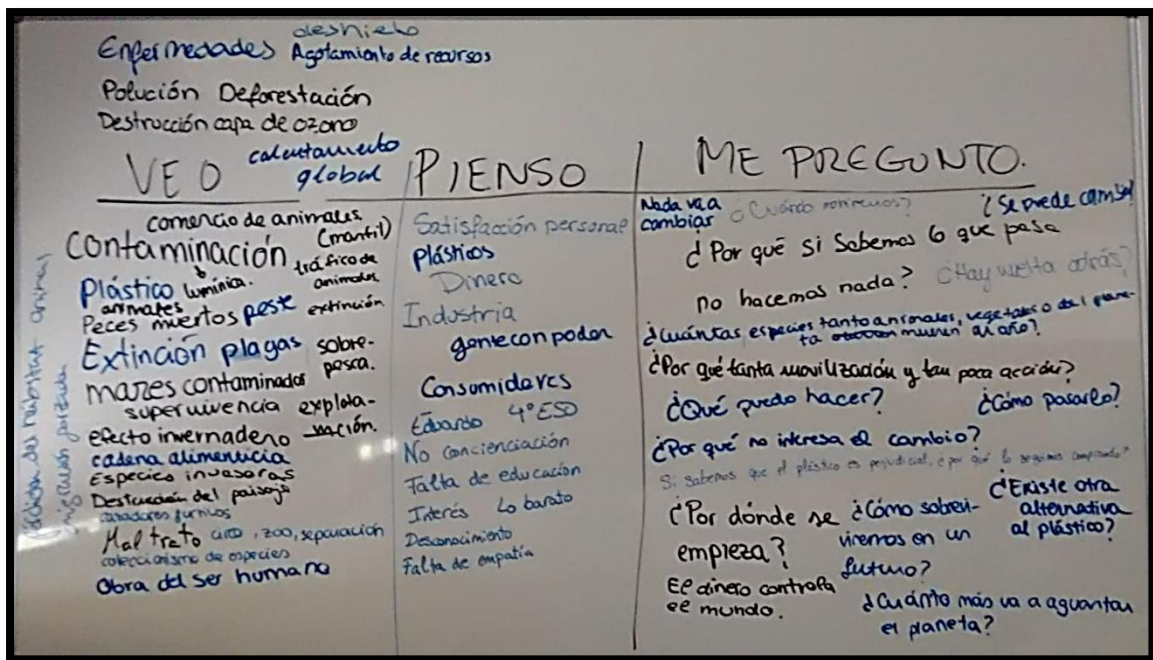


Figura 10. Respuestas recogidas en el organizador gráfico tipo “Veo, pienso, me pregunto” de la sesión práctica de Aprendizaje Basado en el Pensamiento.

Por último, aproveché para explicarles de una manera gráfica los pasos que se deberían seguir a la hora de tomar una decisión, y fueron los propios alumnos los que me comentaron que en base a lo que habíamos dicho que, lo importante no es tener acceso a la información porque ésta está disponible para ellos continuamente, sino saber qué información es importante y fiable, por lo que parece que comenzaron a interiorizar los pasos a seguir para poder desarrollar una manera de pensar crítica.



Figura 11. (a) Diapositiva de la sesión de Aprendizaje Basado en el Pensamiento en la que se resumen los pasos a seguir antes de tomar una decisión o crearnos una opinión en base a la información disponible en torno a un tema; (b) fotografía tomada durante la realización de la actividad “Humanos o meteoritos ¿quién tiene un mayor impacto sobre la vida en la Tierra?”

### Propuesta de mejora

La propuesta de trabajo aquí planteada podría requerir que, en algunos casos, el alumnado domine una serie de conceptos básicos antes de poder llevar a cabo las actividades. Si quisiéramos dar un paso más allá, se podría hacer uso de otra metodología innovadora, apostando por una implicación aún mayor por parte del alumnado en su propio aprendizaje mediante el uso de clases invertidas, también conocidas con el término inglés de “*flipped-classrooms*” (Tucker, 2012; Mok, 2014; Gilboy, Heinerichs y Pazzaglia, 2015). Según esta metodología el alumno tendría que acceder a los contenidos necesarios en casa, mientras que las sesiones desarrolladas en el aula se dedicarían a la realización de actividades y solventar las dudas que puedan surgir durante ese proceso, dudas que son a su vez fuentes de nuevo conocimiento. Una de las mayores ventajas señaladas por algunos de los profesionales que han dado el salto a este tipo de metodología es que, al no tener que dedicar tanto tiempo a mostrar el contenido en clase, los docentes pueden atender de forma individualizada a los alumnos más frecuentemente, logrando que todos avancen progresivamente, cada uno acorde al nivel que tenga.

A simple vista podríamos pensar que la alternativa de que un alumno tenga que acceder a los conocimientos en casa para poder realizar las actividades en clase no parece muy viable. Esa visión puede deberse al método que hemos seguido la mayoría de nosotros

para acceder a la información. Si hacemos memoria, el método principal de acceso a la información que manejábamos hace unas décadas era la consulta del libro de texto. Desde “el libro gordo de Petete” o “mi primera sopena”, hasta los libros de cualquier materia educativa diseñados para cada uno de los escalones del sistema educativo, son una prueba fehaciente de la hegemonía de este recurso en la metodología que se ha empleado desde hace mucho tiempo en nuestro país para transmitir la información al alumnado.

Si los alumnos leyeran de antemano las actividades en casa, las clases podrían ser incluso más dinámicas, haciendo un uso más frecuente de actividades basadas en ‘*role playing*’, que podrían fomentar el desarrollo de la creatividad y la mirada empática del alumnado a la vez que nos permitiría que comprendieran la complejidad que entraña el desempeño de ciertos trabajos en nuestra sociedad, y la importancia de la acción individual para poder lograr un cambio general.

Sin embargo, no hay que olvidar el contexto histórico en el que nos movemos en la actualidad. En nuestra sociedad, la tecnología e internet han sacado a la palestra innumerables recursos que pueden usarse para acceder al alumnado, desde videos, hasta “*blogs*”, “*podcasts*”, y un sinfín de materiales interactivos que captan con mayor facilidad la atención del alumnado. Por tanto, aunque algunos docentes usuarios de las clases invertidas reconocen que al principio cuesta que los alumnos se adapten a este innovador método de trabajo, los beneficios obtenidos superan con creces los costes de la inversión inicial (Tucker, 2012). Un ejemplo del éxito de este tipo de metodología es el cosechado por el profesor Juan Jesús Pleguezuelos, profesor del instituto Virgen de las Nieves en Granada, quien ha desarrollado dos programas de radio “*online*” que permiten a los alumnos prepararse los temas de Historia de España e historia del Arte para la EBAU, habiendo logrado que sus archivos de audio se situaran entre las pistas más escuchadas en Spotify, compitiendo con muchos de los famosos programas de entretenimiento actuales. En definitiva, parece que existen muy buenas alternativas para hacer llegar a los alumnos el contenido esquivando en la medida de lo posible las largas sesiones de lectura que marcaron a las generaciones pasadas.

Durante mi periodo de prácticas, tuve la oportunidad de poner en práctica una experiencia de este tipo, limitada en parte por la dinámica habitual de enseñanza-aprendizaje que se seguía en el CEPA Comarca Nordeste, donde los alumnos de bachillerato formaban parte de un programa de clases tutorizadas a distancia, por lo que nunca se podía saber de antemano el número de alumnos asistentes a las sesiones que se preparasen. De todos

modos, pusimos en práctica una actividad relacionada con el ecosistema del monteverde en Canarias. Esta actividad, englobada dentro del marco de la asignatura de Medio Natural Canario, cuadraría perfectamente dentro de una unidad que tuviese como tema principal las extinciones. La laurisilva es uno de los ecosistemas más frágiles del archipiélago canario, y en algunas de las islas está al borde de la desaparición. Por ejemplo, en la vecina isla de Gran Canaria, las manchas de laurisilva actuales se reducen a tan sólo un 1-2% de su distribución original (Santos, 1990). Entre los factores desencadenantes de esta situación cabe destacar, la tala masiva para aprovechamiento maderero o para disponer de espacio para el cultivo de caña de azúcar, y la desaparición de especies clave para el mantenimiento de dicho ecosistema como las palomas endémicas de Canarias, principales dispersores de semilla dentro de ese frágil entorno.

En Tenerife, aunque también haya mermado con respecto a su distribución original, aún tenemos una buena representación de dicho ecosistema, y dada la cercanía del CEPA al Parque Rural de Anaga, me pareció adecuado poner en marcha una actividad para que el alumnado aprendiese a reconocer las especies más características de dicho espacio. En mi caso, esta actividad tenía varios objetivos, no sólo que aprendiesen a reconocer alguna de las especies de flora y fauna del lugar, sino que además tomasen conciencia de la joya natural de la que disponemos, de manera que desarrollaran la necesidad de conservarla a toda costa.

Para llevar a cabo esta situación de aprendizaje, preparé una serie de materiales informativos con características que pudiesen ayudar al alumnado a diferenciar las principales especies. Por ejemplo, si nos fijamos en el laurel, aparte de su tronco con una cierta granulación, al verlo de lejos los brotes más jóvenes tienen una tonalidad más blanquecina que las hojas maduras, de color verde oscuro. Si además tenemos la posibilidad de acercarnos a las hojas, veremos que, en el haz, concretamente en los ángulos que se forman entre el nervio central y los laterales, existen unos diminutos abultamientos característicos de esta especie. Posteriormente, y transcurridos un par de días desde la entrega del material, realizamos una ruta a pie por el sendero de “Las Hiedras”. A lo largo del recorrido pude preguntar a los alumnos si eran capaces de identificar algunos ejemplares que le iba señalando.

Teniendo en cuenta la novedad de este tipo de dinámicas para los alumnos del CEPA, y conociendo el grado de dificultad que tiene la identificación de especies de laurisilva para cualquier persona, era plenamente consciente de que sería conseguir buenos resultados

tras una única sesión. Sin embargo, he de decir que el alumnado se mostró atento y motivado durante toda la ruta, demostrando que, aunque con cierta dificultad, eran capaces de identificar las principales especies de arbolado que habitaba en el sendero. Además, al término de la ruta los estudiantes asistentes mostraron su satisfacción con el cambio de dinámica que suponía esta actividad con respecto a la metodología de enseñanza utilizada comúnmente en el centro, llegando a preguntar incluso por la posibilidad de hacer otras salidas a los demás pisos de vegetación para aprender más sobre la flora y fauna de los mismos de una manera práctica.

Por tanto, haciendo un análisis global de la experiencia vivida durante las prácticas en los distintos entornos de enseñanza, si tuviese que cambiar algo de las programaciones que se llevan a cabo en la actualidad sería el grado de actividad que se le otorga al alumnado dentro de su propio proceso de aprendizaje. Creo que deberíamos tender a cederles un mayor protagonismo, dotándoles de un papel más activo, en el que puedan expresar sus ideas, preferencias y puntos de vista, a la vez que deban tomar decisiones que condicionen en parte el transcurso de su proceso educativo. Así es alumnado se sentirá partícipe del proceso y se involucrará más en el mismo. Además, la mejor opción bajo mi punto de vista es adoptar un modo de trabajo en el que se puedan integrar las diferentes metodologías y recursos existentes a nuestro alrededor para generar un ambiente en continua evolución que sea capaz de mantener el interés de los alumnos y alumnas a lo largo de toda la etapa educativa.



Figura 12. Profesores y alumnado del CEPA Comarca Nordeste asistentes a la situación de aprendizaje desarrollada en la laurisilva.

## ***Discusión general***

Quizás la pregunta que debería ser el eje central en torno al cual girase esta discusión sería: ¿podría mejorar mi propuesta los resultados obtenidos a través de una metodología más tradicional?. Desde mi punto de vista, creo firmemente que sí.

Esta propuesta no ha diseñada para que los alumnos saquen unas notas excelentes, objetivo que parece haber sido por momentos la fuerza motriz que ha guiado nuestro sistema educativo. La serie de actividades descritas anteriormente, tienen como meta no sólo alcanzar los objetivos marcados en el currículum en relación a contenidos conceptuales, sino que además están orientadas al desarrollo simultáneo de las Competencias Clave, la adquisición de valores relevantes para el desempeño de cualquier trabajo en la vida, como por ejemplo, rigurosidad, capacidad de trabajo en equipo para lograr objetivos tanto a corto como a largo plazo, capacidad de negociación, perseverancia y respeto por las visiones alternativas, y también para conseguir que los estudiantes desarrollen un pensamiento crítico que les permita ganar seguridad en sí mismos a la hora de afrontar procesos de resolución de problemas y toma de decisiones.

En definitiva, se trata de lograr que el alumnado se forme de la manera más integra posible, pero no con el ánimo de lograr unos resultados académicos excepcionales durante su etapa escolar, sino dotándoles de herramientas que les permitan afrontar las diversas situaciones que puedan encontrarse a lo largo de toda su vida. Debemos aprender a determinar qué es lo realmente necesario aprender para generar ciudadanos felices y capaces de desarrollarse plenamente, integrándose con facilidad en el entramado social que los rodea.

La consecución de esta meta puede resultar muy complicada si continuamos utilizando metodologías tradicionales en las que el profesorado tenía un papel predominante durante las clases, donde predominaban las lecciones expositivas y el alumnado se limitaba a recibir información sin cuestionarla, tratando de memorizarla y repetirla lo más fielmente posible. Por el contrario, una propuesta como la aquí presentada, en la que se han combinado multitud de recursos y metodologías (uso de las TIC, aprendizaje cooperativo, investigación escolar, Aprendizaje Basado en el Pensamiento, etcétera), permiten el desarrollo de sesiones más prácticas, en las que el alumnado es el protagonista, teniendo una actitud mucho más activa y dinámica. Para ello, un requisito básico es que como docentes lleguemos a conocer bien a los integrantes de cada una de nuestras aulas,

profundizando en sus preferencias, determinando sus puntos fuertes, pero también sus debilidades, a las que deberemos prestar especial atención para superar los problemas que éstas puedan ocasionar. El conocimiento de las preferencias del alumnado dotará a los docentes de nuevas herramientas que deberán combinar a la hora de plantear su programación didáctica, de forma que sean capaces de captar la atención de los alumnos y mantener a los mismos motivados constantemente, para que, a través de la participación activa, éstos saquen el mayor provecho posible a su proceso de aprendizaje.

En mi caso, he podido comprobar que el tipo de dinámicas aquí planteada puede ser utilizada en entornos educativos tan diferentes como un centro concertado y un CEPA. Mi experiencia en ambos sitios me ha permitido interiorizar la idea de que el programa educativo de un docente nunca no podrá concluirse hasta que se conozca el entorno en el que se va a desarrollar, puesto que las características de los alumnos que compongan cada una de las clases condicionarán por completo el desarrollo del proceso educativo.

En un entorno como un CEPA, donde muchos alumnos siguen itinerarios educativos tutorizados a distancia, y por tanto la asistencia no es obligatoria, la aplicación de rutinas de aprendizaje basado en el pensamiento puede llegar a tener una relevancia incluso mayor. Un gran porcentaje de los alumnos con los que pude interactuar en el CEPA donde desarrollé mis prácticas, compaginaban los estudios con la actividad laboral y la vida familiar, relegando en muchos casos los estudios a un segundo plano. Esto supone una gran diferencia con respecto a la educación escolar ordinaria, ya que, en su caso, independientemente del tipo de centro del que formen parte, la educación jugará un papel central en sus vidas durante esa etapa en concreto. Así pues, en los CEPA, el desarrollo de destrezas de pensamiento superior que les permitan resolver problemas y tomar decisiones de una forma eficaz, a la vez que se construyen un punto de vista crítico, debe ser prioritario para que los alumnos que permanecen mucho menos tiempo en el centro, sean capaces igualmente de avanzar educativamente hablando. No nos olvidemos que la función básica de la educación de adultos y, por tanto, la de los CEPA, es la de ofrecer a todas las personas mayores de edad una vía que les posibilite la adquisición, actualización y la ampliación de sus conocimientos y aptitudes para su desarrollo personal y profesional, brindando a estas personas el acceso a las titulaciones académicas y a las certificaciones o titulaciones profesionales no universitarias que por la vía ordinaria no pudieron obtener.



Por otro lado, la temática que vertebra este trabajo, evolución y extinciones, nos permite a los docentes crear actividades atractivas para el alumnado con mayor facilidad, tendiendo puentes entre sus intereses y nuestros objetivos. ¿Qué alumno o alumna no ha oído nunca hablar de los dinosaurios?, ¿a cuántos de ellos no les suena la extinción de los mismos a causa de un impacto de meteorito?, ¿cuántas generaciones han soñado con formar parte de un equipo de paleontólogos para buscar restos fósiles de organismos de que dejaron de existir hace millones de años?. Estos temas se han mantenido en el ideario colectivo generación tras generación, y han sido incluso explotados por las industrias literaria y cinematográfica durante décadas para captar nuestra atención, por lo que pueden ser de igual forma utilizada por los docentes para captar la atención del alumnado, motivándolos, de manera que logremos alcanzar el desarrollo de los mismos de un punto de vista conceptual, procedimental y actitudinal. Sin embargo, en esta ocasión hemos querido ir un paso más allá abordando la cuestión desde un punto de vista innovador.

Tradicionalmente, al hablar de extinciones y evolución, nuestra mente viaja al pasado, trayendo escenas de organismos de tiempos pretéritos, volcanes en plena erupción y anfibios saliendo del agua y conquistando poco a poco el medio terrestre. Al igual que ocurre con estos contenidos biológicos, si hablamos de historia, nuestra mente viaja de nuevo y nos trae imágenes de los tiempos de las cavernas o de la Edad Media, por ejemplo. En términos generales, la dinámica seguida hasta el momento ha tendido a analizar todas esas etapas y eventos del pasado para sacar conclusiones que nos permitan comprender mejor lo que estamos viviendo en la actualidad.

Lo que aquí proponemos es recorrer el camino a la inversa, es decir, conseguir que el alumnado sea capaz de analizar lo que ocurre en la actualidad de modo que pueda sacar ideas en claro que le permitan llegar a comprender los fenómenos que ocurrieron en el pasado. En definitiva, tratamos de trabajar con el presente para que entiendan el pasado, y sean capaces de afrontar el futuro con mayores garantías de éxito.

El principal objetivo de esta propuesta es en definitiva, proponer un modelo alternativo mediante el cual los alumnos aprendan a pensar (Perkins y Swartz, 1989), incluso, sobre la forma en la que se ha llevado a cabo el pensamiento (metacognición), de tal manera que podamos ir progresando en nuestro proceder, y tras adquirir conciencia del tipo de pensamiento que llevamos a cabo en cada situación, seamos incluso capaces de describir los pasos que hemos seguido, evaluemos el proceso en su conjunto y seamos finalmente

capaces de llegar a planificar la forma de llevar a cabo ese tipo de pensamiento la próxima vez que debamos aplicarlo, sabiendo si es necesario realizar modificaciones con respecto a la vez anterior o no. Sólo así se conseguirá educar al alumnado de una forma eficaz que les permita abordar con seguridad y mayores probabilidades de éxito las diferentes situaciones a las que se verán expuestos una vez que acabe la etapa escolar.

## **Conclusiones**

1. El entorno educativo condiciona por completo el desarrollo de los procesos de aprendizaje, tal y como he podido comprobar por mi experiencia tanto en el Centro de Educación de Personas Adultas, como en el centro de educación ordinaria, siendo necesario aplicar modificaciones a las programaciones educativas para que en cualquier caso podamos cubrir las necesidades educativas de la amplia diversidad de alumnos que integren nuestras aulas.
2. El paso desde una metodología eminentemente expositiva, y con base en la memorización por repetición, hacia una metodología más activa y funcional, en la que el alumnado juegue un papel protagonista y activo, es imprescindible para lograr alcanzar un aprendizaje significativo y duradero.
3. Las propuestas didácticas deben combinar metodologías y recursos variados que nos permitan generar situaciones de aprendizaje que se amolden a los intereses y necesidades de los alumnos, de forma que podamos captar su atención, motivarlos de forma constante e implicarlos en su propio proceso de aprendizaje, sacando el máximo provecho del mismo.
4. Debemos ser capaces de alcanzar los objetivos curriculares mediante el uso de información actualizada en relación a las temáticas estudiadas, de forma que el alumnado pueda establecer una conexión inmediata entre lo aprendido en la escuela y los procesos y situaciones que forman parte de su vida cotidiana.
5. Debemos aprender a determinar qué tipo de contenidos y procedimientos son realmente útiles para los ciudadanos a lo largo de toda su vida, invirtiendo así un mayor tiempo para su aprendizaje durante la etapa escolar.
6. El Aprendizaje Basado en el Pensamiento va más allá de cualquier temática, teniendo como objetivo principal el desarrollo de destrezas de orden superior que permitan resolver problemas y tomar decisiones de forma eficiente, y ser capaces

de gestionar la información disponible en el entorno para poder crearse un punto de vista crítico basado en argumentos sólidos.

7. Para alcanzar un conocimiento significativo, y una forma de actuar eficiente y crítica, debemos enseñar al alumnado a “aprender a pensar”, e incluso a pensar sobre el propio proceso de pensamiento, de forma que este pueda llegar a ser capaz de evaluar la manera en que lleva a cabo dichos procesos, modificándolos cuando sea necesario y planificando futuras acciones.
8. La evolución y los eventos de extinción masiva ofrecen un marco ideal para conseguir, no sólo que el alumnado interiorice contenidos conceptuales y procedimentales, sino también para que se eduque en valores y se conciencie de la necesidad de cuidar nuestro planeta.
9. La propuesta metodológica aquí planteada invita a realizar un viaje temporal hacia el pasado para mejorar la comprensión de los procesos que han tenido lugar en nuestro planeta a lo largo de la historia. Proponemos partir de la situación actual (la sexta gran extinción), donde los fenómenos pueden ser observados a diario por el alumnado, para luego poder entender lo ocurrido en el pasado, empleado el pensamiento como herramienta de aprendizaje. Este ejercicio permite comprender que es necesario un cambio de enfoque hacia nuevos paradigmas de la conservación para asegurar el futuro de nuestro planeta y su biogeodiversidad.

### ***Referencias bibliográficas***

- Ainscow, M. (1995): Education for All: Making it happen. *Support for Learning*, 10 (4), 147-155.
- Abdel-Hafez Pérez, S. (2013). *Implantación del Thinking Based Learning (TBL) en el aula de Educación Primaria. Propuesta de intervención*. (Trabajo Fin de Grado). Facultad de Educación. Universidad Internacional de La Rioja. España.
- Abell, S. (2007). Research on science teacher knowledge. En S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1105-1149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Abell, S. (2008). Twenty years later: does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416.

- Aikenhead, G. S. (2003). Review of Research on Humanistic Perspectives in Science Curricula. En R. Millar (Presidencia), 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): *Research and the Quality of Science Education*. Noordwijkerhout, The Netherlands.
- Acevedo Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16.
- Acevedo Díaz, J. A., Vázquez Alonso, A., y Manassero Mas, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111.
- Aliste, M. E. R., Real, D. L., y Bravo, I. L. (2006). ¿Eres visual, auditivo o kinestésico? Estilos de aprendizaje desde el modelo de la Programación Neurolingüística (PNL). *Revista Iberoamericana de Educación*, 38(2), 1-10.
- Archibald, J. D. (2009). Edward Hitchcock's pre-Darwinian (1840) "Tree of life". *Journal of the History of Biology*, 42(3), 561-592.
- Archibald, J. D., y Fastovsky, D. E. (2004). Dinosaur extinction. *The dinosauria*, 2, 672-684.
- Aragón García, M., y Jiménez Galán, Y. I. (2009). Diagnóstico de los estilos de aprendizaje en los estudiantes: Estrategia docente para elevar la calidad educativa. *CPU-e, Revista de Investigación educativa*, (9), 23-43.
- Araque Hontangas, N., y Barrio de la Puente, J. L. (2010). Atención a la diversidad y desarrollo de procesos educativos inclusivos. *Prisma Social: Revista de Investigación Social*, (4), 13.
- Armstrong, T., Rivas, M. P., Gardner, H., y Brizuela, B. (1999). *Las inteligencias múltiples en el aula*. Buenos Aires: Manantial.
- Arruga, A. (1974). *Introducción al test sociométrico*. Barcelona: Herder.
- Atkinson, R. C., y Shiffrin, R. M (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. En K. W. Spence (Ed.), *The psychology of learning and motivation: advances in research and theory*, vol. 2 (pp. 89-195). New York: Academic Press.

- Ausubel, D.P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York, Grune and Stratton.
- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York, Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1, 1-10.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo* (Vol. 2). México: Trillas.
- Barnosky, A. D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G. O. U., Swartz, B., Quental, T. B., Marshall, C., McGuire, J. L., Lindsey, E. L., Maguire, K. C., Mersey, B., y Ferrer, E. A. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature* 471:51-57.
- Barrasa, Á., y Gil, F. (2004). Un programa informático para el cálculo y la representación de índices y valores sociométricos. *Psicothema*, 16(2), 329-335.
- Barrio de la Puente, J. L. (2009): Hacia una Educación Inclusiva para todos. *Revista Complutense de Educación*, 20(1), 13-31.
- Broszimmer, F. (2001). *Ecocide: a short history of the mass extinction of species*. London: Pluto Press.
- Brown, P. T., y Caldeira, K. (2017). Greater future global warming inferred from Earth's recent energy budget. *Nature*, 552, 45-52.
- Brusatte, S. L., Butler, R. J., Barrett, P. M., Carrano, M. T., Evans, D. C., Lloyd, G. T., Mannion, P. D., Norell, M. A., Peppe, D. J., Upchurch, P. y Williamson, T. E. (2015). The extinction of the dinosaurs. *Biological Reviews*, 90(2), 628-642.
- Cain, M. L., Damman, H., Lue, R., y Yoon, C. K. (2007). *Discover Biology (Third edition)*. NY: W. W. Norton & Company.
- Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 19(2), 243-254.
- Cano (2009). La investigación escolar: un asunto de enseñanza y aprendizaje en la Educación Secundaria. *Investigación en la Escuela*, 67, 63-79.

- Cañal, P. (1999). Investigación escolar y estrategias de enseñanza por investigación. *Revista Investigación en la Escuela*, 38, 15-36.
- Cañal, P. (2007). La investigación escolar, hoy. *Alambique*, 52, 9-19.
- Casanova, M. A. (1991). *La sociometría en el aula*. Madrid: La Muralla.
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M., y Palmer, T. M. (2015). Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science advances*, 1(5), e1400253.
- Chen, Z. Q., Algeo, T. J., y Bottjer, D. J. (2014). Global review of the Permian–Triassic mass extinction and subsequent recovery: part I. *Earth-Science Reviews*, 137, 1-5.
- Chevallard Y. (1985) *La transposition didactique; du savoir savant au savoir enseigné*. Paris: La Pensée Sauvage.
- Corral Ruso, R. (2001). El concepto de zona de desarrollo próximo: una interpretación. *Revista cubana de Psicología*, 18(1), 72-76.
- Costa, A., y Kallick, B. (2000). *Habits of mind: A developmental series. Vermonts Consultants for languages and learning*. Vermont Alexandria: ASCD.
- Coumou, D., Robinson, A., y Rahmstorf, S. (2013). Global increase in record-breaking monthly-mean temperatures. *Climatic Change*, 118(3-4), 771-782.
- DECRETO 83/2016, de 4 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias (BOC n.º 136, de 15 de julio)
- De Faria Campos, E. (2006). Transposición didáctica: definición, epistemología, objeto de estudio. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, 2.
- De Pro, A. J. (2003): La construcción del conocimiento científico y los contenidos de ciencias, En M. P. Jiménez Aleixandre. (Ed.) *Enseñar Ciencias*. Barcelona: Graó.
- Eisenstein, E. (1994). *La revolución de la imprenta en la edad moderna europea*. Madrid: Ediciones AKAL.

- Fernández Enguita, M. (1997). Los desiguales resultados de las políticas igualitarias: clase, género y etnia en la educación. *Sociología de las instituciones de educación secundaria*, 108-123.
- Fernández Enguita, M., Mena, L. y Riviere, J. (2010). Fracaso y abandono escolar en España. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 14(3), 319-321.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American psychologist*, 34(10), 906-911.
- Fourez, G. (2002). Les sciences dans l'enseignement secondaire. *Didaskalia*, 21, 107-122.
- Galera, A. (2002). Modelos evolutivos predarwinistas. *Arbor*, 172(677), 1-16.
- García, J. E. (2004): Los contenidos de la Educación Ambiental: una reflexión desde la perspectiva de la complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53,31-51.
- García Pérez, F. F. (2000). Un modelo didáctico alternativo para transformar la educación: el modelo de investigación en la escuela. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 4(64), 1-24.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. NY: Basics.
- Gardner, H. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. UK: Hachette.
- Gardner, H. (2016). *Estructuras de la mente: la teoría de las inteligencias múltiples*. México: Fondo de cultura económica.
- Ghasemi, A., y Zahediasl, S. (2012). Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. *International journal of endocrinology and metabolism*, 10(2), 486.
- Gil, D., y Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. *Revista Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
- Gilboy, M. B., Heinerichs, S., y Pazzaglia, G. (2015). Enhancing student engagement using the flipped classroom. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 47(1), 109-114.

- Giné, N., y Piqué Simón, B. (2007). Evaluación para la inclusión: siete propuestas en forma de tesis. *Aula de Innovación Educativa*, 163-164, 7-11.
- Giordan, A. (1982): *La enseñanza de las ciencias*. Madrid: Siglo XXI
- Glikson, A. (2018). The lungs of the Earth: Review of the carbon cycle and mass extinction of species. *Energy Procedia*, 146, 3-11.
- Gómez Mendoza, M. A. (2005). La transposición didáctica: historia de un concepto. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1(1), 85-115.
- Guijarro, R. B. (1990). La atención a la diversidad en el aula y las adaptaciones del currículum. En A. Marchesi, C. Coll y J. Palacios. (Eds.) *Desarrollo Psicológico y Educación III. Necesidades educativas especiales y aprendizaje escolar* (pp. 411-438). Madrid: Alianza.
- Hashim, H., Ali, M. N., y Shamsudin, M. A. (2017). Infusing High Order Thinking Skills (HOTs) through Thinking Based Learning (TBL) during ECA to enhance students interest in STEM. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(11), 1191-1199.
- Hidalgo Vicario, M. I., y Ceñal González-Fierro, M. J. (2014). Adolescencia. Aspectos físicos, psicológicos y sociales. *Anales de Pediatría Continuada*, 12(01), 42-46.
- Hough, L. (2015). What's worth learning in school. *Harvard Ed. Magazine*.
- Iglesias Diz, J. L. (2013). Desarrollo del adolescente: aspectos físicos, psicológicos y sociales. *Pediatría Integral*, 17(2), 88-93.
- Kemp, A. C. (2002). Implications of diverse meanings for "scientific literacy". En P. A. Rubba, J. A. Rye, W. J. Di Biase y B. A. Crawford (Eds.). *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science* (pp. 1202-1229). NC: Charlotte.
- Kirkwood, M. (2000). Infusing higher-order thinking and learning to learn into content instruction: A case study of secondary computing studies in Scotland. *Journal of curriculum studies*, 32(4), 509-535.
- Kolbert, E. (2009). ¿Sexta extinción?. *Política Exterior*, 23(132), 109-120.



- Lee, E. y Luft, J.A. (2008). Experienced secondary science teachers' representation of pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1343-1363.
- Ley 14/1970, de 4 de agosto, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa (BOE nº 187, de 6 de agosto de 1970)
- Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo (BOE nº 238, de 4 de octubre de 1990)
- Ley Orgánica 8/1985, de 3 de julio, reguladora del Derecho a la Educación (BOE nº 159, de 4 de julio de 1985)
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (BOE nº 106, de 4 de mayo de 2006)
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (BOE nº 295, de 10 de diciembre de 2013)
- Maddison, D. R., Schulz, K.-S. y Maddison, W. P. (2007). The Tree of Life Web Project. Pages 19-40. En: Z.-Q. Zhang, y W.A Shear, (Eds.). *Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy*. Zootaxa 1668:1-766.
- Martínez Selva, M. J. (2002). La democratización en la enseñanza. *Eúphoros*, (4), 259-278.
- McGuinness, C. (1999). *From thinking skills to thinking classrooms: A review and evaluation of approaches for developing pupils' thinking*. London: Department for Education and Employment.
- McGuinness, C. (2005). *Teaching thinking: Theory and practice. Pedagogy: learning for teaching*. Londres: British Psychological Association.
- Meehl, G. A., y Tebaldi, C. (2004). More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science*, 305(5686), 994-997.
- Mindell, D. P. (2013). The tree of life: metaphor, model, and heuristic device. *Systematic Biology*, 62(3), 479-489.
- Mok, H. N. (2014). Teaching tip: The flipped classroom. *Journal of Information Systems Education*, 25(1), 7.

- Monreal Pérez, J. L. (2010). *El desarrollo de las lenguas vernáculas, el uso de la lengua y el arte de traducir en la Tradición Humanista Renacentista y en el Humanismo reformador europeo* (Doctoral dissertation). Universidad de Murcia, España.
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*, 19, 44.
- Moreno, J.L. (1954). *Fundamentos de Sociometría*. Buenos Aires: Paidós.
- Negrín Medina, M. Á. y Marrero Galván, J. J. (2018). Evolución en la escolarización del alumnado con necesidades educativas especiales en el sistema educativo español: conceptualización, síntesis histórica y papel de la Inspección Educativa. *Avances en Supervisión Educativa*, (29).doi: <https://doi.org/10.23824/ase.v0i29.596>
- Núñez Espallargas, J. M., y Servat Susagne, J. (1988). La matemática y la Institución Libre de Enseñanza: concepciones teóricas y pedagógicas. *Llull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 11(20), 75-96.
- Oliva, A., y Antolín, L. (2010). Cambios en el cerebro adolescente y conductas agresivas y de asunción de riesgos. *Estudios de Psicología*, 31(1), 53-66.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, relaciones entre las competencias, los contenidos y evaluación de Primaria, ESO y Bachillerato (BOE nº 25, de 29 de enero de 2015)
- Parga Lozano, D. L., y Mora Penagos, W. M. (2014). El PCK, un espacio de diversidad teórica: Conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. *Educación química*, 25(3), 332-342.
- Park, S., y Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in science Education*, 38(3), 261-284.
- Perkins, D. (1996). Teaching for understanding. *The Professional Journal of the American Federation of Teachers*; 17(3), 28-35.
- Perkins, D. (2008). *Smart schools: From training memories to educating minds*. Simon and Schuster.
- Perkins, D. (2010). *Making learning whole: How seven principles of teaching can transform education*. UK: John Wiley & Sons.

- Perkins, D., y Swartz, R. (1989). The Nine Points about Teaching Thinking. En A. Costa, J. Bellanca y R. Fogarty (Eds.) *If Minds Matter*. IL: Palatine, Skylights.
- Pozo, J.I. (1996): *Aprendices y maestros*. Madrid. Alianza.
- R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Reed Geertsen, H. (2003). Rethinking thinking about higher-level thinking. *Teaching Sociology*, 31(1), 1-19.
- Ritchhart, R., Church, M., y Morrison, K. (2011). *Making thinking visible: How to promote engagement, understanding, and independence for all learners*. UK: John Wiley & Sons.
- Ritchhart, R., & Perkins, D. (2008). Making thinking visible. *Educational leadership*, 65(5), 57.
- Sabariego, J., y Manzanares, M. (2006). *Alfabetización científica*. En Memorias del I Congreso Iberoamericano de Ciencia, tecnología, sociedad e innovación. México.
- Santos, A., 1990. *Bosques de laurisilva en la región Macaronésica*. Estrasburgo: Consejo de Europa.
- Sapp, J. (2009). *The new foundations of evolution: on the tree of life*. UK: Oxford University Press.
- Sevilla Merino, D. (2007). La Ley Moyano y el desarrollo de la educación en España. *Hespérides: Anuario de investigaciones*, (15), 625-640.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(1), 4-14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23.
- Sjøberg, S. (2003). Science and Technology Education: Current Challenges and Possible Solutions. En E.W. Jenkins (Ed.) *Innovations in science and technology education*, Vol. VIII. París: UNESCO.

- Swartz, R. J. (1987). Teaching for thinking: A developmental model for the infusion of thinking skills into mainstream instruction. En J. B. Baron y R. J. Sternberg (Eds.). *Series of books in psychology. Teaching thinking skills: Theory and practice* (pp. 106-126). New York, US: W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.
- Swartz, R. J., Costa, A. L., Beyer, B. K., Reagan, R., y Kallick, B. (2008). *Thinking-Based Learning. Promoting quality Students Achievement in the 21<sup>st</sup> Century*. Columbia university, New York, USA: Teachers College Press.
- Tonucci, F. (2001). ¿Cómo introducir la investigación escolar?. *Revista Investigación en la Escuela*, 43, 39-50.
- Tucker, B. (2012). The flipped classroom. *Education next*, 12(1), 82-83.
- UNESCO (1994): *Declaración y Marco de Acción sobre Educación para todos*. Conferencia Mundial. Dakar, Senegal.
- Vergara Díaz, C., y Cofré Mardones, H. (2014). Conocimiento Pedagógico del Contenido: ¿el paradigma perdido en la formación inicial y continua de profesores en Chile?. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 40, 323-338.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society. The development of higher psychological processes*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1988). *A formação social da mente*. 2<sup>a</sup> ed. brasileira. São Paulo, Martins Fontes.
- Wilson, D., y Conyers, M. (2016). *Teaching Students to drive their brains*. Viginia USA: ASCD.
- Yin, H., He, W., y Xie, S. (2011). How severe is the modern biotic crisis?—A comparison of global change and biotic crisis between Permian-Triassic transition and modern times. *Frontiers of Earth Science*, 5(1), 1-13.
- Zuur, A., Ieno, E., Walker, N., Saveliev, A., y Smith, G. (2009). *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. New York: Springer.

## **Webgrafía**

- Aula Planeta (2019). *Ventajas del aprendizaje basado pensamiento thinking-based Learning tbl*. Recuperado de <https://www.aulaplaneta.com/2017/10/16/recursos->

tic/ventajas-del-aprendizaje-basado-pensamiento-thinking-based-learning-tbl/  
(20 junio 2019).

CTT (2018). *Center for Teaching Thinking*. Recuperado de <http://www.teach-think.org/es/que-es-tbl/> (15 mayo 2019).

Fresneda, C. (2019). *La crisis de la biodiversidad puede poner a la humanidad en peligro*. Recuperado de <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/ciencia/2019/05/04/5ccd8e27fc6c8389048b462a.html> (5 mayo 2019).

Harvard Graduate School of Education (2016). *Project Zero*. Recuperado de <http://www.pz.harvard.edu/projects/learning-to-think-thinking-to-learn> (15 junio 2019).

INED21 (2017). *Enseñar a pensar: 9 principios básicos – I*. Recuperado de <https://ined21.com/ensenar-a-pensar-i/> (01 junio 2019).

INED21 (2017). *Enseñar a pensar: 9 principios básicos – II*. Recuperado de <https://ined21.com/ensenar-a-pensar-ii/> (01 junio 2019).

INED21 (2017). *Enseñar a pensar: 9 principios básicos – III*. Recuperado de <https://ined21.com/ensenar-a-pensar-iii/> (01 junio 2019).

INED21 (2017). *Enseñar a pensar: 9 principios básicos – IV*. Recuperado de <https://ined21.com/ensenar-a-pensar-iv/> (01 junio 2019).

INED21 (2017). *Enseñar a pensar: 9 principios básicos – V*. Recuperado de <https://ined21.com/ensenar-a-pensar-v/> (01 junio 2019).

INED21 (2017). *Enseñar a pensar: 9 principios básicos – VI*. Recuperado de <https://ined21.com/ensenar-a-pensar-vi/> (01 junio 2019).

INED21 (2017). *Enseñar a pensar: 9 principios básicos – VII*. Recuperado de <https://ined21.com/ensenar-a-pensar-vii/> (01 junio 2019).

IPBES (2019). *Media Release: Nature's Dangerous Decline 'Unprecedented'; Species Extinction Rates 'Accelerating'* | IPBES. (online) Recuperado de: [https://www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment#\\_ftnref1](https://www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment#_ftnref1) (25 de mayo de 2019).

Muy Interesante (2019). *Las mayores extinciones de la historia*. Recuperado de <https://www.muyinteresante.es/ciencia/fotos/las-mayores-extinciones-de-la-historia> (09 mayo 2019).

National Geographic (2019). *Mass Extinctions*. Recuperado de <https://www.nationalgeographic.com/science/prehistoric-world/mass-extinction/> (25 mayo 2019).

The Royal Institution of Australia Inc (2018). *Big five extinctions*. Recuperado de <https://cosmosmagazine.com/palaeontology/big-five-extinctions> (10 mayo 2019).

## **Agradecimientos**

Parte de este trabajo ha podido ser desarrollado gracias a todas aquellas personas que amablemente han compartido información sobre los recursos educativos utilizados para llevar a cabo su labor docente. En especial, me gustaría agradecer la colaboración de mis compañeros de promoción de la rama de Biología y Geología de este máster, que me brindaron información sobre los recursos y metodologías seguidas en los centros educativos donde realizaron sus prácticas.

Igualmente, extendiendo este agradecimiento a todos aquellos profesores que de una u otra manera han hecho posible que este trabajo tomara forma. En concreto, a Carlos Alberto Moreno Hernández y Elena Tena Díaz del CEO Santiago Apóstol que me proporcionaron información relativa a los recursos y dinámicas seguidas en su centro educativo; a Carlos Santos Izquierdo, por su calidez como tutor y su trato amable y colaborador desde el minuto uno de mis prácticas, por presentarme tanto a su alumnado como al resto de integrantes del equipo educativo del CEPA Comarca Nordeste y hacerme sentir cómodo desde el principio. A Elsa Rodríguez Miranda, por haberme abierto las puertas su clase en el colegio Nuestra Señora del Buen Consejo, permitiéndome llevar a cabo una de mis primeras sesiones de Aprendizaje Basado en el Pensamiento, por todos sus consejos a nivel educativo y por la confianza depositada en mí desde que no era más que un niño. No puedo dejar de mostrar mi agradecimiento a mi tutor académico, Miguel Ángel Negrín Medina, por haber aportado una visión diferente respecto al proceso educativo, por permitirnos reflexionar sin límites sobre cuestiones y temas que, aunque en un principio parecían no tener conexión alguna con el mundo de la educación, terminaron por mostrarnos como la creatividad y la reflexión son las mejores herramientas de las que dispone un docente para captar la atención del alumnado. Gracias por haberme dejado formar parte de este proyecto y orientar mis pasos desde el comienzo del camino.

Por último, como en cada uno de mis proyectos quiero agradecerles el apoyo a los motores de mi vida. A mi padre y mi hermano, por estar siempre a mi lado dándome ánimos en todo momento. A mi madre y mi abuela que, aunque no están ya presentes físicamente, siguen siendo referentes en mi vida, pues poco a poco he llegado a comprender que su “metodología y sus recursos” fueron realmente el mejor de los estímulos que cualquier hijo y nieto podrían tener para crecer como persona. Y sin duda alguna, quiero terminar agradeciendo el apoyo y amor de mi mujer, porque ella es para mí la viva imagen de la pasión y la lucha por lograr el sueño de llegar a ser profesores algún día, por compartir

conmigo los largos días de trabajo y estudio, y por permitirme ver una sonrisa noche tras noche justo antes de cerrar los ojos. A todos ellos, simple y llanamente gracias.