

# Las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia

ZULLY CUÉLLAR LÓPEZ  
Institución Ed. Técnico Comercial Villa del Sur, Colombia

---

## Introducción

Esta ponencia pretende demostrar que el conocimiento y análisis de las concepciones alternativas que maneja el estudiante sobre la naturaleza de la materia permite al maestro identificar qué tanto pueden facilitar o limitar el aprendizaje de la misma, y de esta manera tener elementos para una mejor organización de la enseñanza al respecto.

Este planteamiento se hace teniendo en cuenta que es necesario, para mejorar la enseñanza de las ciencias naturales, abordar los problemas que se generan en las diferentes disciplinas que las conforman (Física, Biología y Química) –en este caso en la enseñanza de la Química–, planteados por algunos investigadores (Pozo, Gómez, Sanz, 1991) que consideran que la mayor parte de las dificultades en el aprendizaje de la química tiene que ver con la insuficiente asimilación de uno de sus núcleos conceptuales estructurantes,<sup>1</sup> como es la naturaleza corpuscular de la materia. Diríamos que las dificultades se pueden presentar también en el aprendizaje de las disciplinas biología y física, en cuanto que la naturaleza de la materia, por su carácter generalizante y abstracto, atraviesa todos los contenidos de éstas y permite comprender el mundo vivo y el inanimado, sus características, transformaciones y sus movimientos.

Estas dificultades tienen que ver con la manera como el estudiante organiza sus conocimientos a partir de sus concepciones alternativas sobre la naturaleza de la materia (Pozo, Gómez, 2001).

La dificultad se hace mayor por que el maestro desconoce y poco usa las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia en la organización de la enseñanza al respecto.

El propósito de la ponencia se sustenta con la investigación educativa de carácter cualitativo realizada (2006) en tres colegios de la ciudad de Cali (Valle del Cauca) cuya pregunta de investigación fue formulada en los siguientes términos: ¿Cuáles son las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia que aporta elementos para la organización de la enseñanza?

---

<sup>1</sup> Dentro de la estructura conceptual de un currículo en la educación media de una disciplina como la Química se consideran tres núcleos conceptuales estructurantes, además del planteado anteriormente están: la conservación de propiedades de la materia y las relaciones cuantitativas. Para mayor información remitirse a Pozo y Gómez, (1991 y 2001).

El problema aquí planteado requiere de precisar algunos aspectos pertinentes a él, como son: las concepciones alternativas y su relación con la enseñanza-aprendizaje, la naturaleza de la materia y el proceso de la enseñanza.

## Las concepciones alternativas y su relación con la enseñanza-aprendizaje

Las “concepciones alternativas” hacen referencia a las ideas de los estudiantes sobre fenómenos científicos específicos que les permiten comprenderlos y darles sentido. Ideas que son alternas a los núcleos conceptuales de las diferentes disciplinas de las ciencias naturales. Estas presentan algunas características comúnmente aceptadas de acuerdo a investigaciones realizadas por Driver (1986, 1988); Osborne y Freyberg (1985); Pozo y Carretero (1987); Serrano (1988). Se caracterizan por ser construcciones personales en interacción cotidiana con el mundo, son bastante estables y resistentes al cambio, son comunes entre personas de diversas edades, formación, país de procedencia (universalidad) y de carácter implícito frente a los conceptos explícitos de la ciencia (Pozo, Gómez, Limón, 1991), están dominadas por el carácter perceptivo.

Su relación con el proceso enseñanza-aprendizaje tiene que ver con que los nuevos conceptos y teorías son asimiladas o relacionadas a concepciones alternativas afines debidamente evolucionadas. Las concepciones alternativas y los conceptos científicos se relacionan y forman parte de un proceso único, el de la evolución de la formación de conceptos, controlados y dirigidos por el lenguaje (Vygotski, 1981). Entonces, la noción del nuevo concepto, modelo, núcleo conceptual o teoría científica está determinada por la relación que establezca con los conceptos ya adquiridos desde la infancia. Esta relación se da a través del proceso enseñanza-aprendizaje dirigido por el lenguaje. El lenguaje se considera un instrumento por medio del cual el estudiante se comunica con los otros compañeros o con el maestro nombrando los objetos, habla de sus cualidades, acciones, de las situaciones, argumenta, establece relaciones. En esa comunicación el joven o niño conoce y verifica las bases de su propio pensamiento, permitiendo la transformación de un lenguaje cotidiano, que se refiere al objeto, a un lenguaje científico, generalizante, abstracto que se refiere a otros conceptos dentro de un sistema propio del dominio. En este sentido, sobre las concepciones alternativas podríamos decir que pueden facilitar o limitar el aprendizaje de las Ciencias, dependiendo de la relación que se establezca con los nuevos conceptos a enseñar.

## La naturaleza de la materia

Para establecer el significado de la naturaleza de la materia se requiere remontarse a los planteamientos realizados por los filósofos griegos que concebían las sustancias compuestas de entidades indivisibles o “átomos”, iguales cualitativamente y diferentes en forma y tamaño, suponiéndose como entidades separadas y con la existencia de vacío para poder moverse. Pasando por la concepción sustancialista de Aristóteles que consideraba la materia continua y constituida por cuatro elementos: aire, agua, tierra y fuego, adicionando un quinto elemento el éter que penetra en el mundo por todas partes, sin dar opción a la existencia del vacío. Hasta llegar a la teoría atómica de Dalton y la teoría cinética de los gases que plantea la naturaleza corpuscular y discontinua de la materia a través de un modelo de partículas que interactúan entre sí y que pueden moverse, unirse o combinarse unas con otras. Estas dos teorías, ampliamente conocidas, estructuran un concepto sobre materia que la describe como formada por partículas a las que llamamos átomos. Átomos con movimiento intrínseco, con espacio vacío entre ellos,

indicando discontinuidad. Estos átomos pueden combinarse entre sí formando moléculas, denominadas elementos cuando los átomos son de un solo tipo y compuestos cuando se unen átomos de dos o más tipos diferentes. Los átomos están formados por otras partículas de carácter micro llamadas: protones, electrones y neutrones, responsables de las propiedades químicas de la materia. Según su composición y propiedades, la materia se clasifica en sustancias puras –elementos y compuestos– y las mezclas. El concepto de materia, expresado en líneas anteriores, difiere del que tradicionalmente se presenta en los textos escolares, donde se considera la materia como “*cualquier cosa que ocupa un espacio y que tiene masa*” (Chang, 2002) y que, a mi manera de ver, no contribuye a la construcción de un modelo corpuscular de materia, por el contrario puede reforzar las concepciones macroscópicas de la materia.

## El proceso de enseñanza

Si se concibe que la enseñanza tenga que ver con las maneras utilizadas por una persona con el objeto de influir en un sujeto para que éste aprenda, esto implica que es necesario conocer cómo aprende el sujeto y cuáles son las variables psicológicas que influyen en el aprendizaje. En este sentido, podríamos afirmar que la enseñanza tendría que centrarse en la formulación de maneras o métodos que influyan en las variables que intervienen en el transcurso del aprendizaje, convirtiéndose ésta en el contexto educativo, en el encauzamiento deliberado de los procesos de aprendizaje a través de los lineamientos de la teoría de aprendizaje que trabaje el maestro en el aula de clase (Ausubel, Novak, 2000).

Por consiguiente, es razonable suponer que la enseñanza tiene una relación recíproca, interdependiente con el aprendizaje, sin querer decir que se conviertan en fenómenos iguales, ni tampoco que puedan sustituirse. Esta interdependencia hace pensar que la enseñanza estaría organizada a través de un currículo con base en teorías, tanto de enseñanza como de aprendizaje, que maneje el maestro en el aula de clase.

Teniendo en cuenta que en los párrafos anteriores me he referido al aprendizaje en el marco de una teoría cognitiva constructivista, el currículo que va a organizar la enseñanza dentro de esta teoría se considera como el conjunto de experiencias de aprendizaje que permitan al estudiante desarrollar su entendimiento (Driver, 1997), que derive hacia la apropiación de los cuerpos teóricos a enseñar a través de un proceso de reconstrucción de las ideas o concepciones ya elaboradas por él. En este sentido se requiere para la organización de la enseñanza, recoger la información específica sobre las ideas de los estudiantes respecto a los cuerpos teóricos seleccionados para enseñar, mediante la investigación educativa en el aula.

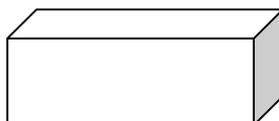
## Recolección de datos

Los resultados, análisis y conclusiones se originaron con la aplicación de dos instrumentos para recolectar datos que fueron cuestionarios y entrevistas. Los cuestionarios fueron tres de lápiz y papel con preguntas abiertas para no sesgar las respuestas, relativas a fenómenos físicos surgidos a partir de propuestas de los estudiantes y las entrevistas. Los cuestionarios se aplicaron a 114 estudiantes con edades entre 13 y 17 años, de grado 9.º, de dos instituciones públicas, que en adelante denominaré IVS y LD, y una privada que denominaré CP, aclarando que en esta última los estudiantes ya habían recibido clases sobre la

estructura interna de la materia. Estos instrumentos, propuestos y diseñados por el investigador, permitieron recoger información, interpretarla, categorizarla en 33 redes sistémicas y hacer análisis de tipo cualitativo. Por cuestiones de espacio presento dos de los cuestionarios aplicados: el uno y tres.

En el cuestionario número uno, los estudiantes resolvían la siguiente situación: “*Frente a usted tiene un lingote de oro, imagínese que se coloca unas gafas de aumento que le permiten ver cómo esta compuesto internamente el oro, ¿Qué vería? dibuje lo que ve y explique el dibujo*”.

LINGOTE DE ORO



Con esta tarea se pretendía averiguar si los estudiantes reconocen la materia como algo formado por átomos o moléculas, si su concepción de la materia era microscópica y si la clasificaban como elemento, compuesto o mezcla.

El tercer cuestionario se refería a la situación de describir, de manera escrita y gráfica, lo que sucede cuando se deja un perfume destapado en una mesa, se pregunta sobre cómo es percibido el olor por el olfato y cuál es su composición interna mediante las siguientes situaciones:

- 1) *Supongamos que sobre una mesa tenemos un frasco de perfume y lo destapamos. Dibuje esta situación.*

Esta tarea pretendía averiguar cual era la concepción de la naturaleza de los estudiantes: continua o discontinua.

- 2) *Describe en tus propias palabras lo que sucede.*

Esta tarea pretendía comprobar si concebían la materia de manera micro, constituida por átomos o moléculas y el movimiento intrínseco de éstos.

- 3) *¿Cómo te imaginas que llega el perfume al olfato? Dibuja la situación.*

Se pretendía con esta tarea averiguar si la concepción de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia era micro o macro, si era discontinua o continua y si sus componentes internos tenían movimiento intrínseco.

- 4) *Plantea una idea de cómo esta constituido internamente el perfume.*

Esta tarea tenía el objetivo de comprobar que la materia tiene composición interna micro, de átomos o moléculas.

## Resultados y análisis

Los cuestionarios arrojan unas respuestas que organiza el profesor investigador en 33 redes sistémicas. Esta forma de organización la propone i.Bliss & Ogborn (1985, 1983) como método para organizar y analizar datos cualitativos provenientes de cuestionarios abiertos, entrevistas, observaciones en

aula. El análisis sistémico pretende recoger los diversos significados de una palabra a través de redes sistémicas que van a dar el máximo de información para estudiar las expresiones desde diferentes puntos de vista (Jorba y Sanmarti, 1994). Esta propuesta se basa en lo señalado por Bliss & Ogborn (1985): *“detrás de cada palabra escrita en el contexto de una frase hay un significado no directamente expresado por las palabras”*<sup>2</sup>.

Las redes sistémicas permiten conectar las diferentes descripciones de los datos con las posibles interpretaciones de estos, estableciendo relaciones entre los significados. Las interpretaciones se organizan en aspectos que se escogen en función del estudio que se está realizando, en este caso sobre concepciones alternativas de los estudiantes. Los aspectos son clases distintas sobre las que se organizan las palabras y su conjunto forma un sistema. Las palabras o expresiones de los estudiantes se organizan por significados y a cada grupo resultante se le pone una etiqueta o término. El término escogido debe ser representativo, debe informar sobre el contenido del grupo.

Al lado izquierdo de la red sistémica se agrupan los distintos aspectos en categorías principales, mediante una llave, y hacia la derecha aparecen las barras, formadas por líneas verticales, bajo las cuales se agrupan las expresiones de los alumnos como subcategorías, estableciéndose una relación entre éstas y la categoría principal. Hacia la derecha hay mayor precisión y los términos utilizados en la red deben ser lo más parecido a los utilizados por los estudiantes en sus protocolos para favorecer la transparencia de los datos iniciales (Jorba y Sanmarti, 1994). Estas redes tratan de poner de manifiesto los aspectos más relevantes de los recursos semánticos del lenguaje, para que sirvan como insumo para un buen análisis.

Con base en lo explicado anteriormente, en la red 5-1 hay un aspecto general o categoría general que es la composición interna del objeto examinado y a la derecha encontramos las subcategorías relacionadas con ésta: la composición única o como mezcla y a su vez estas subcategorías se hacen más precisas cuando se categorizan en composiciones macros y micros y al final la frecuencia de estudiantes que escribieron esas ideas. Los aspectos o categorías y subcategorías de esta red se seleccionaron con base en el núcleo conceptual tomado como referente para identificar las concepciones alternativas de los estudiantes, en este caso la naturaleza de la materia, y en la lógica de los estudiantes. Cada pregunta de los cuestionarios determina lo que pretendo investigar en cuanto a la lógica de la disciplina y del estudiante.

Los resultados expresados en las 33 redes sistémicas que corresponden a las respuestas de los estudiantes, junto con las entrevistas <sup>3</sup> permitieron conocer y analizar las concepciones alternativas. Por cuestiones de espacio doy lectura a una parte del análisis de la red sistémica, 5-1 que se presenta a continuación:

#### CUESTIONARIO N.º 1

- 1) Frente a usted tiene un lingote de oro imagínese que se coloca unas gafas de aumento que le permiten ver como está compuesto internamente el oro ¿Qué vería? Dibuja lo que ves y explica el dibujo.

---

<sup>2</sup> Citado por Jorba y Sanmarti, en *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua: propuesta didáctica para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*, pp. 261.

<sup>3</sup> Para identificar al estudiante entrevistado se nombra con una letra que corresponde a la inicial de su nombre seguida de un número que es el asignado en la hoja de los protocolos escritos y las iniciales asignadas al colegio donde estudia, ejemplo: A-16-IVS.

COMPONENTES INTERNOS DEL ORO	SUPOSICIONES DESCRIPTIVAS	MEZCLA DE	Visión micro y macro	Partículas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Y piedras brillantes (1)</li> <li>- Minerales, Fe, plaquetas (1)</li> <li>- Y piedras de metal grandes y pequeñas (1)</li> <li>- De piedras brillantes, Fe, petróleo (1)</li> <li>- Micro, agua, trozos de Au, bacterias, tierra, mugre, minerales (1)</li> </ul>	
			Visión micro	- Partículas microscópicas de minerales (1)		
			Visión macro	Piedras preciosas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solamente (2)</li> <li>- Y puntos de petróleo (1)</li> <li>- Y trozos de Au, Fe</li> </ul>	
				Minerales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fe, plaquetas, elementos rocosos (1)</li> <li>- Fe, esquirlas de rocas (1)</li> <li>- Y piedras brillantes con capa de Fe (1)</li> </ul>	
				- Pedacitos de carbón y petróleo (1)		
				- Puntos brillantes y pequeñas rocas (1)		
		COMPOSICIÓN ÚNICA (una sola cosa)	- Na, Ti, SO <sub>4</sub> , Mg, Glifofato, roca sólida (2)			
			Visión macro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puntos brillantes (1)</li> <li>- Piedras de diferentes formas (1)</li> <li>- Capa de oro, con piedritas y rayitas (1)</li> <li>- Diminutas piedras brillando (1)</li> </ul>		
			Visión micro	- Partículas plateadas (1)		

RED SISTÉMICA 5-1 RESPUESTAS DE LOS ESTUDIANTES GRADO 9.º I.V.

De acuerdo a las categorizaciones realizadas en la red sistémica 5.1 los estudiantes, en un 50,0%, consideran que el oro se compone internamente de varias cosas, que interpretamos como una mezcla de: *"piedras preciosas"*, *"piedras preciosas y puntos de petróleo"*, *"y trozos de oro, hierro"*, *"minerales, hierro, rocas"* *"y piedras brillantes con capa de hierro"*, *"pedacitos de carbón y petróleo"*, *"Na, Ti, Mg"*, *"roca sólida"*, vistas como una totalidad, macroscópicamente de acuerdo a lo que perciben y a la procedencia del oro.

Por ejemplo: la estudiante A-16 IVS, en la entrevista, al explicar el por qué responde en el cuestionario que el oro está compuesto de "partículas, hierro, plaquetas y minerales que forman el oro" dice: *"Es una suposición que yo hago por que como el oro se saca de las minas y en las minas hay minerales y todo eso y cuando se va formando se va juntando todo eso para formar el oro y pienso que se va formando por plaquetas, como por pedazos"*.

A la pregunta de *¿Por qué lo vinculas (hierro) como parte interna del oro?* La misma estudiante responde: *"por que en la mina también tiene que haber hierro y pues debe caer ahí para que se componga el oro"*.

El estudiante F-9-IVS en su entrevista sobre la respuesta a la situación del cuestionario número uno expresa, cuando se le afirma de acuerdo a sus respuestas, que el lingote de oro tiene una mezcla, él termina diciendo *"de muchas partículas, minerales, agua, petróleo, como se saca de la tierra"*. Sus opiniones

van de acuerdo a sus experiencias, ya sean vividas literalmente o que ha visto a través de películas o la televisión. Como lo expresa la estudiante P-12 IVS, en su entrevista: *"Pues yo me vi una película y allí había oro y tenía como cosa así y brillaba y era como un hueco y allí se veían las cosas brillando y había hierro, pedazos pequeños rasposos y ya. Que ellos (los de la película) estaban haciendo investigaciones y ellos descubrieron eso y entonces allí había todo eso, y ellos estaban haciendo un descubrimiento (oro) lo habían encontrado en una cueva"*.

La composición la relacionan con la procedencia, confunden el origen con la composición interna, en este caso del oro. Su brillo se lo atribuyen por considerarlo piedra preciosa y esto tiene que ver con la procedencia de las minas.

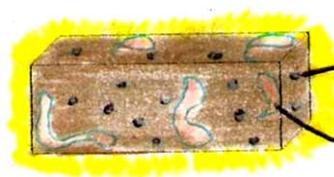
El 18,1% veían: *"puntos brillantes"*, *"capa de oro con piedritas y rayitas"*, *"diminutas piedras brillando"*, de esta manera se concibe el oro con un solo componente interno, visto como una totalidad, macro. El 4,5% de los estudiantes veía: *"partículas plateadas"*, concibiendo el oro con solo componente, visto de manera micro, según lo que perciben ópticamente.

En general podríamos decir que la mayoría de los estudiantes consideran que la composición interna del oro tiene que ver con las propiedades físicas que se perciben ópticamente, al contestar: *"rocas sólidas"*, *"piedras de diferentes formas"*, *"pequeñas rocas"* (forma, consistencia, tamaño), *"piedras brillantes"*, *"piedras de metal grandes y pequeñas"*, *"puntos brillantes"*, *"diminutas piedras brillando"* (compacto, tamaño, brillo), *"partículas plateadas"* (color) o al tacto: *"partes rasposas"*, *"partes de oro liso"* (textura).

Podemos apreciarlo cuando las estudiantes: H-21 IVS dicen en la entrevista: *"nosotros veríamos piedritas, huequitos que brillan y son de diferente forma"*, *"porque uno ve oro y se ve brillante y muchas piedras y huequitos"*; la estudiante 1-12 IVS <sup>4</sup> escribe: *"la barra de oro podría tener trozos pequeños brillantes y nos imaginamos también que en algunas partes del oro si lo tocamos se siente rasposo y otros lados podrían ser lisos"*, ella contestó que el oro se componía internamente de *"partes rasposas, partes de oro liso, trozos de oro, piedras preciosas, hierro"*; la 1-4 IVS colorea en su cuestionario número uno, el lingote con color amarillo y escribe: *"color interno"*, dibuja otros dos lingotes con sus componente internos y escribe en uno *"consistencia. Veríamos puntos brillantes y pequeñas rocas"*, en el otro: *"veríamos si las rocas son blandas o duras"*.

En un 68,1%, la concepción de la composición interna es macroscópica, sus lenguajes gráficos y en su lenguaje verbal escrito se refieren a *"trozos"*, *"rocas"*, *"piedras"*, *"partes"* y cuando se refieren a puntos o partículas dicen que brillan, esto significaría que todavía se ven, en las respuestas no tienen en cuenta la palabra átomo o molécula para resolver la situación planteada.

#### ESTUDIANTE 1-20-IVS



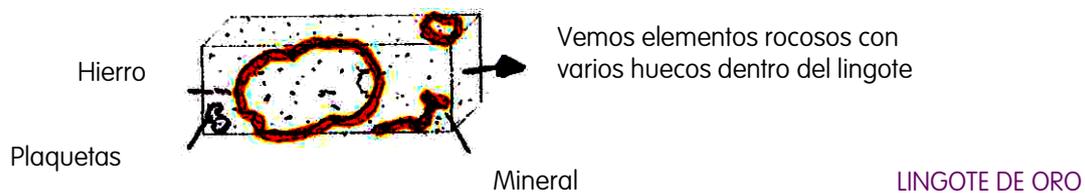
Pedacitos de carbón

Petróleo

LINGOTE DE ORO

<sup>4</sup> Los estudiantes que contestaron los cuestionarios se identifican con dos números, el primero se refiere al número del cuestionario y el segundo, a la numeración del estudiante asignado en la hoja y las iniciales del nombre de su institución. El estudiante 1-12 IVS corresponde al cuestionario 1, al estudiante de la hoja numerada como 12 y a la Institución IVS.

## ESTUDIANTE 1-15-IVS



Los resultados anteriores indican que los estudiantes se caracterizan por tener un pensamiento concreto, que se presenta cuando las operaciones mentales se manifiestan sobre objetos exclusivamente (Piaget, 1982), las características funcionales del pensamiento concreto, tiene que ver con: se centra en la realidad, se basa en los objetos presentes.

Este pensamiento concreto se encuentra presente, desde el punto de vista epistemológico, en las concepciones alternativas, cuando el estudiante asume una posición realista, según la cual el mundo es como lo percibimos, como se muestra ante nosotros (Pozo y Gómez, 2001).

De acuerdo a esto podríamos decir que los jóvenes del IVS se encuentran en un “*realismo ingenuo*” “*la realidad es tal como la vemos. Lo que no se percibe no se concibe*”, situación psicocognitiva y epistémica que dificulta en los estudiantes la construcción de una concepción de ciencia como constructora de modelos teóricos (abstractos) para interpretar la realidad, pero que no hace parte de ella (Pozo y Gómez, 2001).

## Conclusiones

- Teniendo en cuenta que la investigación buscaba identificar las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia que contribuyan a la organización curricular de la enseñanza, podemos concluir que los estudiantes del IVS, CP y LD se caracterizan por concebir la materia de manera continua, como una totalidad (macroscópicamente) sin espacios vacíos y estática sin movimiento intrínseco, a pesar de que los estudiantes del CP y LD habían recibido clases sobre la estructura de la materia. Con base en el análisis realizado podemos concluir que las concepciones alternativas se originan a partir de sus percepciones, obedeciendo al pensamiento concreto en que se encuentran y a su contexto cultural (información del entorno y medios de comunicación). Las concepciones alternativas con estas características se convierten en una limitante para el aprendizaje del modelo de partículas de la materia, porque éste es un modelo de naturaleza abstracta y su aprendizaje dependen, en gran parte, de la superación del límite de lo concreto en el pensamiento del estudiante, ya que es hacer un salto hacia un mundo que no se ve, que no se percibe, que no tiene olor, ni estado ni textura, que es abstracto. Lo anterior significa que al maestro le corresponde el diseño de un currículo que contribuya a la superación de esta limitante para el logro de un aprendizaje significativo.

- Debido a las características de las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la materia encontradas en este trabajo de investigación, se hace necesario que este núcleo conceptual de la química se enseñe en diferentes grados de la básica secundaria, con diferentes niveles de profundidad, ligado a un proceso gradual de desarrollo del pensamiento que permita la evolución de las concepciones alternativas apoyadas, fundamentalmente, en el lenguaje hablado, escrito y gráfico como factor del desarrollo del pensamiento y como concatenador de ideas, requisito indispensable para la conceptualización en ciencias.
- La concepción de los estudiantes, encontrada en la investigación sobre la naturaleza de la materia, la han expresado a través del lenguaje hablado, escrito y gráfico, en particular. A continuación detallamos las palabras y significados utilizados por los estudiantes que pueden ser elementos importantes para el diseño de estrategias y materiales de enseñanza sobre la naturaleza de la materia.
- Encontramos en la investigación el término "*partícula*" considerado por el estudiante como un componente interno de la materia, entendida como algo muy pequeño, diminuto, microscópico, pequeñísimo, polvo, químico con olor, que puede ser el punto de partida en el proceso enseñanza para establecer una relación con los conceptos átomo y molécula que hacen referencia a una naturaleza corpuscular de la materia.
- En fenómenos donde se encuentran implicados los gases, como el caso de la situación del perfume utilizada en la investigación, encontramos que las concepciones alternativas de los estudiantes acerca del movimiento de los gases como el aroma, son representados gráficamente en forma de humo, como materia macroscópica y estática, ya que su movimiento lo explican a partir de agentes externos. Estas representaciones gráficas es necesario tenerlas en cuenta en la organización de la enseñanza, como actividades de clase, para que sean contrastadas con las representaciones científicas de la materia con el propósito de facilitar discusiones, debates colectivos en aula entre los estudiantes y el profesor, con el ánimo de construir un modelo de partículas de la materia.
- En el componente interno de un líquido como el perfume se encontraron términos que reflejan una concepción macro, como: el "*alcohol*", "*químicos*", "*esencias*", "*olorantes*", "*agua*", "*aceites*", "*aroma*", "*olor*", "*fragancia*" de las cuales los que mayor probabilidad tuvieron de ser representados verbal y gráficamente como formados por partículas fueron: el aroma, químicos y olor. Esta visión de partículas nos da la posibilidad de establecer relación con el modelo de partículas de la materia y con los conceptos de átomo y molécula, entonces, organizar la enseñanza partiendo de situaciones que involucren gases con olor sería conveniente para el aprendizaje de la naturaleza de la materia.
- Los estudiantes de los colegios que habían recibido clases sobre la estructura de la materia, en un buen porcentaje contestaron los cuestionarios uno y dos aplicando lo que habían aprendido en las clases, pero cuando las preguntas se refirieron a un contexto cotidiano, como fue el caso del cuestionario número tres, no aplicaron los conocimientos adquiridos en la resolución de éste. Se hace necesario, entonces, diseñar estrategias de enseñanza a partir de contextos diferentes: cotidianos y de interés científico para los estudiantes que permitan un aprendizaje más eficaz y significativo.

## Bibliografía

- AUSUBEL, D.; NOVAK, J., y HANESIAN, H. (2000): *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*, pp. 17-45. México-Trillas.
- CHANG, R. (2002): *Química*, p. 8. Colombia: McGraw-Hill.
- DRIVER R., y OLDHAM V. (1997): "Un enfoque constructivista del desarrollo Curricular en Ciencias". En: PORLÁN J., Rafael; GARCÍA, Eduardo, y CAÑAL, Pedro (Comp.): *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*, pp. 113-131. Sevilla: Diada Editora.
- JORBA, J., y SANMARTI, N. (1994): *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*, pp. 261-265. Barcelona.
- PIAGET J. (1982): "Desarrollo y aprendizaje". En: *Naturaleza, Educación y Ciencia*, N.º 1, pp. 5-14. Bogotá, Colombia.
- POZO, J. I., y GÓMEZ CRESPO, M. A. (2001): *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A.; LIMÓN, M., y SANZ SERRANO, A. (1991): *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química*. Madrid: Servicio de publicaciones del MEC.
- VYGOTSKI, L. S (1981): *Pensamiento y lenguaje. Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas*. Buenos Aires: La Pléyade.