

# DESARROLLO DE HABILIDADES COGNITIVAS A TRAVÉS DE UN PROGRAMA DE INTERVENCIÓN EN QUÍMICA\*

Nidia Yaneth Torres Merchán\*\*  
María Juliana Beltrán Castillo\*\*\*

## RESUMEN

Este artículo señala el comportamiento de habilidades cognitivas propias del pensamiento crítico, según el modelo de Halpern (2006), quien considera las siguientes habilidades: comprobación de hipótesis, razonamiento verbal, análisis de argumentos, probabilidad e incertidumbre, toma de decisiones y solución de problemas. Dichas habilidades fueron trabajadas mediante la aplicación de un programa de intervención cognitiva a través de la enseñanza de la Química Orgánica, en estudiantes de educación media con edades entre los 16 y 17 años. Este trabajo permite explicar el comportamiento de cada habilidad cognitiva de los estudiantes en los distintos módulos del programa, mostrando que el diseño de actividades para el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico facilita la comprensión de conceptos químicos y la preparación para solucionar diversas situaciones cotidianas.

**PALABRAS CLAVE:** Habilidades cognitivas, pensamiento crítico, programa de intervención, química orgánica.

## ABSTRACT

«Development of cognitive skills through an intervention program in chemistry». This paper describes the behavior of cognitive skills of critical thinking on the model of Halpern (2006) who considered the following skills: testing hypotheses, verbal reasoning, argument analysis, probability and uncertainty, decision making and problem solving; these skills were worked through the application of a cognitive intervention program through the teaching of organic chemistry in high school students aged between 16 and 17. This work helps explain the behavior of each cognitive skill of students in the various program modules, showing that the design of activities to develop critical thinking skills facilitates the understanding of chemical concepts and preparing to solve various everyday situations.

**KEY WORDS:** Cognitive skills, critical thinking, intervention program, organic chemistry.



## INTRODUCCIÓN

La preocupación acerca del desarrollo de habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes ha aumentado entre los investigadores y los educadores; en el proceso de enseñanza-aprendizaje y en el trabajo cotidiano de aula es evidente que los estudiantes no demuestran o no desarrollan totalmente sus habilidades cognitivas y por esto sus procesos de aprendizaje y de solución a situaciones problema se han visto afectados. Una manera de solucionar en parte dicho problema es el diseño e implementación de un programa de intervención cognitiva que, a través de la enseñanza de la química orgánica, desarrolle en los estudiantes este tipo de pensamiento, con actividades que fortalezcan habilidades cognitivas como: (1i) comprobación de hipótesis, (2i) razonamiento verbal, (3i) análisis de argumentos, (4i) probabilidad e incertidumbre, (5i) toma de decisiones y solución de problemas.

Debido a la gran apertura y acceso que se tiene al conocimiento científico, es preciso que los educandos tengan la capacidad de análisis crítico para profundizar en un tema específico y para solucionar diferentes situaciones problemáticas en contexto. La información está en manos de todo el mundo pero si no se sabe procesar y analizar, dicha información pierde su objetivo y productividad (Allen, 1989). Las herramientas que los docentes brinden a sus estudiantes en el proceso de enseñanza son fundamentales para el desarrollo sociocultural de los mismos, de ahí la importancia de desarrollar habilidades que permitan ampliar el pensamiento crítico, que según Laburú (1996) genera una manera de pensar y actuar reflexivamente frente a una situación determinada.

El marco conceptual de este trabajo se enfocó en algunos fundamentos del pensamiento crítico, teniendo en cuenta el modelo Halpern (2006), que propone un modelo de cuatro puntos para mejorar el pensamiento crítico: a) atender a los componentes actitudinales o disposicionales, b) enseñar y practicar las habilidades de pensamiento crítico, c) realizar actividades en diversos contextos para facilitar la abstracción, y d) usar los componentes metacognitivos. Parte de este modelo se utilizó como base para el diseño del programa de intervención cognitiva para desarrollar pensamiento crítico en el contexto de la enseñanza de la química orgánica, sin dejar de lado los aportes y conceptos del pensamiento crítico desde autores como Perry (1970), Kincheloe (1993, 2000), Ennis (1985), Zoller (1991) y Villarini (2003).

El conjunto de habilidades que conforman el pensamiento crítico varía de unos autores a otros. Por ejemplo, Ennis (1987) propone habilidades tales como: centrarse en la cuestión, analizar argumentos, plantear y responder a cuestiones de clarificación, juzgar la credibilidad de las fuentes, observar y juzgar, deducción, inducción, definir términos, identificar suposiciones, decisión e interacción con los

---

\* Fecha de recepción: 16/06/2010. Fecha de aceptación: 28/10/2010.

\*\* Docente de la Facultad de Educación, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, e-mail: yanethtorres3@hotmail.com.

\*\*\* Secretaria de Educación del Distrito Capital, e-mail: majubel@gmail.com.

otros. Swartz y Perkins (1990) plantean categorías mucho más generales, como son el pensamiento creativo, el pensamiento crítico, la toma de decisiones, la resolución de problemas cotidianos y la resolución de problemas matemáticos. APA (1990) identifica las siguientes habilidades como centrales para dicho concepto: interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación y autorregulación. Halpern (2006) en una propuesta conciliadora agrupa las habilidades propias del pensamiento crítico de la siguiente manera:

#### 1i) HABILIDAD DE COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Es la capacidad de proponer posibles soluciones o razones explicativas de un hecho, situación o problema que permiten explicar, predecir y controlar acontecimientos de la vida cotidiana y reflexionar acerca de los mismos. El planteamiento de hipótesis y de estrategias de acción ante una situación dudosa y su comprobación promueven argumentos nuevos que favorecen la construcción del aprendizaje ya sea por verificación o por contrastación. Al predecir varias hipótesis se deben tener en cuenta las implicaciones lógicas de las mismas.

#### 2i) HABILIDAD DE RAZONAMIENTO VERBAL

Es la capacidad mental que permite interpretar información estableciendo principios de clasificación, relación y significados de forma lógica y coherente.

#### 3i) HABILIDAD DE ANÁLISIS DE ARGUMENTOS

Es la capacidad cognitiva que permite identificar y valorar la calidad de las ideas y razones que justifican un hecho; además permite reconocer analogías dentro del lenguaje cotidiano. Un argumento es un conjunto de declaraciones por lo menos con una conclusión y una razón por la que se apoyan dichas declaraciones.

#### 4i) HABILIDAD DE PROBABILIDAD Y DE INCERTIDUMBRE

Es la capacidad que permite determinar cuantitativamente la posibilidad de que ocurra un determinado suceso, además de analizar y valorar distintas alternativas necesarias para la toma de decisiones en una situación dada, de acuerdo a las ventajas e inconvenientes que éstas presenten.

#### 5i) HABILIDAD DE TOMA DE DECISIONES Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Esta habilidad permite ejercitar el razonamiento en el reconocimiento y definición de un problema a partir de ciertos datos, en la selección de la informa-

ción relevante y la contrastación de las diferentes alternativas de solución y de sus resultados. Permite expresar un problema en formas distintas y generar soluciones. En cierto sentido, todas las habilidades de pensamiento crítico se utilizan para tomar decisiones y resolver problemas.

## METODOLOGÍA

En este trabajo se analizó durante seis meses de intervención cognitiva en química orgánica el comportamiento de las habilidades cognitivas que conforman el pensamiento crítico, según Halpern (2006), en estudiantes de educación media del IED Garcés Navas de Bogotá en Colombia.

## INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS

La caracterización y análisis del desarrollo de habilidades cognitivas de 60 estudiantes consideró los siguientes momentos metodológicos de diagnóstico, diseño, aplicación y evaluación del programa de intervención cognitiva en química orgánica.

- a) Se realizó un diagnóstico de las habilidades cognitivas que conforman el pensamiento crítico empleadas en situaciones cotidianas, para lo cual se aplicó el Test HCTAES (Test de Halpern para la evaluación del pensamiento crítico mediante situaciones cotidianas). Este test evalúa el nivel de pensamiento crítico a través de cinco habilidades: comprobación de hipótesis, razonamiento verbal, análisis de argumentos, probabilidad e incertidumbre, toma de decisiones y resolución de problemas, utilizando 25 situaciones cotidianas, cinco para cada una de las habilidades. Ver anexo A.  
Complementariamente a este proceso se aplicó una prueba de Química para realizar el diagnóstico de las mismas habilidades pero aplicadas al contexto de la Química Orgánica. En esta prueba se diseñaron situaciones de química estructuradas en un formato de pregunta abierta y en otro de pregunta cerrada que evaluaban las habilidades de pensamiento crítico. La solución de cada test por los estudiantes fue suministrada en momentos diferentes, primero el test abierto para verificar la espontaneidad de las respuestas y posteriormente el test cerrado para verificar su capacidad de elección de la mejor alternativa. Ver Anexo B.
- b) El diseño del programa de intervención cognitiva en Química Orgánica para desarrollar habilidades de pensamiento crítico (ver Anexo C) se basó en el modelo Halpern (2006), el currículo de Química Orgánica de educación media y los resultados arrojados por las dos pruebas diagnósticas que permitieron evaluar el estado inicial de dichas habilidades en los estudiantes. Se diseñaron 6 módulos con actividades que involucran situaciones con preguntas abiertas y cerradas para facilitar no sólo la comprensión en Química



sino también el desarrollo de las cinco habilidades de pensamiento crítico a partir de la enseñanza de la química orgánica, para lo cual se consideran distintas temáticas en la enseñanza de esta ciencia, como lo señala la tabla 1.

TABLA 1. EJES TEMÁTICOS DEL PROGRAMA DE INTERVENCIÓN COGNITIVA EN EL CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

MODULO	CONTENIDOS
1.	Generalidades de la Química Orgánica
2.	Hidrocarburos, Alcanos, Alquenos
3.	Hidrocarburos, Alquenos, Alquinos
4.	Compuestos orgánicos oxigenados, Alcoholes, Éteres
5.	Generalidades de Bioquímica
6.	Compuestos orgánicos oxigenados, Aldehídos, Cetonas

- c) El programa de intervención cognitiva fue aplicado durante seis meses en las clases de Química (cuatro horas cátedra a la semana). Cada uno de los módulos del programa fue desarrollado de manera individual con una conceptualización previa y en algunos casos con trabajos prácticos de laboratorio que apoyaban dicha orientación y discusión; además se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones: primero se proporcionó a los estudiantes el módulo de pregunta abierta para promover el uso de pensamiento crítico de forma espontánea; posteriormente, se les proporcionó el módulo de pregunta cerrada que les brindaba herramientas de persuasión frente al uso del pensamiento crítico.
- d) Para evaluar el programa de intervención cognitiva se analizó el comportamiento de las cinco habilidades de pensamiento crítico en los seis módulos. Los criterios de evaluación se trazaron según el desempeño que los estudiantes podían tener en las actividades que evaluaban las diferentes habilidades; por ejemplo, si el estudiante resolvía de forma satisfactoria todas las actividades para evaluar la habilidad de toma de decisiones, entonces lograba un 100% de desempeño en esta habilidad y si sólo resolvía la mitad lograba un 50%. Para agrupar mejor los resultados, se categorizó el porcentaje de desempeño de cada habilidad en cinco niveles de desarrollo alcanzado (A, B, C, D, E) de menor a mayor desempeño, como lo muestra la tabla 2.

TABLA 2. NIVELES DE DESARROLLO DE LAS HABILIDADES COGNITIVAS

CATEGORÍAS	NIVEL A MUY BAJO	NIVEL B BAJO	NIVEL C MEDIO	NIVEL D ALTO	NIVEL E SUPERIOR
% de desarrollo de habilidad cognitiva	0% - 20%	21% - 40%	41% - 60%	61% - 80%	81% - 100%

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados del diagnóstico de las habilidades cognitivas aplicadas en situaciones cotidianas mediante el test HCTAES sugieren que los estudiantes poseían las habilidades de comprobación de hipótesis, razonamiento verbal, análisis de argumentos y toma de decisiones en un nivel medio (figura 1), por lo cual se podrían potencializar hacia un mayor nivel a partir de estrategias didácticas.

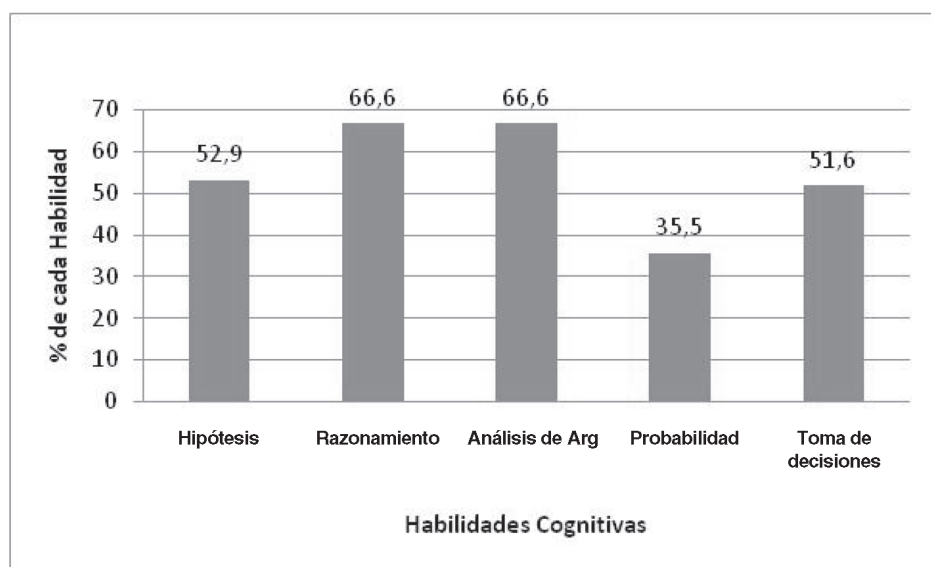


Figura 1. Porcentaje alcanzado por los estudiantes en cada una de las habilidades según el Test HCTAES.

Como muestra la figura anterior, los estudiantes manifestaron un uso de las habilidades de pensamiento crítico en situaciones cotidianas, con especial énfasis en la habilidad de razonamiento verbal y análisis de argumentos mostrando dificultad en la habilidad de probabilidad e incertidumbre con un desempeño bajo, es decir, en la capacidad de determinar la posibilidad de ocurrencia de un hecho, por lo cual se requerían actividades que permitieran mejorar dicha habilidad y se señala la importancia de realizar un trabajo interdisciplinario con otras asignaturas como matemáticas para alcanzar dicho objetivo.

Por otra parte, el diagnóstico de habilidades de pensamiento crítico en Química Orgánica arrojó resultados similares a los de la prueba HCTAES, sin embargo hay diferencias en la habilidad de razonamiento verbal en la que los estudiantes obtuvieron un nivel superior y en la habilidad de probabilidad e incertidumbre en la que se evidencia un nivel de desempeño medio, resultado que sugiere que los

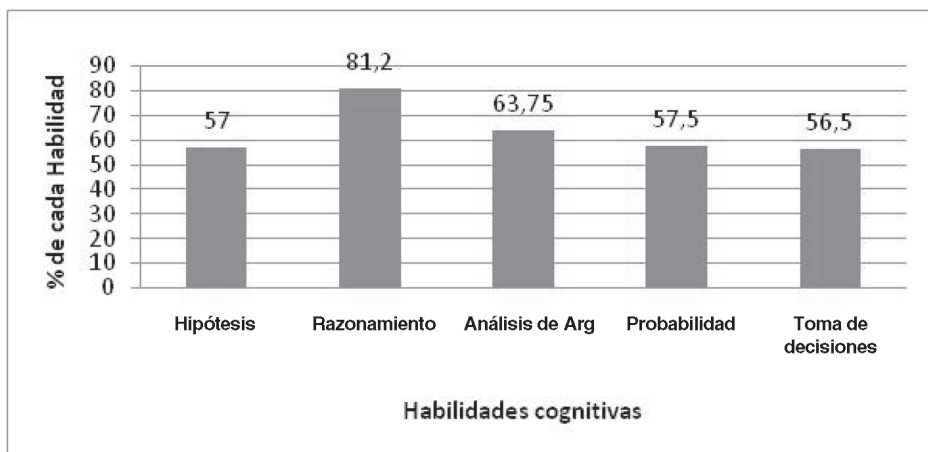


Figura 2. Porcentaje alcanzado por los estudiantes en cada una de las habilidades según la prueba diagnóstica en Química (módulo 1).

estudiantes aplican habilidad de probabilidad en contextos científicos pero se les dificulta en situaciones cotidianas (figura 2).

A continuación se señala en cada grafica la evolución de las diferentes habilidades de pensamiento crítico a lo largo del programa de intervención cognitiva:

### 1i) HABILIDAD DE COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

En la figura 3 se explica el comportamiento de la habilidad comprobación de hipótesis a lo largo del programa de intervención. Se observa que 17 estudiantes en los dos primeros módulos se encontraban en el nivel C, es decir, en un nivel medio. En estos módulos se les planteaba a los estudiantes la siguiente situación problemática:

El petróleo es una mezcla de hidrocarburos. El número de átomos de carbono y la forma como están colocados dentro de las moléculas de los diferentes compuestos proporcionan al petróleo diferentes propiedades físicas y químicas, así tenemos que los hidrocarburos compuestos de uno a cuatro átomos de carbono son gaseosos, los que contienen de 5 a 16 son líquidos y los de más de 17 carbonos son sólidos a temperatura ambiente. Los hidrocarburos también se clasifican de acuerdo a los enlaces de su molécula, pues son saturados cuando tienen enlaces sencillos y de cadena abierta, insaturados cuando presentan dobles enlaces y cadena abierta, cíclicos cuando presentan cadena cerrada.

Imagina que tienes en el laboratorio los siguientes hidrocarburos: propano, nonano y hexadecano. Debes etiquetarlos según su punto de ebullición. ¿Tú qué harías para concluir cuál es el hidrocarburo de menor punto de ebullición?

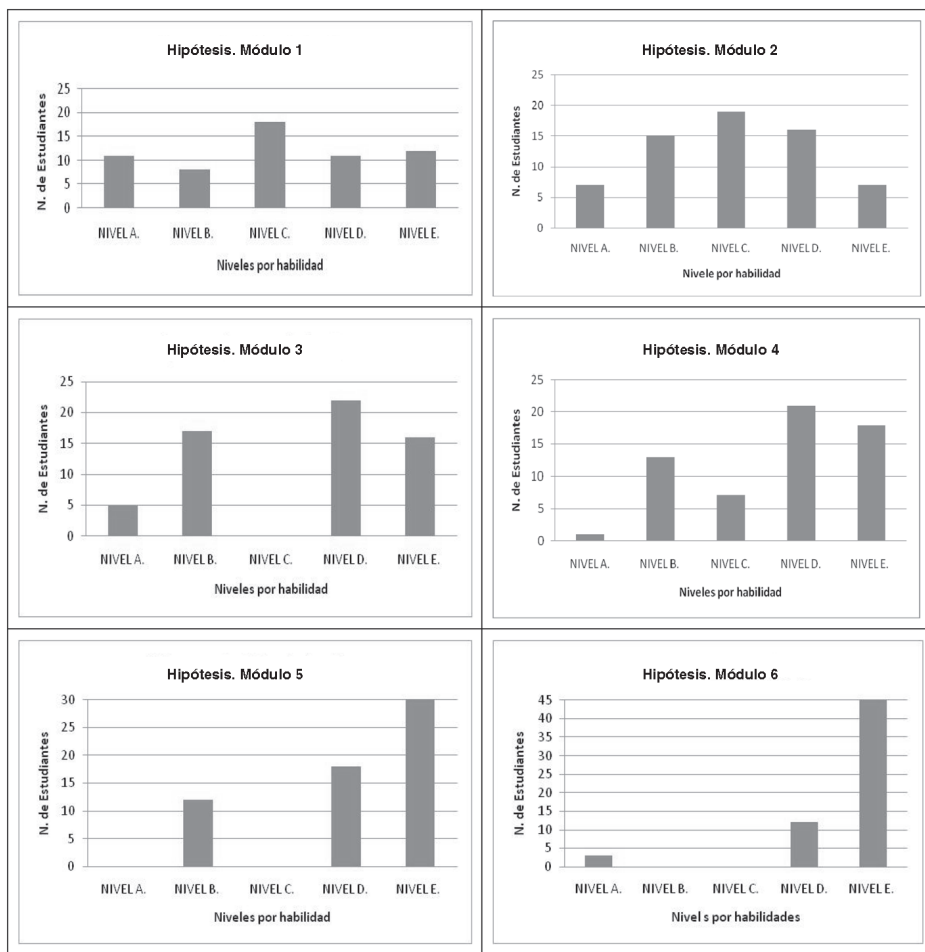


Figura 3. Comportamiento de la habilidad «Comprobación de Hipótesis» a lo largo del programa de intervención.

A partir del módulo 3 en el programa de intervención cognitiva hubo un incremento de estudiantes a niveles superiores y disminución del número de estudiantes en los niveles más bajos, lo que sugiere una influencia favorable del programa de intervención para que los estudiantes predigan posibles soluciones a situaciones químicas relacionadas con éteres y alcoholes.

## 2i) HABILIDAD DE RAZONAMIENTO VERBAL

El comportamiento de la habilidad razonamiento verbal (figura 4) fue muy variable a lo largo del programa de intervención. Se observó un progreso de los



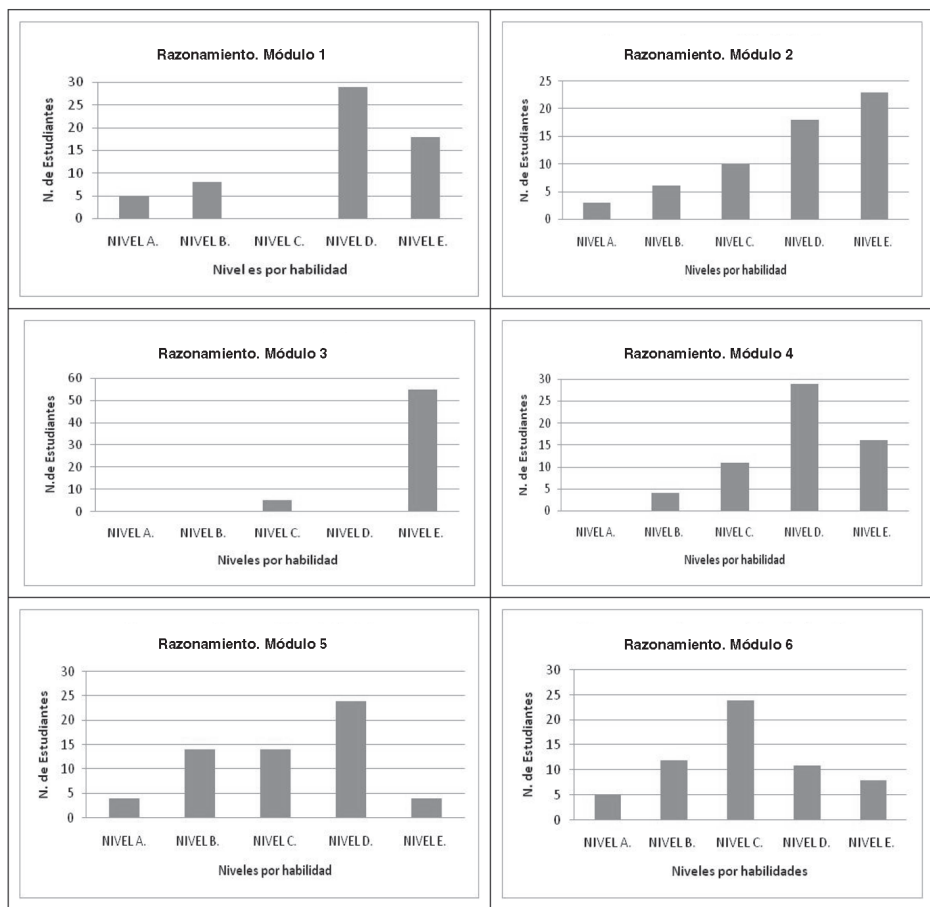


Figura 4. Comportamiento de la habilidad «Razonamiento verbal» a lo largo del programa de intervención.

estudiantes en los módulos 2 y 3, en donde establecieron la relación de las propiedades físicas de los hidrocarburos con la estructura de los mismos; además identificaron fácilmente alcanos teniendo en cuenta su punto de ebullición y su fórmula estructural; a continuación se presenta el tipo de información dada en el programa de intervención a partir de una situación contextual como fue señalada en esta habilidad:

Teniendo como referencia los puntos de ebullición de los siguientes hidrocarburos:

- Metano -164°C
- Butano -0.5°C
- Undecano 195.9°C
- Tridecano 235.4°C
- Tetradecano 253.7°C

¿Cuáles de los anteriores hidrocarburos son gaseosos a temperatura ambiente?

Sin embargo, en los módulos 4 y 5 los estudiantes que habían estado en un nivel superior descendieron a un nivel medio, lo que evidencia la dificultad de los estudiantes para entender el concepto de metabolismo en temáticas que abordan las generalidades de la Bioquímica que implica la desintegración de macromoléculas en monómeros.

### 3i) HABILIDAD DE ANÁLISIS DE ARGUMENTOS

Para el desarrollo de esta habilidad, en el programa de intervención se plantearon situaciones que permitieran identificar: razones, conclusiones y contra-argumentos en un contexto problémico como el siguiente:

Son bien conocidas las ventajas económicas que ofrece la explotación del petróleo. Sin embargo su explotación también causa alteraciones en el paisaje natural. Se ha encontrado petróleo en una reserva natural del Amazonas y la pregunta crucial es ¿será que se debe explotar? Frente a esto se presenta una controversia: Ecopetrol opina que debe explotarse de inmediato porque se está perdiendo dinero que vale oro, mientras que los indígenas de la zona opinan que no se debe explotar porque contaminaría el medio ambiente y se destruiría la reserva natural.

Para cada una de las siguientes afirmaciones, indica si es una conclusión (C), una razón (R) o un contraargumento (CA).

AFIRMACIONES	C	R	CA
a) El petróleo es una buena alternativa para mejorar la economía	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b) Existe polémica frente a la explotación del petróleo en una reserva natural del Amazonas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c) La explotación del petróleo no se justifica si no hay planes de control y mejoramiento ambiental	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

En la figura 5 se detalla el comportamiento de la habilidad análisis de argumentos. Se observa un descenso de aquellos estudiantes que habían obtenido un nivel alto en el módulo 1 pasando a un nivel medio en el módulo 2 y 3; se evidenció la dificultad que tuvieron los estudiantes para alcanzar el nivel E en el módulo 5, considerando la dificultad de las temáticas de bioquímica propuestas en este módulo, lo que contrasta con lo observado en el módulo 6 en donde la temática propuesta es de mayor dominio de los estudiantes, por lo tanto se afirma que la argumentación iría ligada a la comprensión del concepto.

### 4i) HABILIDAD DE PROBABILIDAD Y DE INCERTIDUMBRE

Es de anotar que la probabilidad e incertidumbre fue una de las habilidades en que los estudiantes tuvieron mayor dificultad, dado que la mayoría del grupo de



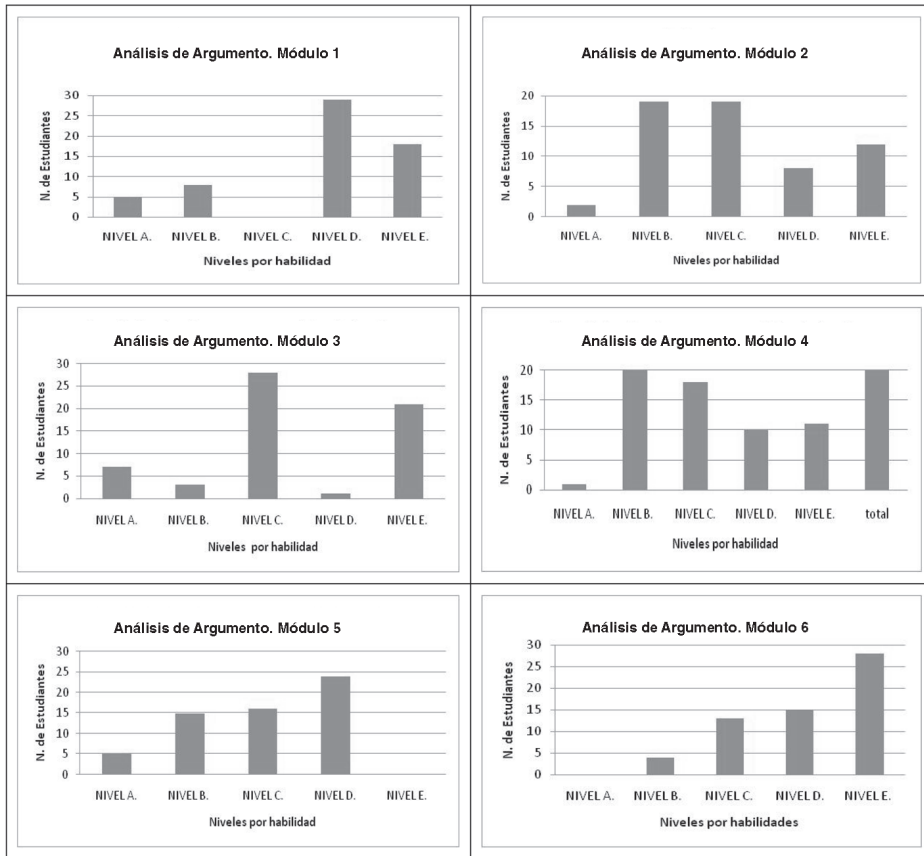


Figura 5. Comportamiento de la habilidad «Análisis de argumento» a lo largo del programa de intervención.

estudio registró durante los dos primeros módulos niveles bajos, sin embargo a partir del módulo un mayor número de estudiantes avanzó hacia un nivel medio y superior, aunque con prevalencia de algunos estudiantes (25%) en niveles bajos, lo que manifiesta la dificultad de los estudiantes en esta habilidad (figura 6).

En el transcurso del programa se evidenció la aplicación de los conceptos de probabilidad orientados en la clase, pues los estudiantes determinaron correctamente la probabilidad de ocurrencia de un hecho en situaciones como las que se presentan a continuación:

La gota es una enfermedad asociada con el exceso de ácido úrico ( $C_5H_4N_4O_3$ ). Gregorio afirma que tendrá gota porque consume demasiadas carnes rojas. En un estudio realizado a miles de personas que consumen carnes rojas, se encontró que sólo el 50% podrían tener riesgo de sufrir esta enfermedad. ¿Cuál es la probabilidad que tiene Gregorio de sufrir gota?



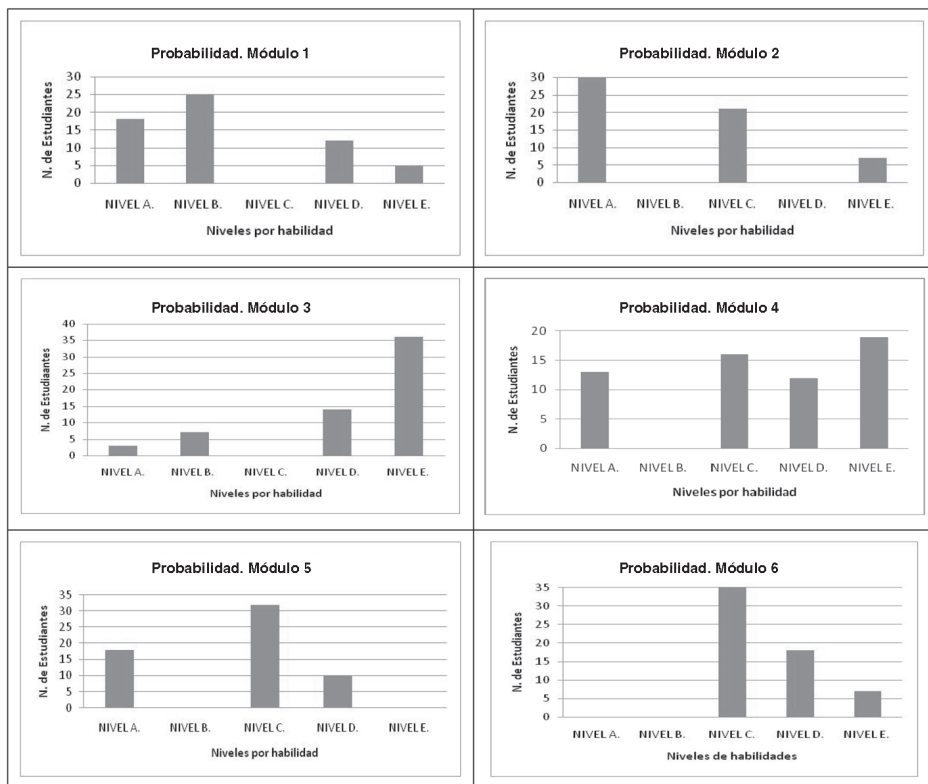


Figura 6. Comportamiento de la habilidad «Probabilidad e incertidumbre» a lo largo del programa de intervención.

### 5i) HABILIDAD DE TOMA DE DECISIONES Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Esta habilidad señala un avance significativo de los estudiantes desde el módulo 1 al módulo 6 para articular de manera coherente los conceptos de química orgánica con la toma de decisiones y solución de problemas (figura 7).

A continuación se presenta una situación empleada para el desarrollo de la habilidad solución de problemas y toma de decisiones:

Laura Díaz ha presentado últimamente desmayos, palidez, cefalea, inflamación de los miembros inferiores. Su doctor recomienda realizar exámenes de glicemia pre y post. Los resultados señalan valores de 128 mg/dl. y 250 mg/dl. Su doctor indica mal control metabólico e indica una dieta que permita normalizar al paciente. A los dos meses en un nuevo control, Laura reporta valores normales.

¿Qué dieta alimenticia debió seguir Laura para que sus niveles de glucosa mejoren?

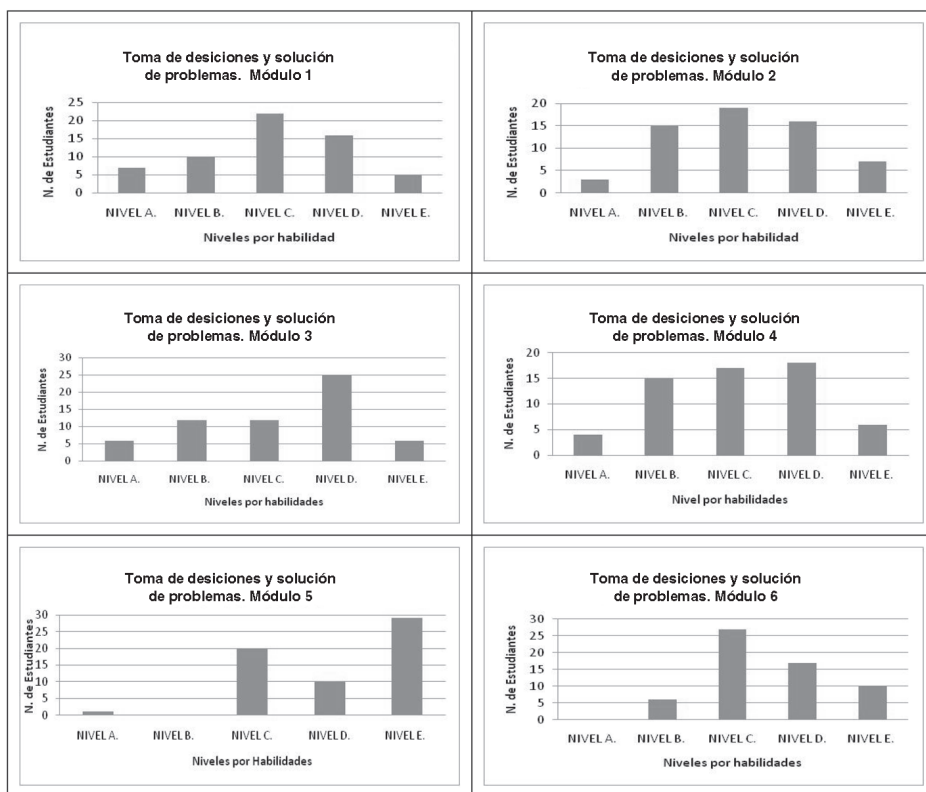


Figura 7. Comportamiento de la habilidad «Toma de decisiones y solución de problemas» a lo largo del programa de intervención.

El diseño de situaciones como la anterior permite explicar que la ciencia química se hace más llamativa cuando los estudiantes encuentran algún tipo de aplicación en la realidad.

### COMPORTAMIENTO PROMEDIO DE LAS HABILIDADES COGNITIVAS A LO LARGO DEL PROGRAMA DE INTERVENCIÓN COGNITIVA

En la figura 8 se evidencia el comportamiento de las distintas habilidades en el programa de intervención cognitiva y se observa que las habilidades de pensamiento aumentaron en algunos módulos con los porcentajes obtenidos en la prueba HCTAES a excepción de la habilidad «Análisis de Argumento» que disminuyó de un 66.67 % a 62.80%.

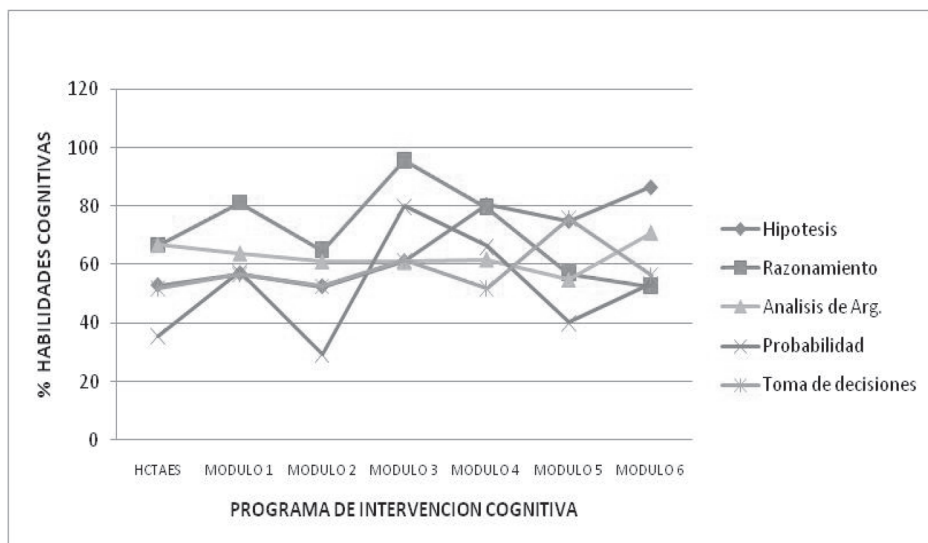


Figura 8. Comportamiento de las distintas habilidades cognitivas a lo largo del programa de intervención.

Durante el programa de intervención cognitiva, el desarrollo en promedio de las habilidades de pensamiento crítico mejoró en el caso de la comprobación de Hipótesis, fue fluctuante en probabilidad, se mantuvo en análisis de argumentos y bajó en razonamiento verbal y toma de decisiones; es de resaltar que es necesario un mayor tiempo de intervención cognitiva para mejorar el desarrollo de las habilidades.

## CONCLUSIONES

Uno de los aportes de esta investigación es la descripción de la intervención cognitiva a estudiantes de Química para afianzar habilidades de pensamiento crítico, siendo ésta de difícil manejo, puesto que no todos los estudiantes tienen el mismo nivel de desarrollo psicológico y cognitivo, ni el mismo estilo de aprendizaje; además de ser un proceso a largo plazo y que se ve limitado por el número de estudiantes y por la poca interdisciplinariedad del currículo para lograr este tipo de pensamiento.

La implementación de un programa de intervención cognitiva desde la enseñanza de la química orgánica permitió mantener y mejorar en parte el nivel de desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico de estudiantes de educación media de la Institución Educativa Distrital Garcés Navas.

El programa de intervención cognitiva diseñado desde el contexto de la enseñanza de la Química Orgánica aportó elementos básicos para comprender con-

ceptos disciplinares y desarrollar habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de educación media al permitirles articular los conceptos de esta disciplina con la solución consciente, reflexiva, crítica y responsable de situaciones problema de la vida cotidiana, lo cual confirma que desde la enseñanza de las ciencias se pueden suministrar oportunidades para el desarrollo de este tipo de pensamiento y su transferencia al contexto (Carnine, 1993; Maloney, 1994).

## REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

- ALLEN, G. (1989). *La experiencia lingüística como medio para activar las técnicas de pensamiento crítico del alumno. Infancia y aprendizaje*. España: Comunicación, lenguaje y educación.
- APA (1990). Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. Executive Summary «The Delphi Report». Consultado el 13 de Noviembre de 2008 en: <http://www.insightassessment.com/dex.html>.
- ENNIS, R. (1985). *A logical basis for measuring critical thinking skills*. Educational Leadership. 43(2), 44- 46.
- (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities, en J.B. Baron & R.J. Sternberg (eds.), *Teaching thinking skills* (pp. 9-26). New York: Freeman and Company.
- HALPERN, D. (2006). Halpern Critical Thinking Assessment Using Everyday Situations: Background and scoring standards (2º Report). Unpublished manuscript. Claremont, CA: Claremont McKenna College.
- KINCHELOE, J. (1993). *Hacia una política crítica de las ideas del profesor: trazar un mapa del postmodernismo*. Westport, CT.
- (2000). *Hacer la idea crítica. Perspectivas en la idea crítica: composiciones por profesores en teoría y práctica*, Peter Lang, Nueva York, pp. 23-37.
- LABARÚ, C. (1996). La crítica en la enseñanza de las ciencias: Constructivismo y contradicción, en *Investigación y experiencias didácticas*, 14 (1), 93-101.
- PERRY, W. (1970). *Los formularios del W.G. del desarrollo intelectual en los años de la universidad, un plan*. Holt, Rinehart, y Winston, Nueva York, 37.
- SAIZ, C. y NIETO, A. (2002). Pensamiento crítico: capacidades y desarrollo, en C. Saiz (ed.), *Pensamiento crítico: conceptos básicos y actividades prácticas* (pp. 15-19). Madrid: Pirámide.
- VILLARINI, A. (2003). *Teoría y pedagogía del pensamiento crítico*. Universidad de Puerto Rico. Perspect. psicol. v. 3-4, Santo Domingo.
- ZOLLER, U. (1991). *La solución de problemas de U y la paradoja de solución de problemas. Asuntos conceptuales en la educación ambiental*, Peter Lang, Nueva York, pp. 71-87.



## ANEXO A

### FRAGMENTO DE TEST DE HCTAES PARA HABILIDADES DE ANÁLISIS DE ARGUMENTO Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

#### (1) PARTE 1

Se pidió a un candidato a la presidencia que explicara su posición acerca de una propuesta de ley para proporcionar agujas *limpias* a los drogadictos como medio para prevenir la propagación de epidemias como el sida. Contestó que se oponía al programa «agujas *limpias*» porque era un error.

*En una frase, describe el proceso de pensamiento que revela el candidato en esta respuesta.*

#### (1) PARTE 2

Se pidió a un candidato a presidente de gobierno que explicara su posición acerca de una propuesta de ley para proporcionar agujas *limpias* a los drogadictos como medio para prevenir la propagación de epidemias como el sida. Contestó que se oponía al programa «agujas *limpias*» porque era un error.

*¿Cuál de las siguientes críticas al candidato son razonables? (Elige tantas como sean aplicables).*

- El candidato no deja claro si estaba a favor o en contra del programa «agujas *limpias*».
- El candidato no aporta una buena razón para su decisión.
- El candidato no da ninguna razón sobre su decisión.
- El candidato va a incrementar la propagación de la enfermedad al haber drogadictos que utilicen agujas usadas.
- El candidato usa una etiqueta en lugar de una razón.
- El candidato no se preocupa por los drogodependientes.

#### (2) PARTE 1

Si el gobierno está haciendo una buena labor, entonces el empleo y otros indicadores económicos reflejarán una economía fuerte. Los índices de empleo en este momento son mejores que nunca y la mayoría de los otros indicadores muestran que la economía está saneada.

*Basándote en esta información, ¿puedes concluir algo acerca del tipo de trabajo que está realizando el gobierno?*

Sí

No

Por favor, explica tu respuesta





(2) PARTE 2

Si el gobierno está haciendo una buena labor, entonces el empleo y otros indicadores económicos reflejarán una economía fuerte. Los índices de empleo son en este momento mejores que nunca y la mayoría de los otros indicadores muestran que la economía está saneada.

*Basándote en esta información, elige la mejor respuesta de las siguientes.*

- a. El gobierno debe de estar realizando un buen trabajo.
- b. El gobierno debe de estar realizando un mal trabajo.
- c. No hay una conclusión definitiva-El gobierno puede estar realizando o no un buen trabajo.
- d. La tasa de empleo no está relacionada con otros indicadores del estado de la economía.
- e. La tasa de empleo no está relacionada con el tipo de política que el gobierno está llevando a cabo.

(3) PARTE 1

Hay muchas oportunidades para los especialistas en informática. La verdad es que deberías especializarte en esta ciencia. El trabajo es interesante, hay muchas posibilidades de empleo y los sueldos son buenos. Por supuesto, no es una buena especialidad si se te dan mal las matemáticas o te gusta trabajar al aire libre.

*¿Cuál es la conclusión de este breve párrafo?*

*¿Cuáles son las razones que la apoyan?*

(3) PARTE 2

Hay muchas oportunidades para los especialistas en informática. La verdad es que deberías especializarte en esta ciencia. El trabajo es interesante, hay muchas posibilidades de empleo y los sueldos son buenos. Por supuesto, no es una buena especialidad si se te dan mal las matemáticas o te gusta trabajar al aire libre.

*Para cada una de las siguientes afirmaciones, indica si es una conclusión (C), una razón (R) o un contraargumento (CA). (Elige una respuesta para cada una).*

	RESPUESTA		
	C	R	CA
1) Hay muchas oportunidades para los especialistas en informática.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2) La verdad es que deberías especializarte en esta ciencia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3) El trabajo es interesante.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4) Los sueldos son buenos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5) No es una buena especialidad si se te dan mal las matemáticas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## ANEXO B

### MODULO 1 DIAGNÓSTICO DE PENSAMIENTO CRÍTICO EN QUÍMICA ORGÁNICA

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL GARCÉS NAVAS

PROGRAMA DE INTERVENCIÓN COGNITIVA PARA DESARROLLAR  
PENSAMIENTO CRÍTICO A TRAVÉS DE LA ENSEÑANZA  
DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

MÓDULO N.1: ABIERTA

NOMBRE: \_\_\_\_\_ GRADO: \_\_\_\_\_

TEMA: GENERALIDADES QUÍMICA ORGÁNICA

SUBTEMAS:

Compuestos orgánicos, Química del carbono.

#### IMPORTANCIA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

El carbono hace parte esencial de compuestos orgánicos que hacen posible el funcionamiento de los seres vivos, ejemplo de estos son las proteínas, los carbohidratos, los lípidos, el ADN, las vitaminas y hormonas. El carbono tiene la facilidad de formar diversos compuestos gracias a su configuración electrónica que le brinda diferentes posibilidades de combinación consigo mismo y con otros elementos. A nivel industrial la química orgánica juega un papel importante en la síntesis de algunos compuestos como el papel, las telas de algodón, los medicamentos, los plásticos, los combustibles, los detergentes y colorantes, entre otros. De esta forma la química orgánica ha influido en el mejoramiento de la calidad de vida.

1.a. *¿La información presentada anteriormente es suficiente para justificar la Importancia de la química orgánica? ¿Por qué?*

Uno de los principales intereses de la industria cafetera es el de aumentar el número de consumidores sin afectar su salud. Sin embargo, estudios recientes sugieren que la cafeína produce efectos estimulantes que afectan negativamente la salud humana, aumentando la presión arterial e insomnio. Jaime Castro, presidente de una de las compañías cafeteras más grandes del país, estudia posibles soluciones para tal inconveniente:

- El uso de solventes orgánicos como el cloroformo y el benceno, que eliminan la cafeína pero son altamente tóxicas
- El uso de Cloruro de metileno que elimina la cafeína, pero es cancerígeno en proporciones mayores a 10 ppm

1.b. *De acuerdo a lo anterior, si tú fueras el presidente de la asociación de cafeteros que es vigilada por el boletín del consumidor, ¿qué opción escogerías y por qué?*

1.c. *Plantea otra posible solución a la situación anterior.*

1.d. *Explica por qué la cafeína no se considera un compuesto inorgánico. O por qué sí es considerada como un compuesto orgánico.*

Juanito Pérez afirma que tendrá cáncer porque consume café descafeinado con cloruro de metilo en una concentración de 10ppm. En un estudio realizado a miles de personas que consumieron café descafeinado con cloruro de metilo a 10 ppm, se encontró que sólo el 50% podrían tener riesgo de cáncer.

1.e. *¿Cuál es la probabilidad que tiene Juanito de sufrir cáncer?*

2. *Diseña una situación problema que tenga relación con la cafeína y con los conceptos estudiados en clase. Explica tus hipótesis y la mejor forma de solucionar tal situación.*

3. *Explica qué habilidades de pensamiento crítico tuviste que aplicar para resolver cada cuestionamiento del módulo.*

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL GARCÉS NAVAS

PROGRAMA DE INTERVENCIÓN COGNITIVA PARA DESARROLLAR  
PENSAMIENTO CRÍTICO A TRAVÉS DE LA ENSEÑANZA  
DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

MÓDULO N.1:¿ CERRADA

NOMBRE: \_\_\_\_\_ GRADO: \_\_\_\_\_

TEMA: GENERALIDADES A LA QUÍMICA ORGÁNICA

SUBTEMAS:

Compuestos orgánicos

Química del carbono



## IMPORTANCIA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

El carbono hace parte esencial de compuestos orgánicos que hacen posible el funcionamiento de los seres vivos, ejemplo de estos son las proteínas, los carbohidratos, los lípidos, el ADN, las vitaminas y hormonas. El carbono tiene la facilidad de formar diversos compuestos gracias a su configuración electrónica que le brinda diferentes posibilidades de combinación consigo mismo y con otros elementos. A nivel industrial la química orgánica juega un papel importante en la síntesis de algunos compuestos como el papel, las telas de algodón, los medicamentos, los plásticos, los combustibles, los detergentes y colorantes, entre otros. De esta forma la química orgánica ha influido en el mejoramiento de la calidad de vida.

- 1.a. Basado en la información anterior, escoge la mejor opción que explique la importancia de la química orgánica
- La química orgánica es utilizada en la industria.
  - La química orgánica hace parte de compuestos estructurales y permite la síntesis de otros materiales importantes.
  - La química orgánica hace parte de los seres vivos.

Uno de los principales intereses de la industria cafetera es el de aumentar el número de consumidores sin afectar su salud. Sin embargo, estudios recientes sugieren que la cafeína produce efectos estimulantes que afectan negativamente la salud humana, aumentando la presión arterial e insomnio. Jaime Castro, presidente de una de las compañías cafeteras más grandes del país, estudia posibles soluciones para tal inconveniente:

- El uso de solventes orgánicos como el cloroformo y el benceno, que eliminan la cafeína pero son altamente tóxicos
- El uso de Cloruro de metileno que elimina la cafeína, pero es cancerígeno en proporciones mayores a 10 ppm

1.b. A continuación encontrarás otras posibles soluciones a la situación anterior, elige la mejor.

- Dejar de tomar café
- Utilizar solventes naturales para extraer la cafeína
- Utilizar métodos de biotecnología que modifiquen el gen de la cafeína

1.c. A continuación encontrarás tres posibles explicaciones para no considerar la cafeína como un compuesto inorgánico; elige la mejor.

- La cafeína es un compuesto que tiene en su molécula átomos de carbono e hidrógeno
- La cafeína sube la tensión arterial y produce insomnio
- La cafeína es un compuesto de algunos seres vivos

Juanito Pérez afirma que tendrá cáncer porque consume café descafeinado con cloruro de metilo en una concentración de 10ppm. En un estudio realizado a miles de personas que consumieron café descafeinado con cloruro de metilo a 10 ppm, se encontró que sólo el 50% podrían tener riesgo de cáncer.

- 1.d. *¿Cuál de las siguientes afirmaciones es realmente más importante para determinar la probabilidad de que Juanito sea propenso al cáncer?*
- a. Que Juanito deje de consumir café descafeinado con cloruro de metilo en una concentración de 10 ppm
  - b. El número de personas que continúen consumiendo café descafeinado con cloruro de metilo en una concentración de 10 ppm y no les dé cáncer
  - c. El número de personas que continúen consumiendo café descafeinado con cloruro de metilo en una concentración de 10 ppm y les dé cáncer
2. *Explica qué habilidades de pensamiento crítico tuviste que aplicar para resolver cada cuestionamiento del módulo.*



## ANEXO C

### FRAGMENTO PROGRAMA DE INTERVENCIÓN COGNITIVA EN QUÍMICA ORGÁNICA

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL GARCÉS NAVAS

### PROGRAMA DE INTERVENCIÓN COGNITIVA PARA DESARROLLAR PENSAMIENTO CRÍTICO A TRAVÉS DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

MÓDULO N.3 ¿? ABIERTA

NOMBRE: \_\_\_\_\_ GRADO: \_\_\_\_\_

TEMA: HIDROCARBUROS

SUBTEMAS: Alquenos, Alquinos

OBJETIVOS:

Identificar y nombrar hidrocarburos saturados e insaturados, reconociendo su importancia a nivel industrial.

Desarrollar las habilidades de pensamiento crítico que permitan comprender los conceptos básicos de los hidrocarburos.

### POLÍMEROS NATURALES Y SINTÉTICOS

El caucho es un polímero natural o sintético, elastómero, que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica. El caucho natural se obtiene de un líquido lechoso de color blanco llamado látex, que se encuentra en numerosas plantas. El caucho sintético se prepara a partir de hidrocarburos insaturados. Su nombre es 2- metil-1,3 butadieno o isopreno.

Los dobles enlaces de la molécula de caucho permiten la vulcanización, la cual consiste en agregarle entre 0,1% y 15% de azufre, de tal forma que se formen puentes de esta sustancia entre cadenas paralelas. Estos enlaces cruzados hacen del caucho un producto más duro y de mayor resistencia a la abrasión.

1.a. *Teniendo en cuenta el nombre químico del caucho, representa su fórmula.*

1.b. *Representa la vulcanización de dos moléculas de caucho al adicionarle 2 átomos de azufre.*

José Linares tiene en su finca tres especies de árboles productores de caucho: 30 árboles de *Hevea Brasiliensis*, 20 árboles de *Castilloa elástica* y 50 árboles de *Hevea sp.*

1.c. *¿Cuál es la probabilidad de que sólo se obtenga producción del árbol Castilloa elástica? Explica tu respuesta.*

Mario T. es un químico que está evaluando diferentes métodos de obtención de los halogenuros de alquilo a partir de alquinos, y su mayor interés es obtener un producto con el menor número de halógenos. Las alternativas que tiene son:

- a. Utilizar un halógeno
- b. Utilizar el ácido del halógeno

1.d. *¿Cuál método debe elegir Mario? Explica tu respuesta.*

2. *Explica qué habilidades de pensamiento crítico tuviste que aplicar para resolver cada cuestionamiento del módulo.*

## INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL GARCÉS NAVAS

### PROGRAMA DE INTERVENCIÓN COGNITIVA PARA DESARROLLAR PENSAMIENTO CRÍTICO A TRAVÉS DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

#### MÓDULO N.3 ¿? CERRADA

NOMBRE: \_\_\_\_\_ GRADO: \_\_\_\_\_

TEMA: HIDROCARBUROS

SUBTEMAS: Alquenos, Alquinos

OBJETIVOS:

Identificar y nombrar hidrocarburos saturados e insaturados, reconociendo su importancia a nivel industrial.

Desarrollar las habilidades de pensamiento crítico que permitan comprender los conceptos básicos de los hidrocarburos.

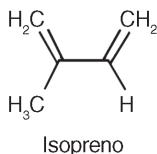
#### POLÍMEROS NATURALES Y SINTÉTICOS

El caucho es un polímero natural o sintético, elastómero, que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica. El caucho natural se obtiene de un líquido lechoso de color blanco llamado látex, que se encuentra en numerosas plantas. El caucho sintético se prepara a partir de hidrocarburos insaturados. Su nombre es 2-metil-1,3 butadieno o isopreno.



Los dobles enlaces de la molécula de caucho permiten la vulcanización, la cual consiste en agregarle entre 0,1% y 15% de azufre, de tal forma que se formen puentes de esta sustancia entre cadenas paralelas. Estos enlaces cruzados hacen del caucho un producto más duro y de mayor resistencia a la abrasión.

1.a. *Explica si la siguiente fórmula corresponde al siguiente compuesto 2-metil-1,3 butadieno. Y si es posible hacer una reacción de polimerización con este.*



1.b. *La vulcanización es entendida como:*

- La adición de azufre para aumentar la resistencia del caucho
- La adición de azufre para romper los dobles enlaces del caucho para aumentar la resistencia
- La adición de azufre para obtener compuestos de mayor tamaño para aumentar la resistencia

José Linares tiene en su finca tres especies de árboles productores de caucho: 30 árboles de *Hevea Brasiliensis*, 20 árboles de *Castilloa elástica* y 50 árboles de *Hevea sp.*

1.c. *¿Cuál es la probabilidad de que sólo se obtenga producción del árbol Hevea sp?*

- Una probabilidad del 50 %
- Una probabilidad del 100 %
- Una probabilidad entre el 1% y el 15%

Mario T. es un químico que está evaluando diferentes métodos de obtención de los halogenuros de alquilo a partir de alquinos, y su mayor interés es obtener un producto con el menor número de halógenos. Evalúa las alternativas que tiene:

- Mala*
- Buena*
- Muy buena*

	1.	2.	3.
Utilizar el ácido del halógeno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizar un compuesto que tenga propiedades similares a los halógenos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizar un halógeno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. *Explica qué habilidades de pensamiento crítico tuviste que aplicar para resolver cada cuestionamiento del módulo.*

