

ESTUDIO DE LAS PRECONCEPCIONES SOBRE LOS CAMBIOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LA MATERIA EN ALUMNOS DE NOVENO GRADO

STUDY OF THE PRECONCEPTIONS ON THE PHYSICAL AND CHEMICAL
CHANGES OF MATTER IN NINTH GRADE STUDENTS

ESTUDO DAS PRÉ-CONCEPÇÕES SOBRE AS MUDANÇAS FÍSICAS E QUÍMICAS
DA MATÉRIA EM ALUNOS DE PRIMEIRO ANO DO SEGUNDO GRAU

WILMER ORLANDO LÓPEZ GONZÁLEZ*

lgwilmer@yahoo.com

FERNANDO VIVAS CALDERÓN**

fernandovivas@yahoo.com.mx

Universidad de los Andes

Escuela de Educación

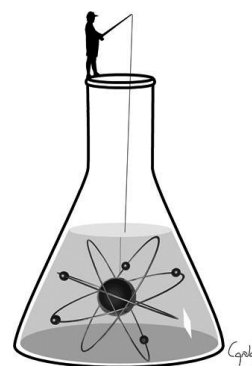
Mérida, Edo. Mérida

Venezuela

Fecha de recepción: 14 de abril de 2008

Fecha de revisión: 28 de agosto de 2008

Fecha de aceptación: 1 de abril de 2009



Resumen

El propósito de este trabajo fue el de hacer un estudio sobre las preconcepciones o ideas previas sobre el tema de cambio físico y químico de la materia. La importancia de este estudio radica en que nos permite tener una visión general del tema, para establecer a posteriori estrategias que lleven a alcanzar metas tan ansiadas como el aprendizaje significativo. El tipo de investigación fue de campo. Se escogió una muestra de estudiantes del noveno grado de educación básica. Se elaboró y se aplicó un instrumento llamado cuestionario. Los resultados obtenidos demostraron en general que las preconcepciones que tuvo la muestra sobre el tema, carecían de una estructura conceptual científica, a pesar de la preparación previa escolarizada en los cursos de la primaria y educación básica; estas ideas persisten y se perfilan como estructuras mentales de cierta fortaleza.

Palabras clave: preconcepciones, enseñanza de las ciencias, aprendizaje de las ciencias, cambio de la materia.

Abstract

The aim of this paper was to do a study on the preconceptions or previous ideas about the topic of physical and chemical changes of matter. The importance of this study lays on allowing us to have a general vision about the topic, to consequently establish strategies that help achieving longed goals such as meaningful learning. A sample was chosen from basic education ninth-grade students. A questionnaire was used as an instrument. The results obtained showed in general the preconceptions the sample had on the topic, they lacked a scientific conceptual structure, despite the previous school preparation from their primary and basic education schooling. These ideas persist and are shaped as mental structures of some significance.

Key words: preconceptions, science teaching, learning science, change of matter.

Resumo

O propósito deste trabalho foi fazer um estudo sobre as pré-concepções ou idéias prévias sobre o tema de mudança física e química da matéria. A importância deste estudo radica em que permite termos uma visão geral do tema, para estabelecer a posteriori estratégias que sirvam para atingir os objetivos ansiados como a aprendizagem significativa. O tipo de pesquisa foi de campo. Foi escolhida uma amostra de estudantes de primeiro ano do segundo grau. Foi criado e aplicado um instrumento chamado questionário. Os resultados obtidos demonstraram em geral que as pré-concepções da amostra sobre o tema careciam de estrutura conceitual científica, apesar da preparação prévia escolarizada nos cursos da primária e educação básica; estas idéias persistem e se apresentam como estruturas mentais de certa fortaleza.

Palavras chave: pré-concepções, ensino das ciências, aprendizagem das ciências, mudança da matéria



El tema de las preconcepciones ha sido motivo de gran interés por parte de numerosos investigadores. En este sentido, al referirse a las preconcepciones científicas en el área de las ciencias físico naturales, Rivas (2003) observó dos criterios que podrían conjugarse entre sí: una serie de ideas incorrectas que impiden la construcción correcta de conceptos científicos, contrariamente a lo expresado por otro grupo de investigadores, quienes consideran que si bien pueden ser incorrectas desde el punto de vista científico, no necesariamente son incorrectas desde el punto de vista del alumno, ya que estas simplemente indican la representación que el estudiante tiene de un fenómeno en particular o de un asunto o cuestión, es decir, son sus ideas previas a partir de las cuales se pueden construir los conceptos científicamente adecuados. Dentro del campo de la investigación, las preconcepciones (representaciones o ideas intuitivas) de los estudiantes, ha sido catalogadas por algunos autores como prejuicios y obstáculos epistemológicos para el aprendizaje de la ciencia, o “como ideas alternas de sentido común al estilo de Bachelard” (Flores, 2002). Por ello, es conveniente señalar precedentes que con notable antelación, llamaron la atención y se refirieron al tema como en el caso del propio Bachelard (1938) y Vygotsky (1973) en Gil (2003). Otros investigadores se ligaron al tema como es el caso de Piaget (1971) en Gil (2003), quien planteó el rastreo del origen psicológico de las nociones hasta sus estudios precientíficos; o de Ausubel (1978), quien afirmó: “si yo tuviera que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría esto: averigüese lo que el alumno ya sabe y enséñese consecuentemente”.

El objetivo principal de este trabajo es hacer un estudio sobre las preconcepciones en el tema del cambio físico y químico de la materia, en una muestra de estudiantes del noveno grado de educación básica.

Antecedentes

Desde sus inicios, las preconcepciones se han conceptualizado bajo diferentes criterios; muchos contradictorios o enfrentados; de hecho en la literatura al respecto se encuentran autores dedicados a investigar y analizar los llamados errores conceptuales, los que se identifican a su vez con designaciones muy diversas; entre ellos, la hipótesis de la existencia en los niños de ideas previas (Carretero, 2000) sobre temas científicos previas al aprendizaje escolar, distinguidas como ideas ingenuas (Caramazza, McCloskey y Green, 1981), ciencias de los niños (Osborne y Wittrock, 1983), esquemas conceptuales alternativos (Bello, 2004), representaciones (Giordan y De Vecchi, 1987). Refiriéndose a una clase de física específicamente, Bachelard (1938) en Gil (2003), reflexionaba acerca de los conocimientos empíricos ya constituidos en los estudiantes y que los equiparó con una especie de “cultura experimental” necesaria de cambiar para facilitar en los jóvenes la adquisición de conocimientos científicos. Vistos como “errores conceptuales”, condujeron igualmente a amplias discusiones y análisis como se evidencia en trabajos anteriores (Carrascosa, 1985). El investigador Bachelard, afirmaba que las ciencias físicas y químicas, en su desarrollo contemporáneo, podían caracterizarse epistemológicamente como dominios del pensamiento que rompían netamente con los “conocimientos vulgares”. De ahí la importancia y la necesidad de partir, siempre, en el proceso de aprendizaje, desde las preconcepciones.

Vinculado al desarrollo cognitivo en el área de la Química, fue el estudio realizado por Piaget (Aramburu, 2004), que permitió desarrollar para edades tempranas, el llamado modelo corpuscular de la materia para las sustancias que se disuelven. Para los otros cuerpos y sustancias, entre ellos los que se relacionan con las explicaciones de los cambios en los estados de la materia (por ejemplo, el agua que se transforma en hielo), la teoría corpuscular sólo aparece en los 11 o 12 años. Ahora los niños dicen, seguramente instruidos por los adultos, que las moléculas (o átomos) de hielo se mueven menos que las del agua. En un estudio controlado de preconcepciones sobre el estado gaseoso Novick y Nussbaum (1978) descubrieron que en niños entre los 13 y 14 años ya había una enseñanza teórica sobre la teoría corpuscular de la materia y su aplicación en gases, sólo un 60% de los estudiantes pensaban que

el gas se componía de partículas invisibles. Sólo un poco más del 50% sabía que existe un espacio vacío entre las partículas y que su estado intrínseco es de movimiento. Es importante resaltar, que el proceso de asimilación de conocimientos requiere de un proceso activo en el cual se relacionen, diferencien e integren los conceptos que ya existían en la mente del estudiante con los nuevos. Una enseñanza que se limite a presentar los conocimientos elaborados, sin tener en cuenta los procesos que requieren su construcción, impide que los estudiantes se apropien de esas ideas. De ahí que la enseñanza tipo transmisión y recepción no enseñe a resolver problemas sino a reproducir las soluciones de los mismos (Duncant, 2004). Por otra parte la combinación de objetivos imprecisos y exigencias curriculares que se alejan del ideal de un aprendizaje significativo tratando de manera superficial los contenidos, es lo que termina por reducir la enseñanza de las ciencias a la transmisión de conocimientos ya elaborados olvidando los procedimientos y, aun más, todo lo concerniente a los aspectos históricos y sociales de la relación ciencia, tecnología y sociedad, aspecto éste, señalado por algunos investigadores. Tal como está planteado en muchos currículos, todavía vigentes en la acción pedagógica del docente en clase, en muchos cursos de Física y Química, se constata de que los experimentos son meras guías de lo que se debe realizar sin contemplar que el estudiante pueda identificar el problema, plantear hipótesis, recoger e interpretar resultados o tomar alguna decisión (Dumon, 1992). Es decir, el proceso de aprendizaje se debe de valer de una serie de requerimientos más allá del dilema que si las clases deben ser teóricas o prácticas, es permitirle al estudiante que construya su propio conocimiento sobre la reflexión del propio proceso y tomando como base sustentable la gama de conocimientos previos adquiridos en su experiencia. De allí que el punto de partida para la aplicación de cualquier estrategia de aprendizaje, de construcción reflexiva del conocimiento, en cualquier área del saber, deben ser los conocimientos previos punto este que ha generado gran interés dentro de los investigadores del área (Banet y Núñez, 1988; Banet y Núñez, 1989; Giordan y De Vecchi, 1987; Ideas previas, 2002; Osborne y Freyberg, 1998; Trinidad y Garritz, 2003; Viennot, 1976).

Objetivo general

En este trabajo el objetivo es hacer un estudio de las preconcepciones sobre el tema de cambio físico y químico de materia en estudiantes del noveno grado de educación básica. Hasta estos momentos la formación recibida por los estudiantes de este nivel y área, se encuentra centrada en los cursos de ciencias naturales de la segunda etapa y tercera etapa de

educación básica cubriendo un nivel relativamente básico de aprendizaje. La importancia del estudio radica en que los cursos del noveno grado de Física y Química y en los posteriores, se profundiza el nivel de análisis, y los resultados, nos sirven como indicadores de los conocimientos previos (preconcepciones), para el diseño de estrategias de enseñanza y aprendizaje que le permita al estudiante la construcción reflexiva de su conocimiento.

Metodología

Tipo de investigación

El presente trabajo es una investigación de campo, porque el investigador se basa en métodos que permiten recolectar los datos de forma directa en la realidad donde se presenta (UNA, 1981).

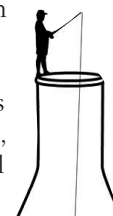
Muestra

Se seleccionó al azar una muestra de 28 estudiantes cursantes del noveno grado de educación básica, de un total de 112 de una institución educativa de la zona central de Mérida, estado Mérida, Venezuela. Además de la formación de estructuras previas debido a la interacción con el medio natural y social; la muestra tiene como característica, la formación curricular hecha a través del desarrollo de clases formales y de proyectos realizados en el área de ciencias naturales en la escuela primaria, 7mo y 8vo grado respectivamente.

Instrumento aplicado

Para llevar a cabo la presente investigación, se diseñó y construyó un instrumento (cuestionario anexo) con el que se llevó a cabo el estudio propuesto. Dicho instrumento se elaboró tomando en cuenta las siguientes etapas: 1.- Se seleccionó el tema a indagar. 2.- Se elaboró una serie de preguntas abiertas relacionadas con experiencias cotidianas con las que se supone, está en contacto la muestra en estudio y que permitió recolectar la información para su posterior análisis y discusión. 3.- Validez del instrumento. La evaluación del instrumento o cuestionario, fue hecha por cinco expertos especialistas en las áreas de: Educación, Educación Química y en Evaluación. Los parámetros en los que se basó dicha evaluación se encuentran en el cuadro 1. Posteriormente se hizo un análisis estadístico de aceptación de cada interrogante o ítem.

Luego se tomaron en cuenta las observaciones y sugerencias de los expertos, para finalmente proceder a la aplicación del cuestionario.





Cuadro 1. Resultados de la evaluación del cuestionario en porcentajes de adecuación.

Ítem	Parámetros		
	Pertinencia con los objetivos (%)	Pertinencia con los indicadores (%)	Redacción de los ítems (%)
1	100	100	60
2	80	80	60
3	80	80	60
4	100	100	100
5	100	100	100
6	100	100	100
7	100	100	100
8	100	100	100
9	100	100	100
	a. 100	100	100
10	b. 100	100	100
Total	96,36	96,36	76,36

Nivel de validación para los tres parámetros $X = 89,69$ % para todo el cuestionario con un $\alpha = 0,103$.

Análisis y discusión de los resultados

En qué se basa la siguiente afirmación: “El material bajo estudio cambió”

Entre las respuestas dadas a esta primera pregunta encontramos que las preconcepciones se basaron en ideas que ejemplifican el concepto de cambio del material a partir de casos tales como el cambio de estado (cambio físico), donde al hervir al agua se aprecia un cambio de líquido a vapor. También se encontraron respuestas tales como: “Si se altera el material (cambia la estructura), cambia su estado físico”. En este caso el hecho de que un material se altere indica un cambio químico, no queriendo decir que necesariamente implique un cambio de estado de la materia; ya que existen reacciones químicas que se dan en fase acuosa donde las especies resultantes siguen estando en esa fase acuosa, sin embargo, podemos citar experiencias muy sencillas de laboratorio, tal como el calentamiento del clorato de potasio (sal), donde podemos observar un desprendimiento de oxígeno en una reacción de descomposición, en la cual parte del material original de la sal pasó a estado gaseoso y otra parte se conservó en estado sólido. Sin embargo, en la estructura de la preconcepción, no se da explicación de cómo cambia la estructura de la materia. Otro tipo de respuesta encontrada fue: “Al estudiar la materia se encontraron cambios físicos y químicos”; en este tipo de respuesta vemos que el estudiante, aunque nombra los cambios físicos y químicos, no se basa en alguna propiedad que

haya cambiado del material ni siquiera da ejemplo de que propiedad es la que cambia y por qué. Otro tipo de respuesta sin justificación se basó en la afirmación: “sí, se cambió”. Encontramos otros tipos de afirmaciones las cuales se basan en la presencia de un agente externo pero no se explica cómo actúa sobre el material y qué modifica del mismo.

En algunas respuestas se detectó que los estudiantes se basaban en el método de observación para detectar que el material bajo estudio cambió. Sin embargo, no se está preguntando qué método usar para averiguar si el material cambió, sino que, se le afirma “el material bajo estudio cambió y que por supuesto está referido a que alguna propiedad del material haya cambiado y que se originó otro diferente al original”.

Las respuestas que se acercaron al indicador, es decir, las que se consideraron como acertadas, se basaron en el cambio de ciertas propiedades de la materia tales como; la forma, la estructura, el color y la formación de nuevos compuestos.

Explique una situación que indique un cambio físico de la materia

Se pudieron encontrar respuestas referentes al cambio físico, tales como: cambio de estado de la materia, cambio de estado de agregación, cambio de forma y cambio de color. La mayoría de las respuestas poseen algunos elementos conceptuales científicos, sin embargo, carecen de cierta coherencia lo que impide que se acerquen a la concepción planteada en el indicador de este numeral (ver anexo). Cuando nos referimos a *idea*, no es a una noción aislada ni mucho menos carente de sentido (desde el punto de vista del estudiante) sino que está insertada en una estructura cognitiva producto de las experiencias cotidianas, tanto físicas, que refuerzan la idea de que los cuerpos más pesados caen más rápido, o sociales por ejemplo, a través del lenguaje (Llorens, De Jaime y Llopis, 1989). Es de acotar que entre las respuestas encontradas referidas a cambio de color tenemos: “si a un vaso de agua se le agrega colorante, ocurre un cambio físico porque el agua cambia de color”, también debemos tomar en cuenta que puede ocurrir el caso en que simplemente se trata de una solución diluida o concentrada del sólido correspondiente con algún cambio posible en el pH de la solución final, o sea, que no necesariamente el cambio de color ocurre mediante una reacción química. Un pequeño grupo de estudiantes contestó: “cuando dejamos un clavo tomando sol y agua vemos que se torna un color anaranjado, forma un óxido”. En este caso se detecta claramente que ocurre una reacción química para que ocurra un cambio de color, pero al formarse los óxidos del hierro las propiedades iniciales del material (clavo), son distintas a las propiedades finales

y lo que ocurre es un cambio químico y no físico. Podemos tener ejemplos variables en la naturaleza de cambio de color aunque no haya reacción química, como por ejemplo: el cambio de color en algunas especies de mariposa, que dependiendo del ángulo de incidencia de la luz solar presentan coloraciones distintas a la vista del observador. En cuanto al estado de agregación, Agrifolio, Cortés, Maj, Olivares, Almeida et ál. (1992), se refieren a las distancias que existen entre las moléculas o iones que componen la materia y hacen más énfasis a la fuerza de interacción intermolecular que pudieran existir en los tres estados de la materia más conocidos. En el caso del estado sólido puede haber un cambio físico sin haber cambio de estado; esto se ejemplifica en una de las respuestas encontradas que indica lo siguiente: “cuando uno tiene un objeto, ejemplo, un borrador y lo rompe, cambia físicamente pero las propiedades iniciales y finales son las mismas”, aunque esto implique un cambio en el tamaño del trozo inicial y hasta de la forma; ejemplo, la madera convertida en aserrín, en donde las fuerzas y las distancias intermoleculares que mantienen unido al material final (trozos más pequeños), son las mismas que las del material inicial.

Explique una situación que indique un cambio químico de la materia

En la mayoría de las respuestas a este ítem encontramos que los estudiantes no explican una situación de cambio químico y las respuestas están limitadas a nombrar los procesos que intervienen tales como: oxidación, fermentación. Sin embargo, algunos estudiantes basaron sus respuestas con el siguiente ejemplo: “a una manzana se le quita la concha, después de un tiempo la manzana ha ganado color opaco, es decir marrón”, afirmando que el proceso que interviene es el de oxidación con lo cual se puede decir que este grupo establece cierta asociación entre el fenómeno y el tipo de cambio. Este tipo de asociación se realiza por intermedio de esa estructura previa llamada preconcepciones (Llorens et ál., 1989 y McDermott, 1984) pero se aleja de la verdadera explicación científica para este caso. Otro tipo de respuesta encontrada fue el de mezclar agua con alcohol o el del agregarle a un vaso de agua un poco de sal. Estas dos situaciones son evidencias de la confusión que tiene el estudiante en cuanto a que se tiene la creencia de que al mezclar un compuesto con el agua necesariamente hay una reacción química. En los casos mencionados, lo que ocurre es la preparación de soluciones de alcohol y de sal respectivamente, donde el agua juega simplemente el papel de solvente y las moléculas y los iones quedarán disueltos en ese medio, pero siguen siendo agua más alcohol y agua más sal. Otra situación detectada es la referida a la mezcla de sulfato de sodio con agua, en la que, con dicho ejemplo, el estudiante afirma que cambia de color, en este caso no

hay cambio químico, debido a que no existe ninguna reacción química y la sal queda disuelta en el agua. Sin embargo, existen situaciones tales como: cuando mezclamos sulfato de cobre (II) (CuSO_4), solución de color azul, al agregársele limaduras de hierro la solución al cabo de pocos minutos se torna de color amarillo. Esto se debe a la reacción química de desplazamiento del hierro con el cobre en el sulfato disuelto, situación esta que ilustra un cambio de color en medio acuoso por reacción química. Sin embargo, es conocido que existen reacciones químicas en medio acuoso que no necesariamente implican cambio de color. Se considera en este caso la afirmación dada por el estudiante, una preconcepción alejada del concepto de cambio químico y de categorías de análisis relacionados, tales como: reacciones en medio acuoso, reacciones que indican cambio de color o no.

Si se coloca una lámina metálica para un aviso de carretera y no se le aplica anticorrosivo, sucede que a los días la lámina se torna de color rojizo. ¿Qué tipo de cambio ocurre y a qué se debe este fenómeno?

Entre las respuestas dadas encontramos preconcepciones basadas en el cambio químico por reacción de oxidación. Algunos responden que la oxidación se debe al contacto con el O_2 , y el agua, se puede decir que fue la más correctamente aceptada. Sin embargo, es muy pobre la respuesta en términos de aplicación de fenómenos de oxidación y se sobreentiende que se carece de las ideas conceptuales relacionadas con las características fundamentales de ciertos métodos para que el oxígeno reaccione formando los óxidos básicos respectivos, y otros metales que reaccionan con el agua formando óxidos por calentamiento (vapor de agua).

La intervención de otros agentes oxidantes presentes en nuestra atmósfera respirable tal como el ozono, O_3 , (que es oxidante fuerte) no fue mencionado dentro de las respuestas encontradas. Se asume que la formación preconceptual carece de un conocimiento sobre ciertos contaminantes atmosféricos que también pueden producir oxidación.

Otro tipo de respuesta encontrada fue: “ocurre un cambio físico, se debe a la oxidación”. Indudablemente existe en esta preconcepción una confusión de lo que es un cambio físico y cambio químico, debido a que la aparición del color rojizo en la lámina tal como lo reseña –la pregunta IV–, se debe a una reacción de oxidación, es decir, ocurrió un cambio químico.

Otros conceptos implícitos encontrados en la respuesta son los relacionados con la erosión, debido a que se afirma: “el cambio químico ocurre debido a la misma”. Sin embargo, el concepto de erosión está ligado a la eliminación física del material por agentes



dinámicos como el agua, el viento o el hielo (Tarbuck y Lutgens, 1999).

Si respiramos cerca de un espejo por un tiempo, sucede que, a los pocos minutos el espejo se empaña y poco a poco se nota que aparecen gotas de agua en el mismo. ¿Qué tipo de cambio ocurre y a qué se debe el mismo?

Analizando las respuestas dadas a esta pregunta, encontramos que la estructura de las mismas, estuvo relacionada con el cambio físico, como por ejemplo:

“El vidrio se empaña y se vuelve agua otra vez”

“El vapor se convierte en agua”

“El CO₂ hace que se empañe”

“Se debe a una evaporación”

“Se debe al ciclo del agua”

“Se debe a la humedad del ambiente”

En este tipo de afirmación no encontramos ningún basamento en el concepto de “condensación”, el cual es el proceso involucrado que daría la explicación a esta situación en particular.

Sobre la validez de la afirmación: “el vapor se convierte en agua”; teniendo en cuenta que el vapor es de agua, significa estrictamente, que el estudiante tiene un desconocimiento o mejor dicho le falta estructuración conceptual, debido a que el vapor que se condensa son moléculas de agua; pareciera entonces, que el vapor está compuesto de otras moléculas distintas al agua que se convierten en la misma (una cosa A se convierte en una cosa B).

Podemos observar que en muchos edificios las estructuras metálicas están corroídas (oxidadas). ¿Qué tipo de cambio sucede y a qué se debe el mismo?

Luego de revisar todas las respuestas podemos afirmar que la mayoría de las preconcepciones se encuentran enmarcadas dentro del contexto de oxidación asociada al cambio físico. El proceso de oxidación lo explican debido al contacto que existe entre el agua y la parte metálica para producir el óxido respectivo. Se aprecia claramente que en la preconcepción dada se explica el fenómeno que ocurre (oxidación), pero se asocia de manera incorrecta al tipo de cambio que ocurre, ya que, como sabemos, la oxidación representa un cambio químico. Muy pocos mostraron una visión sobre la presencia de ataques de ácidos a las estructuras metálicas en forma de vapores, los cuales están presentes debido a las altas concentraciones de óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre que se encuentran en nuestra atmósfera, que al reaccionar con moléculas de vapor de agua condensan y caen en forma de lluvia ácida. También debemos tomar en cuenta la presencia de altas concentraciones de ozono presentes en la atmósfera

respirable el cual es un agente oxidante muy fuerte y que contribuye en forma importante a la corrosión de estructuras metálicas en los edificios.

Se puede notar en las preconcepciones referidas a esta situación particular que el estudiante desconoce parte importante de agentes contaminantes atmosféricos, los cuales se encuentran en contacto con el hombre constantemente, y que en muchos casos afectan su salud.

Vale la pena destacar que existe una correlación en cuanto a las preconcepciones de la oxidación causada en el metal por el agua y relacionada en forma directa con un cambio físico, entre las respuestas de los ítems 4 y 6.

Cuando hervimos agua en nuestras casas al preparar alimentos. ¿Qué tipo de cambio experimenta el agua y a qué se debe el mismo?

Las preconcepciones en este caso estuvieron basadas en las relaciones establecidas de la evaporación del agua con el cambio físico, sin embargo, hubo algunos casos donde se asoció a un cambio químico. Quedó demostrado en las respuestas de este ítem, que la asociación establecida entre cambio físico por cambio de estado de líquido a vapor, es una estructura mental más sólida y más cercana a la explicación científica que la preconcepción encontrada en la respuesta al ítem 5, ya que en este el tipo de asociación que vincula el cambio físico con el cambio de estado de vapor a líquido por condensación, se encontraron mayores dificultades en las relaciones conceptuales establecidas.

Cuando se retira la piel (concha) que cubre a una manzana, por ejemplo; al cabo de unos minutos se observa que se torna de color marrón. ¿Qué tipo de cambio le ocurre a la pulpa de la manzana y a qué se debe este cambio?

Existe una evidencia clara de la preconcepción en este caso particular, está estructurada basándose en la asociación hecha entre el cambio físico y el cambio de color. Sin embargo, el cambio de color en la pulpa de la manzana se debe a un proceso de oxidación motivado a diferentes agentes presentes en el aire, es decir, que lo que ocurre es un cambio químico. Se podría señalar que un cambio físico asociado a un cambio de color, se basa en el ángulo de incidencia de la luz que absorbe o refleja ciertos objetos pero que son cambios momentáneos y en consecuencia, pueden volver a su color original en el momento en que se coloque en el ángulo respectivo; pero la naturaleza intrínseca del material no experimenta variación alguna.

Otro aspecto común de las preconcepciones, encontrado en las respuestas del grupo, es la asociación

establecida entre la fermentación y oxidación. El cambio de color se relacionó a la descomposición de la materia, mediante el proceso de fermentación, el cual incluye la intervención de enzimas. No obstante el cambio de color que experimenta en este caso la pulpa de la manzana es debido al proceso de oxidación que sufre la misma por la presencia de aldehídos peróxidos y oxígeno presentes en el aire. Algunos estudiantes asociaron de una manera correcta el proceso de oxidación ocurrido en la pulpa y la atribuyeron de una manera acertada a un cambio químico.

¿Qué tipo de cambio sufre la fruta de la mora para producir vino y a qué se debe el mismo?

La preconcepción en ese caso está formada en la mayoría de las respuestas encontradas, por la asociación que se hace de cambio físico por trituración de la fruta para producir el jugo, es decir, que se acentúa el hecho de que hay un cambio de la materia de sólido a líquido. Pero el hecho en este caso en particular, es que se le está colocando al estudiante el caso de producción de vino en el cual, básicamente intervienen microorganismos que degradan el azúcar mediante un proceso enzimático para la producción de etanol, o lo que es mejor la llamada fermentación alcohólica. Vale la pena mencionar otros procesos que intervienen de alguna manera en forma concomitante tales como: la oxidación de la fruta, y algunos microorganismos presentes en el aire que ayudan a degradar y a descomponer la misma. Sin embargo, hubo un pequeño grupo de estudiantes que respondieron que se trataba de un cambio químico mediante el proceso de fermentación como proceso enzimático.

Explique qué tipo de cambio y a qué se debe el mismo en las siguientes situaciones:

a) Al rallar el queso.

En primer lugar las preconcepciones en este ítem se basan en afirmar solamente que se trata de un cambio físico sin explicar por qué. Otro grupo asocia el cambio físico al cambio de forma de la materia. Sin embargo, se nota en las estructuras de las respuestas, la falta de elementos de tipo conceptual que los llevaría a una explicación más concreta del hecho en particular.

b) Al agregar unas gotas de limón a una porción de bicarbonato.

En este caso las respuestas dadas estuvieron enmarcadas dentro de las siguientes afirmaciones:

“Cambio químico”, “Cambio químico, porque existe una reacción química”, “Burbujea”, “Cambio físico, porque ebulle”. Podemos notar entonces, que las preconcepciones en este caso también carecen de asociaciones conceptuales para explicar dicha situación. Se menciona que es un cambio químico pero no el proceso específico que interviene, también se dice

que existe un burbujeo porque es el fenómeno que cotidianamente observamos, pero no se da explicación de cómo y por qué ocurre el burbujeo. También se asocia a un cambio físico por ebullición, lo que significa que el estudiante relaciona de alguna manera el burbujeo debido a la producción de CO_2 como gas a un cambio físico por cambio de estado. Es importante aclarar que la producción de un gas no está concebida específicamente a un cambio químico, sino que pudiera estar vinculada a un cambio físico por cambio de estado; cuando hervimos el agua, por ejemplo, se produce gas o vapor de agua sin haber reacción química. Se puede afirmar entonces que en la parte A y B de este ítem, hay una falta de elementos conceptuales que le permitirían al estudiante asociar el tipo de cambio y a la vez explicar el porqué del fenómeno que ocurre. Dada esta condición, cada institución educativa en su plan global, debe incluir el diseño y aplicación de estrategias de enseñanza y aprendizaje que abran las posibilidades hacia el cambio conceptual.

Consideraciones finales

Se analizaron las preconcepciones de un grupo de noveno grado basado en las respuestas dadas al instrumento que se diseñó y se validó para tal fin.

Se observó en forma general la carencia de elementos conceptuales y de asociaciones conceptuales en la estructura de las preconcepciones analizadas a pesar de que son estudiantes del noveno grado donde realizan cursos específicos de Química y Física y de la preparación previa escolarizada en los cursos de ciencias naturales de la primaria y del séptimo y octavo grado de educación básica. De acuerdo a esto, se puede afirmar que estas preconcepciones se perfilan como estructuras mentales de cierta fortaleza.

En las respuestas analizadas se encontró que las preconcepciones se basaron en asociar el tipo de cambio físico o químico pero sin explicar el proceso implícito encada ítem.

En general se puede decir que los estudiantes del grupo y/o de la población estudiantil estudiada, poseen un conjunto de ideas previas bajo la estructura de preconcepciones que carentes o no de elementos y relaciones que se establecen en el contexto de la explicación científica de cada situación planteada a pesar de la escolarización previa, son con las que conviven y han logrado formar a través de la experiencia de acuerdo a las oportunidades e intereses particulares que ha tenido cada estudiante. Esta es la condición que los docentes deben tomar en cuenta como punto de partida en su planificación, para lograr mayor efectividad en la aplicación de estrategias de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales en general. ©



*Licenciado en Educación, mención Química (ULA). Magíster en Química Aplicada. Ha realizado varios cursos de postgrado en el área del Lenguaje y metalenguaje de las Ciencias Naturales y otro a nivel Doctoral en el área de la Enseñanza de las Ciencias Naturales. Profesor de la Universidad de los Andes (ULA). Ha publicado distintos artículos en revistas Internacio-

nales en el área de Química Aplicada.

**Licenciado en Educación, mención Ciencias Físico naturales con la mención Honorífica de Cum Laude. Domina el idioma inglés a nivel escrito y conversacional. Doctorado en Educación. Facultad de Humanidades y Educación. Universidad de Los Andes.

Bibliografía

- Ideas previas. (2002). Consultado por última vez en octubre del 2006 en la URL: <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>
- Agrifolio G., Cortés, L., Maj, B., Olivares, W., Almeida, R., Iacocca, D., De la Cruz, C. y Bifano, C. (1992). *Estados de la materia. Monografías de Química*. Venezuela: Miró.
- Aramburu, O. M. (2004). Estilos cognitivos, desarrollo operatorio y preconcepciones. *Revista Internacional de Psicología*, 5(1), s/p.
- Ausubel, P. D. (1978). *Psicología evolutiva*, México: Trillas.
- Banet, E. y Núñez, F. (1988). Ideas de los alumnos sobre digestión: Aspectos anatómicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 30-37.
- Banet, E. y Núñez, F. (1989). Ideas de los alumnos sobre digestión: Aspectos fisiológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 35-44.
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15(3), 210-217.
- Caramazza, A., McCloskey, M. y Green, B. (1981). Naïve beliefs in sophisticated subjects: misconceptions about trajectories of objects. *Cognition*, 9(2), 117-123.
- Carrascosa, J. (1985). Errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 230-234.
- Carretero, M. (2000). *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. 3era Ed. Buenos Aires: Aique Grupo Editor S.A.
- Driver, R. y Easley, J. (1978). Pupils and paradigms. A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 10, 37-70.
- Dumon, A. (1992). Formar a los estudiantes en el método experimental: ¿Utopía o problema superado? *Enseñanza de las Ciencias*, 10(1), 25-31.
- Duncant, E. (2004). *La enseñanza de las ciencias: ¿A favor de las ciencias?*. Consultado por última vez en agosto 2004, en la URL: <http://www.ib.ar/bid2003/Finalistas/EmilioDuncant.pdf>
- Flores, O. (2002). *Pedagogía y enseñanza de las ciencias. Curso de evaluación del aprendizaje*. Oficina de docencia de la Universidad de la Salle, Colombia, consultado por última vez en septiembre 2003, de la URL: http://vulcano.lasalle.edu.co/~docencia/propuestos/Curso_Aprendizaje.htm.
- Gil, P. D. (2003). *Enseñanza de las ciencias y la Matemática parte II. El modelo constructivista de enseñanza/aprendizaje de las ciencias: una corriente innovadora fundamentada en la investigación*. Consultado por última vez en marzo 2003, de la URL: <http://www.oei.es/oeivirt/gil02.htm>
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J. y Fensham P. J. (1982). Children's Science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633.
- Giordan, A. y De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir (Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques)*, Paris: Delachaux & Niestlé S. A. Neuchatel (Switzerland), Traducción al castellano: Los orígenes del saber (De las concepciones personales a los conceptos científicos), Sevilla: Diada 1988.
- Llorens J. A, De Jaime, Ma. C. y Llopis, R. (1989). La función del lenguaje en un enfoque constructivista del aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 21-25.
- McDermott, J. L. (1984). Research on conceptual understanding in mechanics. *Physics Today*. Julio, 24-34.
- Novik, S. y Nussbaum, J. (1978). Junior High School Pupils Understanding of the particulate Nature of Matter and Interview Study. *Science Education*, 63(3), 187-196.
- Osborne, R. y Freyberg, P. (1998). *Influencia de las "ideas previas" de los alumnos*, 3^{era} Ed., Madrid: Nancea S. A.
- Osborne, R. J. y Wittrock, M. C. (1983). Learning science: a generative process. *Science Education*, 67(4), 489-508.
- Rivas Meza, R., (2003). *Preconcepciones científicas de un grupo de estudiantes de la mención ciencias físico naturales de la ULA*. Consultado por última vez en octubre 2003, de la URL: http://www.saber.ula.ve/bitacora-e/eventos/resumes_simposio_11-2006.html
- Tarback, E. y Lutgens, F., (1999). *Ciencias de la Tierra, Una introducción a la Geología Física*. 6ta Ed., Madrid: Prentice Hall.
- Trinidad Velasco, R. y Garriz, R. A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química*, 14(2), 72-85.
- Universidad Nacional Abierta (UNA) (1981). *Técnicas de documentación e investigación I, Estudios Generales I*, Caracas: UNA.
- Viennot, L., (1976). *Leraiement spontané en dynamique elementaire*, Tesis Doctoral, París: Université Paris, Hernan.



Anexo

Cuestionario

1.- En qué se basa la siguiente afirmación: “El material bajo estudio cambió”

Indicador: En el momento en que cualquiera de las propiedades que determina la naturaleza de un material se modifica, estaremos en presencia de un cambio que se puede clasificar como físico o químico.

2.- Explique una situación que indique un cambio físico de la materia

Indicador: Con el ejemplo debe quedar claro que cuando estamos en presencia de un cambio físico las propiedades iniciales de un material deben ser las mismas finales.

3.- Explique una situación que indique un cambio químico de la materia.

Indicador: En el ejemplo debe quedar claro que cuando estamos en presencia de un cambio químico son evidentes las diferencias al comparar las propiedades iniciales con las finales del material involucrado en el cambio.

4.- Si se coloca una lámina metálica para un aviso de carretera y no se le aplica anticorrosivo, sucede que a los días la lámina se torna de color rojizo. ¿Qué tipo de cambio ocurre y a qué se debe este fenómeno?

Indicador: Estamos en presencia de un cambio químico, desde el punto de vista fenomenológico, debido a la oxidación del metal por la existencia de agentes oxidantes (O₂ y el O₃ presentes en la atmósfera respirable).

5.- Si respiramos cerca de un espejo por un tiempo, sucede que, a los pocos minutos el espejo se empaña y poco a poco se nota que aparecen gotas de agua en el mismo. ¿Qué tipo de cambio ocurre y a qué se debe el mismo?

Indicador: Se refiere a un cambio físico, desde el punto de vista fenomenológico, debido a que el vapor de agua exhalado, se condensa al chocar con una superficie de menor temperatura (espejo a temperatura ambiente).

6.- Podemos observar que en muchos edificios las estructuras metálicas están corroídas (oxidadas). ¿Qué tipo de cambio sucede y a qué se debe el mismo?

Indicador: Es un cambio químico, desde el punto de vista fenomenológico, debido a que en el aire están presentes agentes oxidantes (O₂ y el O₃ presentes en la atmósfera respirable) y corroen mediante reacción química las estructuras metálicas de los edificios.

7.- Cuando hervimos agua en nuestras casas al preparar alimentos. ¿Qué tipo de cambio experimenta el agua y a qué se debe el mismo?

Indicador: Es un cambio físico, desde el punto de vista fenomenológico, (asociado a cambio de estado) ya que el agua está pasando de estado líquido a gas (vapor de agua) pero sigue siendo agua.

8.- Cuando se retira la piel (concha) que cubre a una manzana, por ejemplo; al cabo de unos minutos se observa que se torna de color marrón. ¿Qué tipo de cambio le ocurre a la pulpa de la manzana y a qué se debe este cambio?

Indicador: El cambio es químico, desde el punto de vista fenomenológico, debido a la oxidación que experimenta la pulpa de la manzana al entrar en contacto con el oxígeno, aldehídos y peróxidos presentes en el aire.

9.- ¿Qué tipo de cambio sufre la fruta de la mora para producir vino y a qué se debe el mismo?

Indicador: Estamos en presencia de un cambio químico, desde el punto de vista fenomenológico, debido a la acción de enzimas (contenidas en los microorganismos) que degradan la glucosa produciendo etanol (fermentación). El oxígeno del aire también tiene su efecto en este proceso a través de reacciones de oxidación

10.- Explique qué tipo de cambio y a qué se debe el mismo en las siguientes situaciones:

A) Al rallar el queso: _____

Indicador: Cambio físico, desde el punto de vista fenomenológico, asociado a un cambio en la forma.

B) Al agregar unas gotas de limón a una porción de bicarbonato _____

Indicador: Estamos en presencia de un cambio químico, desde el punto de vista fenomenológico, ya que se observa un burbujeo mas o menos violento (producción de un gas CO₂(g)).