

# Representaciones mentales en el aprendizaje del concepto combustión

## Mental representations in learning The concept of combustion

### Saida Matute

smatute@ucla.edu.ve / saidamatute@hotmail.com

### Patricia Iglesias

patiglechi@gmail.com

### Oscar Gutiérrez

ogutier@cantv.net

### Tarcisio Capote

tcapote@ucla.edu.ve

### Jesús Rojas

jesusrojas@ucla.edu.ve

### Ronaldo Durán

ronaldoduran1976@ucla.edu.ve

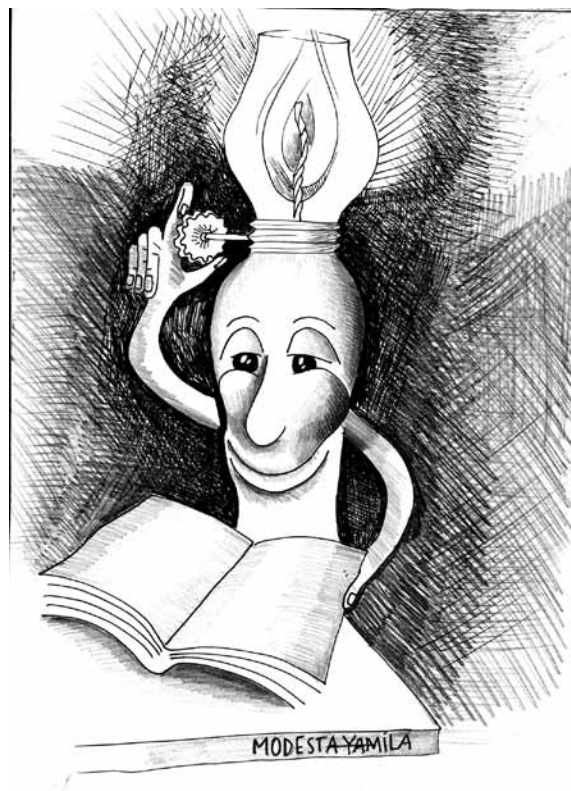
Universidad Centroccidental  
Lisandro Alvarado (UCLA)  
Barquisimeto estado Lara, Venezuela

Artículo recibido: 12/12/2012  
Aceptado para publicación: 04/05/2013

## Resumen

Este estudio se basa en analizar las representaciones mentales acerca del concepto combustión, elaborados por los estudiantes cursantes del quinto año del Liceo Bolivariano Jacinto Lara. A los sujetos se les aplicó un cuestionario acerca de la representación del concepto de combustión; luego a los alumnos se les administró el contenido de hidrocarburos; además de una visita guiada a una refinería para complementar los tópicos discutidos. Los resultados permitieron concluir que los educandos elaboraron representaciones mentales tales como proposiciones, imágenes mentales y modelos mentales inherentes al concepto señalado, al utilizar palabras, oraciones e ilustraciones y que las mismas obedecen al modelo funcional con el que los estudiantes se desenvuelven en la vida cotidiana.

**Palabras clave:** representaciones mentales, aprendizaje de conceptos, combustión.



## Abstract

*This study analyzes the mental representations around the concept of Combustion made by fifth-year high school students from Liceo Bolivariano Jacinto Lara. A questionnaire about the concept representation was first applied to the students; then, an explanation of hydrocarbons was offered. A guided visit to a refinery was also made so that contents would be fully understood. Results show that students could make mental representations of the concepts such as propositions, mental images, and models. In doing so, they used words, sentences, and pictures that show the functional model they follow in their daily lives.*

**Keywords:** Mental Representations, Concept Learning, Combustion.

## Introducción

La mente humana juega un papel fundamental en el desarrollo de las actividades propias del aprendizaje. Es por ello que diversos autores de la psicología han realizado numerosas investigaciones para establecer teorías relacionadas con las estructuras cognitivas del sujeto. Algunos investigadores en la década de los setenta, estudiaron las concepciones de los alumnos hasta llegar a ser consideradas en la actualidad como representaciones mentales (Moreira, 1999), entendidas como “cualquier notación, signo o conjunto de símbolos que representa (vuelve a presentar) algún aspecto del mundo externo o de nuestra imaginación, en su ausencia” (Greca, 1999, p. 9).

Johnson-Laird (1983), propone la Teoría de los Modelos Mentales, en la que plantea que la mente humana representa el mundo ante la imposibilidad de aprehenderlo directamente para lo que utiliza al menos tres códigos, que son: a) las representaciones proposicionales, que pueden ser expresadas verbalmente, b) los modelos mentales, como análogos estructurales de una situación del mundo real o imaginario y c) las imágenes mentales como perspectivas particulares de un modelo mental. A partir de estas representaciones de la mente, el sujeto opera un concepto en el mundo real, lo que le permite hacerlo funcional y, por consiguiente, incorporarlo a su conocimiento y al entorno en el cual se desenvuelve (Otero, 1999).

La educación a través del proceso enseñanza y aprendizaje, ha de favorecer que el sujeto utilice en la cotidianidad los conceptos aprendidos en el aula de clase, para que el conocimiento empírico se convierta en técnico, de manera progresiva y así explicar lo que ocurre en el entorno que le rodea. En tal sentido, el Ministerio de Educación (1990) ha establecido que la enseñanza de las Ciencias Naturales y, entre ellas la Química. Promoviendo la construcción de modelos explicativos que los estudiantes deben incorporar progresivamente a través del proceso instruccional, en aras de que comprendan mejor el entorno bio-físico social sobre la base del desarrollo de habilidades, destrezas y capacidades intelectuales, entre otras.

Por consiguiente, se hace necesario aprender conceptos científicos, tal como el de combustión, los cuales han sido introducidos en los diferentes contenidos programáticos

de Química, de manera que sean comprendidos por el educando en los diferentes grados de escolaridad. El referido concepto se ha incorporado en el área académica Ciencias Naturales y Tecnología desde el Cuarto grado de la Segunda Etapa de la Educación Básica Venezolana, hasta el Quinto Año de Bachillerato, en el que se estudia como una propiedad química de los hidrocarburos.

La combustión ha sido definida por diversos autores como una reacción química en la que el combustible se combina con el comburente (generalmente oxígeno en forma de O<sub>2</sub>), desprendiendo calor y produciendo un óxido, o bien el proceso de oxidación de la materia, con formación de CO<sub>2</sub> y liberación de calor. Sin embargo, desde el punto de vista didáctico, se presentan inconvenientes que obstaculizan la aprehensión y comprensión de este concepto durante el proceso enseñanza y aprendizaje, entre los cuales se mencionan el uso excesivo de la técnica expositiva por parte del docente, la pasividad de los estudiantes, la mera repetición memorística de la terminología escrita en apuntes u obtenida de los contenidos del libro texto, la disminución del carácter experimental de las asignaturas de corte científico; además, el auge de una enseñanza en la que prevalece el énfasis en la teoría, que dificultan la elaboración de un modelo mental funcional para que el educando se enfrente al mundo real (Onrubia, 2000).

Caamaño (1998) plantea que en el aprendizaje de conceptos en Química se presentan obstáculos, por cuanto existen vocablos que se utilizan de manera incorrecta, debido a que un mismo término puede tener diversos usos en distintas áreas del conocimiento (polisemia), o bien porque existe sinonimia en la denotación de un mismo vocablo, por ejemplo las palabras solución, volumen, mezcla, materiales, entre otras.

En el caso del concepto combustión, que es un caso particular de oxidación, se pudieran presentar algunas dificultades de abstracción, polisemia y sinonimia, que llevarían a los estudiantes a confundir los modelos con la realidad simulada, al intentar aprehender acerca de la transformación y conservación de la materia cuando ocurre este cambio químico. La combustión no es un concepto desconocido para los aprendices y que estos sujetos pudieran tener diversas representaciones mentales y, además un posible modelo funcional con el que pudieran interactuar con el entorno, pese a los inconvenientes y obstáculos presentes en el proceso enseñanza y aprendizaje, más aún cuando en el Sistema Escolar Venezolano se han establecido políticas promotoras de la formación de ciudadanos alfabetizados científica y tecnológicamente.

Cabría preguntarse acerca del aprendizaje del concepto combustión si ¿los estudiantes próximos a graduarse de bachilleres construyen algunos códigos planteados por Johnson-Laird?, ¿cuál de estos modelos mentales es el más relevante? y, en definitiva, ¿estas representaciones mentales les permiten obtener un modelo funcional para el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto de combustión? Por tales razones se procedió a analizar las representaciones mentales del concepto combustión, cons-

truidas por los alumnos cursantes del Quinto Año de Bachillerato del Liceo Bolivariano Jacinto Lara, ubicado en la Parroquia Cabudare del Municipio Palavecino. A partir de este análisis, se buscó evaluar la funcionalidad de tales representaciones internas del referido concepto, exteriorizadas a partir de entrevistas y cuestionarios, desarrollados durante el proceso instruccional, en el año escolar 2009-2010.

## 1. Fundamentación teórica

Para llevar a cabo la contextualización de la investigación desarrollada a la luz de la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird (1983), se hizo una descripción previa de las representaciones mentales y se esboza en los párrafos que siguen.

## 2. Representaciones mentales

Algunos autores como Eysenck y Keane, citados por Greca (1999) y Johnson-Laird (1983), han expresado que así como los computadores manejan lenguajes de bajo y alto nivel, en el cerebro humano ocurren procesos similares para comprender e interactuar con los elementos que constituyen el mundo circundante. En el computador, el lenguaje de bajo nivel, decodifica los de alto nivel y de esta manera puede realizar las operaciones para las que ha sido diseñado.

Se ha llegado a plantear que en la mente de los individuos también existen estructuras de bajo nivel que son interpretadas por las de alto nivel, las cuales han sido denominadas por Eysenck y Keane, citados por Greca (1999), en conjunto, representaciones. Estas estructuras se relacionan con la cognición, de manera que permiten que los individuos perciban, piensen y actúen sobre el mundo (ob. cit.). Dichas representaciones pueden ser de carácter externo o interno. Las representaciones en conjunto han sido definidas por Eysenck y Keane, citados por Greca (ob.cit) como cualquier notación, signo o conjunto de símbolos referido a algún aspecto del mundo exterior o bien de la imaginación del sujeto, que se caracterizan generalmente por contener: a) un mundo representado, externo o interno; b) un mundo representante que es el dominio en el cual se circunscribe la representación, tal como analogía o símbolo; c) reglas, constituidas por las relaciones existentes entre los códigos, símbolos o notaciones y el mundo representado; d) proceso que emplea la representación, de manera que ocurra la interpretación de ésta. Esta caracterización ha sido realizada por Markman, citado por Greca (ob.cit).

Las representaciones externas se definen como cualquier notación, signo o conjunto de símbolos que hace referencia a un objeto, desde la perspectiva simbólica o lingüística y analógica o pictórica. En relación con las representaciones externas, las mismas son analógicas, siempre y cuando la estructura de éstas se parezca con la del mundo y, por el contrario, serán simbólicas cuando la relación existente entre el signo lingüístico y la representación, sea arbitraria, tal como lo ha planteado Moreira, (1999). Las

representaciones internas o mentales, han sido definidas como cualquier signo, notación o conjunto de símbolos que permiten realizar la codificación de características, propiedades, imágenes, sensaciones, tanto de un concepto abstracto como de un objeto imaginado, de manera que se recuerde y piense acerca de éstos, porque contienen en sí mismas al ente representado.

Moreira (1999) señala que las representaciones internas o mentales, son “maneras de ‘representar’ internamente el mundo externo” (p. 300). Destaca que las personas construyen este tipo de representaciones porque no captan el mundo exterior de manera directa; tales representaciones pueden ser en principio proposicionales o analógicas. El autor define como discretas o individuales, a las representaciones proposicionales, además de calificarlas como abstractas, por cuanto se organizan según reglas rígidas, que se producen en cualquier lengua y a través de cualquiera de los sentidos. Sostiene que las representaciones analógicas son “no-discretas (no-individuales), concretas (representan entidades específicas del mundo exterior), organizadas por reglas débiles de combinación y específicas de la modalidad a través de la que se encontró originalmente la información” (p. 300).

En el caso de las representaciones internas o mentales, aún no existe un consenso acerca de la clasificación o tipología de las mismas tal como lo afirma Riviére, citado por Greca (ob.cit), porque si bien, son estados internos de la mente, no se tiene la certeza de que el mundo representado corresponda con esta naturaleza, si existe en el exterior o bien se trata de una combinación de ambos (Greca, ob. cit).

Lo descrito en los párrafos anteriores ha tenido la intención de contextualizar las posturas que se han manifestado en la psicología cognitiva, las cuales han despertado gran polémica sobre el tópico de las representaciones, porque sólo explican la naturaleza de éstas, desde el punto de vista proposicional o como imagen.

De acuerdo con lo expresado por Rodríguez y Moreira (2002), Johnson-Laird hace referencia al papel esencial que tienen las representaciones en los procesos de cognición, debido a que éstas actúan como intermediarios entre el sujeto y su entorno, ante la imposibilidad de aprehender el mundo. Asimismo, la construcción del conocimiento consiste en la progresiva elaboración de representaciones internas que dan funcionalidad a los modelos mentales, de manera que permitan predecir y explicar el entorno que les rodea, en forma análoga y estructural del mundo que simbolizan.

Esta analogía a la que se corresponde la representación, puede ser parcial o total (Eysenck & Keane, citados por Moreira, 1999) y, por consiguiente, Johnson-Laird (1983) expresa que un modelo mental puede estar constituido por proposiciones, existentes sólo como representación mental y no como parte del modelo en sí. Por tanto, los modelos mentales han representado una tercera vía que pretende explicar la naturaleza de los constructos representacionales, lejos de la polémica existente en lo referente a la dicotomía proposiciones-imágenes. Esta propuesta ha sido

desarrollada por Johnson-Laird (1983) en la cual señala que un modelo mental es cualquier representación interna de información “que corresponde análogamente a aquello que se está representando” (Johnson-Laird, cit. por Moreira, 1999, p. 301).

Los modelos mentales, de acuerdo con el referente teórico de Johnson-Laird (1983), están constituidos por los elementos, denominados tokens y las relaciones, que se utilizan para representar “un estado de cosas específico, estructurados de una manera adecuada al proceso sobre el que deberán operar” (Moreira, 1999, p. 303) y, en consecuencia, no existe un único modelo para una situación particular, lo que pone en evidencia las dificultades de muchos problemas de razonamiento que llevan a cabo los individuos. Sin embargo, es conveniente definir cada uno de los códigos que explican el razonamiento, de acuerdo con la teoría de Johnson-Laird (1983), entre los que se mencionan las representaciones proposicionales, las imágenes mentales y los modelos mentales. “Las representaciones proposicionales son cadenas de símbolos que corresponden al lenguaje natural, los modelos mentales son análogos estructurales del mundo y las imágenes son modelos vistos desde un determinado punto de vista” (p. 165), por lo que desde esta perspectiva pueden distinguirse, básicamente, las proposiciones, las imágenes mentales y los modelos mentales.

En relación con las proposiciones, cabe destacar que éstas no son más que cadenas de símbolos similares a las de tipo lingüístico, que remiten a las representaciones proposicionales, definidas por Eysenck y Keane, citados por Greca (1999) como “entidades explícitas, discretas y abstractas, que representan el contenido ideacional de la mente” (p. 256), así como “los objetos conceptuales y las relaciones entre ellos de una forma que no es específica de ningún lenguaje o modalidad” (*Ibidem*). Estas representaciones expresan el lenguaje de la mente y, al menos, poseen una estructura sintáctica y otra semántica, lo que permite expresarlas verbalmente, según lo enunciado por Johnson-Laird (1983). Las imágenes mentales, si bien han sido consideradas por Greca (1999), como “un medio muy eficiente de codificación de información, cuando ésta es transferida a la memoria de largo plazo” (p. 272), significan, además, un punto de vista particular de representar cualquier aspecto de un objeto o evento, a partir de la percepción o imaginación de éste (Johnson-Laird, 1983).

Un ejemplo de lo anterior puede ser el concepto de átomo, el cual obedece a un evento que no se percibe, pero igualmente se imagina, de manera que, a partir de éste, se puedan comprender algunos fenómenos en Química. Cuando se hace referencia a este concepto, en la mayoría de los casos, los individuos lo dibujan en forma de esfera, aunque tengan nociones sobre las partículas que los constituyen (Harrison & Treagust, citados por Moreira, 1999). En tal sentido, se tiene esta analogía particular, no-discreta, que permite a los estudiantes realizar la codificación de la información referida a la representación mental de este concepto abstracto.

### 3. Metodología

El presente estudio estuvo enmarcado en una investigación de tipo descriptivo. Se realizó un análisis sistemático de la realidad, con la finalidad de interpretarla, valiéndose de la recolección directa de los datos del contexto. De acuerdo con el objetivo del mismo, fue de tipo descriptivo, y se explicaron las representaciones mentales del concepto combustión, elaboradas por los estudiantes (Hernández & Fernández & Baptista, 2006).

Se utilizó un diseño no experimental transeccional, el cual no requirió la manipulación deliberada de variables y, de carácter transeccional porque la recolección de los datos se efectuó en un momento dado (Hernández & Fernández & Baptista, ob. cit).

La población estudiantil potencialmente afectada por la investigación, estuvo conformada por 14 sujetos de las secciones G, I y K, todos cursantes del Quinto Año del Liceo Bolivariano Jacinto Lara, Municipio Palavecino, estado Lara. Es importante destacar que por ser un estudio descriptivo no se pretendió calcular una muestra representativa que permitiera generalizar acerca de las representaciones mentales elaboradas por los estudiantes en el aprendizaje del concepto combustión, sino analizar y evaluar la naturaleza de las mismas, en un contexto naturalístico, razón ésta por la cual también se sugirió la actuación voluntaria de los sujetos que participaron en la investigación. Además la identidad de los alumnos en relación con los nombres no son los verdaderos, sino que ellos decidieron colocarse los nombres que se señalan en este estudio, esto es con la finalidad de garantizar la confidencialidad de los sujetos estudiados.

### 4. Definición de la categoría representaciones mentales

#### 4.1. Definición conceptual

Las representaciones mentales se definen como “cualquier notación, signo o conjunto de símbolos que representa (vuelve a presentar) algún aspecto del mundo externo o de nuestra imaginación, en su ausencia” (Greca, 1999, p. 269). Estas representaciones poseen tres dimensiones que según Johnson-Laird (1983) son: a) las representaciones proposicionales, que pueden ser expresadas verbalmente; b) los modelos mentales, como análogos estructurales de una situación del mundo real o imaginario; y c) las imágenes mentales como perspectivas particulares de un modelo mental.

Asimismo el autor define las representaciones proposicionales como cadenas de símbolos que corresponden al lenguaje natural, exteriorizados a través de palabras, constructos y oraciones, mientras que las imágenes mentales son modelos vistos desde un determinado punto de vista, expresadas mediante ilustraciones. De igual manera, señala que los modelos mentales son análogos estructurales del mundo, cambiantes, que permiten identificar e inferir acerca de un concepto.

## 4.2. Definición operacional

Las representaciones mentales se entienden como representaciones proposicionales, imágenes mentales y modelos mentales. En el caso de las representaciones proposicionales, cabe resaltar que se evidencian a partir de las palabras, constructos y oraciones utilizadas por los sujetos, mientras que las ilustraciones se emplean para indicar que se trata de las imágenes mentales. Asimismo, se trata de un modelo mental en aquellas situaciones o planteamientos referidos en el cuestionario y la entrevista no estructurada, en las que el individuo identifique o establezca inferencias acerca del concepto combustión.

Las dimensiones correspondientes con la categoría representaciones mentales se evidencian a partir de las producciones escritas por los estudiantes las cuales fueron registradas en un cuestionario, además de las verbalizaciones obtenidas mediante entrevistas no estructuradas realizadas a los sujetos, las cuales complementaron las respuestas. El procedimiento que se utilizó fue el siguiente:

1. Desarrollo en el ambiente de aprendizaje de los contenidos referentes a los hidrocarburos: definición, características, nomenclatura, propiedades físicas y químicas (combustión), a través de diferentes estrategias tales como debate, elaboración de carteleras, seminarios, entre otras de carácter cooperativo.
2. Visita guiada a la Refinería “El Palito” como actividad complementaria de la Unidad I del programa de Química de Quinto Año.
3. Solicitud a los educandos de la participación voluntaria en el estudio para conformar la muestra.
4. Aplicación del cuestionario para recopilar información de las representaciones proposicionales, imágenes mentales y modelos mentales construidos por los sujetos.
5. Revisión preliminar de las respuestas de los cuestionarios para seleccionar los individuos a quienes aplicar la entrevista no estructurada.
6. Aplicación de entrevista no estructurada complementaria de la información recopilada en los cuestionarios, para aclarar aspectos referidos a los ítemes en blanco observados en los cuestionarios.
7. Análisis de las respuestas de los cuestionarios y las entrevistas no estructuradas para la determinación de la funcionalidad de los modelos mentales, representaciones proposicionales e imágenes mentales del concepto combustión.

## 5. Resultados

A continuación se muestran las respuestas de las preguntas del cuestionario, por ítems.

### Ítem 1: Escribe palabras que asocia a la combustión

El 100% de los sujetos informantes utilizó vocablos relacionados con el concepto combustión tales como gasolina, gas, oxígeno, energía, calor, CO<sub>2</sub>, fuego, humo, combus-

tible, agua, petróleo, rocas impermeables, rocas permeables, arder, comburente, fósforo, explosión, hidrocarburo, alcano líquido, carbón y cadenas. En relación con esta última expresión, se puede acotar que las cadenas carbonadas, fueron estudiadas como conocimientos previos para la comprensión de la estructura tanto de los hidrocarburos como de otros compuestos orgánicos.

### Ítem 2: ¿Qué es combustión?

El 100% de los estudiantes redactó una oración en la que definía el concepto combustión, de los cuales el 42,86% representó la combustión de manera directa mediante el vocablo reacción química. Tales respuestas fueron literalmente las siguientes: “Es la reacción en la cual a un combustible se le aplica un comburente para que arda”, “La reacción que surge de aplicar un comburente a un combustible, se le llama combustión” “Es una reacción que es producida por un combustible combinado con el oxígeno”, “Es una reacción química que ocurre entre los hidrocarburos”, entre otros.

Por otra parte, el 21,43% utilizó otras palabras que sugerían la ocurrencia de un cambio químico. Las respuestas textuales fueron “Es un producto saturado en presencia de oxígeno con desprendimiento de una gran cantidad de energía”, “Es la capacidad que tienen las sustancias químicas de arder y producir energía”, entre otro. Además un 21,43% conceptualizó la combustión como un proceso, refiriéndose a ésta con las expresiones literales “Es el proceso mediante el cual un combustible hace una reacción química mediante la presencia de calor y oxígeno”, “Es un proceso mediante el cual hace una serie de funciones, por ejemplo, la gasolina pasa por una serie de procesos para lograr energía” entre otros; y un 14,29% hizo referencias de las sustancias susceptibles de arder al emplear la expresión combustible entre las que se distinguen las expresiones textuales.

### Ítem 3: Describe la combustión de un hidrocarburo (HC)

En este ítem, sólo el 50% de los sujetos describió la combustión de cualquier hidrocarburo (HC). A partir de este porcentaje, cabe resaltar que el 42,86% empleó ecuaciones químicas tales como “C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + O<sub>2</sub> CO<sub>2</sub> → 2 + H<sub>2</sub>O + E”, “En este proceso se tiene un hidrocarburo que se le aplica oxígeno y en presencia de calor se produce vapor de agua, dióxido de carbono y energía Hidrocarburo + O<sub>2</sub> CO<sub>2</sub> → 2 + H<sub>2</sub>O + E” y “CH<sub>4</sub> + O<sub>2</sub> CO<sub>2</sub> → 2 + H<sub>2</sub>O + E”. De igual manera, se encontró que el 57,14% utilizó palabras expresadas en forma de oración en la referida descripción, las cuales, transcritas de manera textual: “La forma de describir la combustión de un hidrocarburo es la quema de combustible por ese motivo es que tiene la capacidad para poder arder”, “Un hidrocarburo reacciona o es una reacción que ocurre entre cualquiera de los hidrocarburos en presencia del oxígeno y presencia de calor para dar como producto dióxido de carbono, vapor de agua y energía”, “Es una reacción que ocurre con cualquier hidrocarburo en presencia de oxígeno y calor reaccionan con calor y

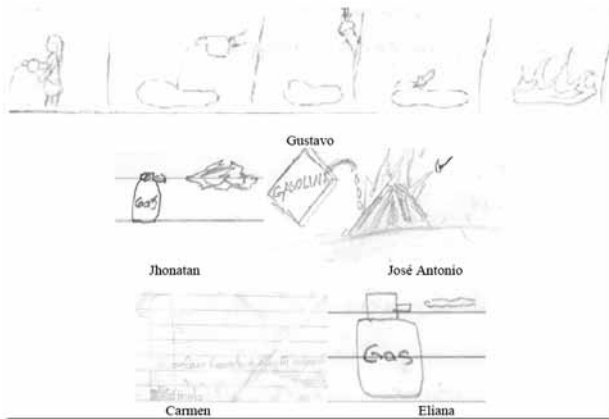
liberan energía”, entre otros. Por su parte, el 50% que no respondió esta interrogante por lo que empleó diversas expresiones en las entrevistas en las que se reflejaba que no se les venía a la mente algo que pudieran utilizar para contestar la pregunta (“uhm...”, “no sé... eso mismo”, entre otros comentarios similares).

**Ítem 4: Redacta una oración con las palabras papel, fósforo, comburente, de manera que se explique con un ejemplo, el concepto combustión. Puedes emplear otras palabras que te ayuden a darle sentido a la frase.**

El 50% de los estudiantes respondió la pregunta con las frases literales, “Una de las formas en donde la combustión se expresa mejor es la siguiente: el papel que sirve como comburente al encender un fósforo hace combustión y enciende una llama”, “Agarra una hoja de papel, enciende un fósforo y acerca el fuego al papel, éste en presencia de oxígeno, comienza a arder”, “Para realizar la combustión de un papel, es necesario la presencia del comburente que es el oxígeno y la del fósforo para que el papel se queme”, “Se le aplica un comburente (oxígeno) más calor al fósforo al combustible (papel) y la reacción que surge de esto se llama combustión”, “Con el fósforo, prenderás la cocina, entre otros; y el otro 50% de los informantes dejaron en blanco este ítem y al preguntárseles en las entrevistas el por qué no contestaron, ellos expresaron no tener idea alguna en la cabeza para realizar la actividad, o bien que no sabían cómo hacerlo, es decir, organizar las palabras para redactar la oración.

**Ítem 5: Ilustra la combustión de cualquier sustancia o material**

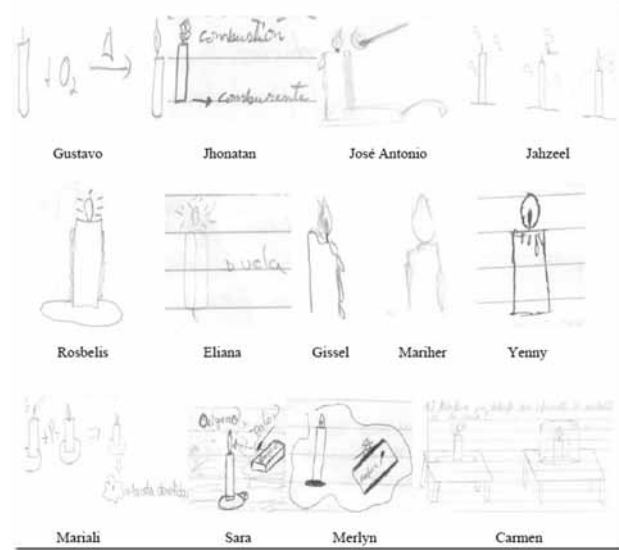
Los nombres propios de las personas que participaron en la investigación fueron modificados por garantizar la confidencialidad de los sujetos estudiados.



En relación con este ítem, el 35,71% de los estudiantes elaboraron de manera ilustrativa el concepto combustión en sustancias tales como combustibles líquidos, lo que evidenció un único grado de abstracción en las representaciones elaboradas para este vocablo, el cual es el macroscópico; es decir, aquellos elementos que puede percibir a través de la vista. También se pudo percibir a través de las ilustraciones el uso de conocimientos previos que son el cimiento sobre los cuales se construyen, en este caso,

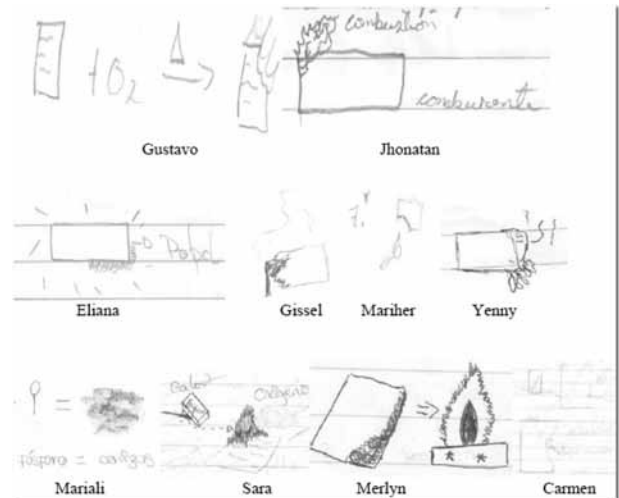
las imágenes mentales. Estas ideas previas pueden ser el resultado de la interacción del individuo con el entorno.

**Ítem 6: Ilustra la combustión de una vela**



El 92,86% de los estudiantes elaboraron de manera ilustrativa la combustión de una vela, lo que evidenció, al igual que en la pregunta anterior, el grado de abstracción macroscópico; es decir, aquellos elementos que se puede percibir a través de la vista. Igualmente, se observa en las ilustraciones el grado de abstracción molecular, debido a que los estudiantes hicieron uso de conceptos referidos a la naturaleza corpuscular de la materia, en este caso, de la molécula O<sub>2</sub>. Sin embargo, se pueden observar distintas imágenes o puntos de vista particulares de una misma situación.

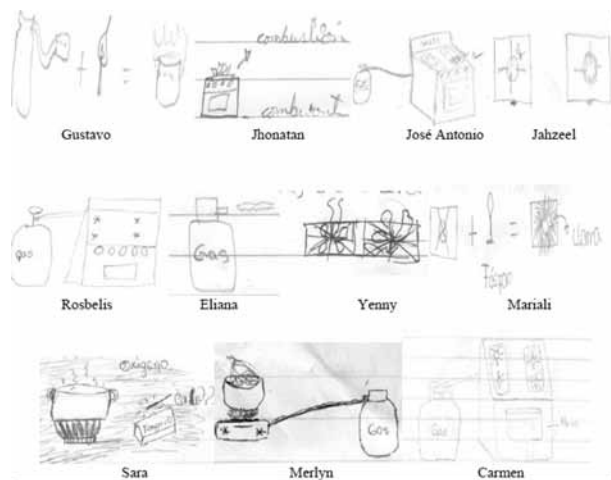
**Ítem 7: Ilustra la combustión del papel**



El 71,43% de los estudiantes ilustró la combustión del papel, lo que evidenció nuevamente el uso de representaciones con grado de abstracción tanto macroscópica como molecular. Sin embargo, se pueden distinguir imágenes o puntos de vista particulares, pero diferentes, de una misma situación. También se observó la adición de palabras a las

ilustraciones. Al preguntárseles la razón por la cual corroboraban con palabras las imágenes elaboradas, ellos respondieron que esto les permitía "...explicar mejor lo que dibujo, profe..., no fuera a ser que no me entendiera". Por tanto, estas representaciones son parcialmente analógicas y se convierten en un modelo mental. De igual manera, se observa que el 28,57% no elaboró las ilustraciones solicitadas, manifestando la dificultad para realizar figuras; al no imaginarse el dibujo y, por tanto, no hacerlo; el querer terminar rápido de hacer la actividad; o bien preferir otro de los objetos para hacer la figura, como la vela. Esto evidencia el bloqueo producido en el estudiante entre las ideas previas y la experiencia, la cual no se produce por capricho por falta de interés en resolver la tarea, sino porque la representación o modelo de trabajo que tiene en la mente no puede explicar ni predecir la situación que se le plantea.

### Ítem 8: Ilustra la combustión del gas de cocina



Se evidencia que el 78,57% de los estudiantes ilustró la combustión del gas de cocina, haciendo uso del grado de abstracción macroscópico, diferenciándose las imágenes elaboradas por cada uno de los sujetos.

### Ítem 9: ¿Qué ocurre desde el punto de vista químico cuando giramos la perilla de la cocina de gas y acercamos un fósforo?

El 85,71% de los sujetos respondió de manera textual con las siguientes expresiones "Se prende la cocina si el fósforo está prendido", "Hace combustión. Si el fósforo está prendido y si no, no pasa absolutamente nada", "Rápidamente por el gas y la llama del fósforo, se produce fuego", "Enciende la cocina debido a que el gas que reaccionó cuando giramos la perilla de la cocina y al fuego del fósforo", "Existe una liberación de gas, que al contacto con el oxígeno y aplicándole calor, con un fósforo encendido, estos gases se queman y producen energía térmica", "entre otros. En concordancia con lo anterior, el 85,71% de los alumnos identificaron el concepto combustión y un 14,29% no respondieron dicho ítem, aunque durante las entrevistas manifestaron "¡ah! es que no se me venía más nada a la mente porque ya dibujé la olla con el agua hir-

viendo...en la cocinita" o bien "...bueno... eso es muy elemental... este ... uhm... bueno, eso mismo... la cocina... el fósforo... y... ¿se prende?... ¡ah! ahí está el detalle". Estas respuestas expresan la falta de predictibilidad de los modelos mentales y, por tanto, la falta de respuesta originada por el conflicto generado entre la idea previa del sujeto y la experiencia.

### Ítem 10: ¿En qué consiste la quema de un hidrocarburo?

El 92,86% de los educandos no respondieron este ítem, al aclararles que la quema se refería a la combustión, los estudiantes contestaron que "no me recordaba qué era quema... ah... ¿entonces, es combustión?... uhm... interesante...", o bien, expresiones como "¡ah! no sabía", "¿era eso?, yo pensé que lo que se quemaba era el papel", manifestándose patrones de comportamiento referidos a las creencias de los sujetos que no identificaron el concepto y, en consecuencia, reflejan las creencias que los educandos tienen sobre el mismo. Todas estas respuestas fueron resumidas en una matriz que se muestra en el Anexo 1.

## 6. Discusión

Ahora bien, desde una perspectiva general, para la dimensión representaciones proposicionales y a partir de las respuestas obtenidas en los ítems 1, 2, 3 y 4, se puede decir que los estudiantes utilizan representaciones proposicionales del concepto combustión, expresadas a través de palabras y oraciones. En este sentido, es importante mencionar, de acuerdo con lo expresado por Johnson-Laird (1983), y para este caso, en relación con las representaciones proposicionales, que estas consistieron en cadenas de símbolos de un vocabulario finito, con reglas sintácticas arbitrarias y desconocidas. Además, se debe tener presente que las proposiciones se pueden considerar, desde la perspectiva filosófica, como objetos conscientes del pensamiento con los cuales se produce el razonamiento, la duda y hasta las creencias, las cuales se pueden expresar por los sujetos. En este caso, los informantes expresaron ideas mediante el uso de palabras y oraciones, referidas todas al concepto combustión, con distintas acepciones y a partir del empleo de diferentes nociones de este término. Asimismo se observó el grado de abstracción molecular, por cuanto los estudiantes hicieron uso de conceptos referidos a la naturaleza corpuscular de la materia, en este caso, moléculas, tales como  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$  y  $H_2O$ . Aunado a esto se puede observar que los sujetos, utilizaron representaciones simples; es decir, sencillas, puesto que estuvieron constituidas por pocos elementos utilizados de acuerdo con la predictibilidad de cada planteamiento del cuestionario. Dichos modelos perdieron eficacia cuando se incrementó la dificultad de las preguntas o el patrón de trabajo, Por ejemplo, en los ítems 3 y 4; de allí que las proposiciones fueran modificadas en menor porcentaje.

Lo anteriormente expuesto tiene explicación debido a que las representaciones mentales se construyen sobre la base de las ideas previas acerca de un determinado dominio

conceptual y, si la experiencia no se relaciona con dichas ideas, se genera un conflicto cognitivo entre el modelo primitivo y las vivencias observadas, lo que impide que el individuo encuentre una respuesta lógica o correcta, por lo que entonces responde que no sabe o que no lo recuerda. Cabe acotar que si bien los sujetos emplearon palabras, constructos y oraciones referidas al concepto combustión, algunas de las expresiones utilizadas encierran preconcepciones acerca del mismo. Esto ocurre, desde una perspectiva científica, por falta de conocimiento acerca de los vocablos precisos que permitieran construir una definición exacta de la combustión. Sin embargo, a la luz de la teoría de Johnson-Laird (1983), el empleo de tales representaciones obedece a reglas arbitrarias y no a tecnicismos.

En lo que se refiere al ítem 5, se evidencia la producción del conflicto cognitivo entre las ideas previas del alumno y la situación a resolver o experiencia, lo que genera este tipo de respuestas, si se quiere, evasivas, ante el planteamiento del cuestionario y que se puso de manifiesto durante las entrevistas.

En relación con el ítem 6, las representaciones elaboradas por los alumnos evidencian el empleo de los conocimientos previos porque si bien algunos coincidieron con la manera en que representaron la combustión, cada ilustración es diferente de la otra; es decir, que cada imagen mental es un referente único para cada individuo. Lo cual concuerda con Johnson-Laird (1983) porque se observa en las mismas la especificidad de los aspectos perceptivos que detallan la combustión de una vela, vistos desde una perspectiva particular.

Ahora bien en el ítem 7, se evidencia el bloqueo producido en el estudiante entre las ideas previas y la experiencia, la cual no se produce por capricho o por falta de interés en resolver la tarea, sino porque la representación o modelo de trabajo que tiene en la mente no puede explicar ni predecir la situación que se le plantea.

Cabe también destacar que el Ítem 8, las ilustraciones realizadas por los estudiantes correspondieron a análogos visuales y, por tanto, resultaron altamente específicos. Sin embargo, como las imágenes se refieren sólo a un punto de vista particular, no han de poseer capacidad explicativa; es decir, de su significado, por lo que cada sujeto elaboró las representaciones de acuerdo con el referente previo del término combustión, por lo que se señala que las imágenes son un lenguaje de programación de alto nivel para la mente, porque elevan el razonamiento de los sujetos al liberar a la cognición humana de operar solamente a través del lenguaje básico (representaciones proposicionales) lo que permite que el individuo resuelva con mayor facilidad las situaciones en las que emplea el concepto de manera funcional (Johnson-Laird, 1983), porque mientras más alto es el nivel de razonamiento logrado por aprendiz o por el

sujeto que representa el mundo exterior a partir de representaciones mentales, mejor opera el vocablo y resuelve tanto problemas como situaciones diversas en las que se enfrenta en la vida cotidiana con este término, el cual, es combustión para esta investigación.

En lo referente al ítem 9, las repuestas de los estudiantes respuestas expresan la falta de predictibilidad de los modelos mentales y, por tanto, la falta de respuesta originada por el conflicto generado entre la idea previa del sujeto y la experiencia.

De acuerdo con el ítem 10, los estudiantes, por una parte utilizan vocablos asociados al concepto combustión, pero por la otra no modifican el modelo de trabajo al momento de identificar el concepto; es decir, que la representación mental que tienen de este término, solamente la exteriorizaron a través de palabras e ilustraciones cuando en la pregunta está incluida la noción del objeto de estudio. Además, vale decir que al no establecer relaciones entre los vocablos quema y combustión, bien por falta de ideas previas o por las creencias de los alumnos, no se pudo elaborar un modelo mental predictivo ni explicativo y; por tanto, no hubo respuesta escrita ni verbal.

## Conclusiones

Los estudiantes realizaron representaciones mentales, tales como representaciones proposicionales, imágenes mentales y modelos mentales inherentes al concepto combustión. Entre las representaciones proposicionales empleadas por los participantes destacaron el uso de palabras y vocablos referidos al concepto combustión. Asimismo conectaron constructos a través de oraciones redactadas en las que definieron y describieron el referido concepto. De igual manera, los individuos elaboraron imágenes mentales de la combustión, mediante ilustraciones referidas a la ocurrencia de este cambio químico en cualquier sustancia, en una vela, en el papel, en el gas de cocina; lo que permitió evidenciar el uso de referentes analógicos particulares sobre el concepto seleccionado para el estudio. En relación con los modelos mentales, cabe resaltar que los estudiantes identificaron el concepto combustión. Además pudieron establecer predicciones, explicaciones e inferencias acerca del referido concepto.

En cuanto a las representaciones mentales construidas por los estudiantes, éstas les permitieron elaborar un modelo de trabajo acerca del concepto combustión, porque poseían ideas previas que les permitieron explicar y predecir las situaciones planteadas, mientras que en aquellos casos en los que no se obtuvo respuesta, se puede decir que se agotó la funcionalidad de las representaciones utilizadas hasta entonces generada por conflictos cognitivos entre tales ideas previas y el planteamiento por resolver. ©



### Anexo 1 Matriz de respuestas de los estudiantes

Estudiante Pregunta	Rosbelis	Gustavo	Jhonatan	Eliana	José Antonio	Gissel
1) Escribe palabras que asocias a la combustión	Gasolina, gas	Oxígeno, energía, calor, CO <sub>2</sub> , fuego, humo, combustible.	Procesamiento de un producto	Gas, agua, petróleo, rocas impermeables, rocas permeables	Arder, fuego, energía, oxígeno	Comburente, combustible, gasolina, fósforo
2) ¿Qué es combustión?	Son los combustibles que usamos diariamente	Es el proceso mediante el cual un combustible hace una reacción química mediante la presencia de calor y oxígeno	Es un proceso mediante el cual hace una serie de funciones, por ejemplo, la gasolina para por una serie de procesos para lograr energía	Es un producto saturado en presencia de oxígeno con desprendimiento de una gran cantidad de energía	Es la capacidad que tienen las sustancias químicas de arder y producir energía	Es la reacción en la cual a un combustible se le aplica un comburente para que arda
3) Describe la combustión de un hidrocarburo	$C_2H_4 + O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + H_2O + E$	"... uhm... alm... hidrocarburo... combustión... ah! No sé"	"eso como que no me lo sé, profe"	"¡ah! Dios... No pregunte eso... no... dejémoslo así"	"bueno... este... este... bueno... eso mismo"	En este proceso se tiene un hidrocarburo que se le aplica oxígeno y en presencia de calor se produce vapor de agua, dióxido de carbono y energía $Hidrocarburo + O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + H_2O + E$
4) Redacta una oración con las palabras papel, fósforo, comburente, de manera que se explique con un ejemplo, el concepto combustión. Puedes emplear otras palabras que te ayuden a darle sentido a la frase.	"ah! Profe... no sé cómo hacer la oración"	Una de las formas en donde la combustión se expresa mejor es la siguiente: el papel que sirve como comburente al encender un fósforo hace combustión y enciende una llama	"mi... no tener idea alguna en la cabeza"	"es que no sé... no sé cómo hacerlo"	Agarra una hoja de papel, enciende un fósforo y acerca el fuego al papel, éste en presencia de oxígeno, comienza a arder.	Para realizar la combustión de un papel, es necesario la presencia del comburente que es el oxígeno y la del fósforo para que el papel se queme
5) Ilustra la combustión de cualquier sustancia o material	"profe, para mí este dibujo es el de la vela o el del gas"					"bueno, profe... ¿y no tiene que ver esa pregunta con las que siguen?"
Estudiante Pregunta	Rosbelis	Gustavo	Jhonatan	Eliana	José Antonio	Gissel
6) Ilustra la combustión de una vela			Al prender la mecha de la vela se genera una combustión 			
7) Ilustra la combustión de un papel	"eso es muy fácil pero igual no lo hice... no sé... era mejor la vela"		Al prender el papel se genera la combustión 		"yo no lo hice no porque no sé, sino porque quería terminar rápido pero igual me agarró a preguntas"	
8) Ilustra la combustión del gas de cocina			Al prender la cocina... 			"pero bueno profe... yo no soy Picaso... esto sí es muy difícil"
9) ¿Qué ocurre desde el punto de vista químico cuando giramos la perilla de la cocina de gas y acercamos un fósforo encendido a la hornilla?	Se prende la cocina si el fósforo está prendido	Hace combustión. Si el fósforo está prendido y si no, no pasa absolutamente nada	Rápidamente por el gas y la llama del fósforo, se produce fuego.	Enciende la cocina debido a que el gas que reaccionó cuando giramos la perilla de la cocina y al fuego del fósforo.	Existe una liberación de gas, que al contacto con el oxígeno y aplicándole calor, con un fósforo encendido, estos gases se quemaron y producen energía térmica	Cuan do se gira la perilla y emana el gas, se le acerca un fósforo encendido, se procesa la combustión, ya que ya poseen la presencia del oxígeno que actúa como comburente
10) ¿En qué consiste la quema de un hidrocarburo?	"ah!... no sabía", "¡era eso?, yo pensé que lo que se quemaba era el papel"	"no me acordaba qué era quema... ah... ¡entonces, es combustión?... uhm... interesante..."	"¡ni idea de que era eso!"	"¡Ah! Profe... no sé"	"bueno... Este... será... eso mismo..."	"¡ups!... se me olvidó"

### **Autores:**

**Saida Matute.** Profesora en Ciencias Naturales, mención Química. Magister en Educación, mención Enseñanza de la Química. Asistente de investigación en Ciencias Básicas. Responsable de proyectos de Investigación financiado por FUNDACITE- Lara y Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y la Tecnología. Actualmente Trabaja en el Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA).

**Patricia Iglesias.** Ingeniero Químico, Licenciado en Educación y Magister en Educación, mención Enseñanza de la Química, Profesor Contratado en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Barquisimeto “Luis Beltrán Prieto Figueroa”. Docente a tiempo completo en la Unidad Educativa Aristides Rojas, San Felipe, estado Yaracuy.

**Oscar Gutiérrez.** Profesor titular de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Barquisimeto “Luis Beltrán Prieto Figueroa”. Máster en Ciencias, mención en Química. Coordinador de investigación: Estrategias en la enseñanza aprendizaje de la Química. Candidato en el Programa de Promoción al Investigador (PPI).

**Tarcisio Capote.** Profesor asociado de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Licenciado, Magister y Doctor en Química; Ha ejercido la docencia en las asign. de Química General, Química Analítica, Cultivo y Agroindustria de Aloes y Agaves. Se Ha desempeñado en los cargos de Coordinador de las asignaturas Química I y Química Analítica, Jefe de Departamento de Química y Suelos. Actualmente Trabaja en el Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA)

**Jesús Rojas.** Técnico Químico y ejecutor de proyectos de Bachilleratos, trabaja como Asistente de Laboratorio en el Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), ubicada al final de la Ribereña redoma de Agua Viva y Tarabana.

**Ronaldo Durán.** Técnico Superior Universitario en Control de Calidad y ejecutor de proyectos en la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Trabaja como Asistente de Laboratorio en la Asignatura de Química en el Decanato de Agronomía de la UCLA.

### **Bibliografía**

- Caamaño, Aureli. (1998). *El cambio químico: un tema central de la investigación en didáctica de la química*. Alambique, 17, 61-64.
- Greca, Iliana. (1999). Modelos mentales. En Marco Antonio. Moreira & Concesa, Caballero Sahelis & Jesús, Meneses Villagrà. *Primera (I) escuela de verano sobre investigación en enseñanza de las ciencias*. (pp. 297-343). Burgos: Universidad de Burgos. España.
- Hernández, Sampieri, Roberto & Fernández Collado, Carlos & Baptista Lucio Pilar. (2006). *Metodología de la investigación*. (4ª ed). México: Mc Graw Hill.
- Johnson, Laird. (1983). *Mental models*. Cambridge: Harvard University Press. Estados Unidos.
- Moreira, Marco Antonio (1999). Modelos mentales. En Marco Antonio. Moreira & Concesa, Caballero Sahelis & Jesús, Meneses Villagrà. *Primera (I) escuela de verano sobre investigación en enseñanza de las ciencias*. (pp. 297-343). Burgos: Universidad de Burgos. España.
- Ministerio de Educación. (1990). *Programa de articulación del nivel de educación media diversificada y profesional. Asignatura química, primero y segundo año*. Caracas: Autor.
- Onrubia, Javier. (2000). El proyecto adolescente: elementos para una aproximación constructivista, interaccionista y contextual al desarrollo psicológico en la adolescencia. En Artur, Parcerisa Arán & Puig Rovira, Joseph María (2000). *El constructivismo en la práctica. Claves para la innovación educativa* (pp. 123-132). Barcelona: Graò.
- Otero, María Rita. (1999). *Psicología cognitiva, representaciones mentales e investigación en enseñanza de las ciencias. Investigações em Ensino de Ciências*. Recuperado el 9 de enero de 2009 en [http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol4/n2/v4\\_n2\\_a2.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol4/n2/v4_n2_a2.htm).
- Rodríguez Palmero, María Luz & Moreira, Marco Antonio. (1999). *Modelos mentales de la estructura y el funcionamiento de la célula: dos estudios de casos. Investigações em Ensino de Ciências*. Recuperado el 9 de diciembre de 2008 en [vishhttp://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol4/n2/v4\\_n2\\_a1.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol4/n2/v4_n2_a1.htm).