

Musculatura del dorso y de la parte superior. -Anatomía, Folios B-

CONCEPTUALIZACION EN TORNO
A LA MATERIA, A LA LUZ DE LA
HIPÓTESIS DE INCOMPATIBILIDAD

Carmen Rosa Basto F.
Licenia María Rodríguez P.
Luis Carlos Granda V.
Sol Marina Muñoz G.

CONCEPTUALIZACION EN TORNO A LA MATERIA, A LA
LUZ DE LA HIPÓTESIS DE INCOMPATIBILIDAD

Inspirado en el artículo de Slotta, Chi y Joram (1995) se llevó a cabo un trabajo de contextualización de la hipótesis de incompatibilidad entre conocimiento cotidiano y conocimiento científico, en el área de la química. Producto de este trabajo se puede afirmar que los dominios ontológicos y metafísicos que sustentan los conceptos de la química están en una esfera diferente a las ideas y creencias que manejan los niños en edad escolar. La investigación contempló el trabajo con estudiantes de noveno grado (novatos) y profesionales con formación en química, dos de ellos con doctorado (expertos).

CONCEPTUALIZATIONS CONCERNING MATTER
ACCORDING TO AN INCOMPATIBILITY HYPOTHESIS

The contextualization of the incompatibility hypothesis between everyday and scientific knowledges, in the chemistry field was inspired by Slotta, Chi and Joram's article (1995). As a result of this work, it can be said that the ontological and metaphysical fields supporting chemistry concepts are in a different sphere from that where school children's ideas and beliefs are. This research was made with ninth grade students (beginners) and with professionals in chemistry, two of them with a doctor's degree (experts).

CONCEPTUALISATION AUTOUR DE LA MATIERE A
PARTIR DE L'HYPOTHÈSE D'INCOMPATIBILITÉ

Ce travail de contextualisation de l'hypothèse d'incompatibilité de la connaissance quotidienne et la connaissance scientifique, dans le domaine de la chimie, s'inspire de l'article de Slotta, Chi et Joram (1995). D'après ce travail on peut dire que les domaines ontologiques et métaphysiques qui sous-tendent les concepts de la chimie se trouvent dans une sphère différente de celle des idées et des croyances des enfants en âge scolaire. La recherche a été conduite auprès d'élèves en quatrième année du secondaire (apprentis) et de professionnels connaisseurs de la chimie, dont deux docteurs (experts).

CONCEPTUALIZACION EN TORNO A LA MATERIA, A LA LUZ DE LA HIPÓTESIS DE INCOMPATIBILIDAD*

Carmen Rosa Basto F* * Licenia
María Rodríguez P* ** Luis
Carlos Granda V****Sol Marina
Muñoz G*****

INTRODUCCIÓN

Todo docente en ciencias naturales ha tropezado alguna vez en su trabajo, con la inquietante evidencia de la multiplicidad de acepciones que una misma palabra puede tener en contextos distintos, e incluso la diversidad de significados que adquieren los términos al interior del aula de clases.

Investigaciones recientes permiten sustentar que la diversidad de acepciones para una misma palabra, va más allá de un simple

problema lingüístico y demanda un proceso de contextualización de los conceptos dentro de parámetros ontológicos, metafísicos y psicológicos, característicos de las disciplinas y de la cultura de base de los sujetos (Mortimer, 1995; Slotta et al. 1995).

Slotta et al. (1995), sustentan la idea de que los dominios de la ciencia y los dominios que soportan el conocimiento cotidiano tienen diferencias en su base, involucran concepciones de orden ontológico y creencias de

Trabajo de investigación monográfico, adelantado en el postgrado en Educación en Ciencias Experimentales de la Universidad de Antioquia, bajo la dirección del grupo de Enseñanza de las Ciencias Experimentales

** Profesora Liceo José María Bernal (Caldas)

* * * Profesora Liceo José María Bernal (Caldas)

**** Profesor Liceo Cardenal Aníbal Muñoz Duque (Santa Rosa de Osos)

***** Profesora Escuela Normal Pedro Justo Berrio (Santa Rosa de Osos)

Dirección: albas3@hotmail.com

naturaleza metafísica que soportan la construcción de realidades en uno y en otro contexto.

Las implicaciones del trabajo de Slotta et al., en el campo del aprendizaje de las ciencias, permite sustentar que en el proceso de cambio conceptual de un sistema de creencias por otro sistema de creencias, involucra un reconocimiento de las diferencias ontológicas y metafísicas, que configura la estructura cognitiva de los novatos (estudiantes en edad escolar), con los requerimientos ontológicos y metafísicos que demanda la conceptualización de las disciplinas científicas.

2. DISEÑO EXPERIMENTAL

El objeto de este estudio fue identificar el pensamiento que los participantes (novatos y expertos) tienen sobre el concepto científico de materia. Se elaboró un cuestionario constituido por diecinueve pares isomórficos. El par isomórfico está conformado por dos preguntas con una estructura similar en cuanto a su formulación; no obstante, su conceptualización y respuesta se ubican en dos contextos distintos.

Un ejemplo de par isomórfico es el siguiente:

1. Generalmente, cuando un objeto se calienta aumenta de tamaño, fenómeno conocido como dilatación; se puede afirmar que al calentarse un objeto:
 - a. Aumenta el tamaño de sus partículas.
 - b. Se agitan más intensamente sus partículas y aumenta la distancia entre ellas.
 - c. Aumenta el número de sus partículas.
 - d. Otra respuesta (escríbala).

1. Al preparar crispetas ocurre que:
 - a. Los granos de maíz pira al transformarse en crispetas aumentan de tamaño.

- b. Se aumenta la cantidad de granos de maíz.
- c. Se disminuye la cantidad de granos.
- d. Otra respuesta (escríbala).

La muestra de participantes en la investigación estuvo representada por nueve estudiantes del grado noveno de la Educación Básica Secundaria y cuatro profesores universitarios de química, dos de ellos con doctorado en química. A los primeros se les denominó novatos y a los segundos expertos.

Para el análisis de las respuestas dadas por los participantes se aplicó el "test de categorías" propuesto por Slotta et al. (1995), el cual permite valorar el lenguaje, usado por novatos y expertos, al tratar de explicar la razón de la elección de las respuestas.

El análisis del uso del lenguaje permite dar cuenta del estatus ontológico que los participantes asignan a los conceptos involucrados en sus explicaciones; así, por ejemplo, cuando el participante argumenta que «el agua caliente extrae el olor de otra sustancia», le está atribuyendo al agua una característica de corte animista.

2. METODOLOGÍA

A% e siguió la metodología registrada por Slotta et al. (1995):

- Selección de los conceptos a estudiar, en este caso: continuidad-discontinuidad de la materia, substancialismo, conservación de la masa y dualidad como interacción materia-energía y onda-partícula, por considerarlos ejes fundamentales en la comprensión de la química.
- Se formularon los pares isomórficos involucrando la siguiente estructura de respuesta:
 - a) Concepción "materialista" del problema: Se elaboró imaginando el concepto como sustancia material.
 - b) Concepción del concepto como proceso. Se derivó esta alternativa de la concepción científica del problema.

- c) Una alternativa basada en las preconcepciones sobre los fenómenos estudiados registrada en la literatura especializada.
 - d) Otra respuesta (escríbala): Se incluyó en todas las preguntas para dar oportunidad a todos los participantes de manifestar una opción no incluida en las respuestas.
- Los participantes eligieron una de las alternativas de respuesta en cada problema y luego explicaron la razón de la selección. En esta parte se elaboró un protocolo donde se consignaron los distintos predicados utilizados por cada participante.
 - Análisis de los protocolos de explicación de los participantes.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los predicados utilizados por los participantes mostró los siguientes resultados:

1. En relación con los preceptos sobre *continuidad-discontinuidad*, los expertos entienden la materia como constituida por partículas en movimiento, que generan campos de fuerzas. Las interacciones generadas entre ellas y las distancias intermoleculares son las responsables del cambio de volumen en cuerpos sometidos a variaciones energéticas, así como de los fenómenos de difusión de gases y de la dispersión de la luz por partículas coloidales.

Los novatos no conciben la materia como constituida por partículas y por tanto no hacen ninguna referencia a sus interacciones; los novatos, cuando hacen alusión a los átomos, no establecen relaciones entre el comportamiento de estos y las propiedades físicas. En sus predicados se encuentran concepciones animistas y sustancialistas como forma de explicar diversos fenómenos. Si bien algunos novatos escogieron opciones de respuesta similares a las escogidas por expertos, sus predicados verbales no correspondieron a respuestas de tipo científico.

En cuanto a las respuestas sobre los problemas cotidianos, tanto los novatos como los expertos coinciden en el tipo de predicados.

Aquí los expertos cambian el lenguaje utilizado, respondiendo con términos distintos a los usados en el campo de la ciencia. Los novatos siguen empleando predicados similares a los utilizados cuando responden las preguntas científicas.

2. En relación con el concepto de *conservación de la materia* los expertos hacen referencia a las variables involucradas en tal fenómeno como: área, volumen, estado de agregación, distancias intermoleculares, las cuales varían por efectos de presión y temperatura, sin determinar alteración de la masa, ya que ésta permanece constante.

Los novatos no poseen claridad con respecto a los fenómenos relacionados con los cambios de estado de la materia; manifiestan, por ejemplo, que al «evaporarse un líquido su masa desaparece ya que los gases no pesan», o por el contrario, que «los vapores ejercen mayor presión sobre el sistema por lo cual su masa aumenta». Asumen el calor como algo material, al afirmar que «éste es el que infla al globo», y además conceden a las partículas fundamentales la propiedad de dilatarse o "estirarse" (debido al efecto observado); otros conciben la dilatación como un «aumento en el número de partículas» del cuerpo dilatado e incluso algunos sostienen que «muchas sustancias por el calor se contraen» debido a la «disminución en su número de partículas». No obstante, algunos novatos respondieron como expertos diciendo que «en la dilatación no aumenta ni disminuye el número de partículas», sino que éstas «se mueven», «se separan», «se aceleran».

Al analizar los predicados utilizados para explicar los problemas cotidianos, se observó que tanto expertos como novatos coinciden en el tipo de explicaciones. Algunas de las respuestas de los expertos a problemas de la cotidianidad fueron muy científicas, mientras que unos novatos piensan que al disolverse un sólido en un líquido el peso de aquel también se disuelve.

3. Con respecto al *sustancialismo*, los expertos argumentaron sobre los procesos de disolución, como interacciones entre partículas, y sobre los colores y sus variaciones, como absorción de

radiaciones que modifican la estructura molecular de los pigmentos; en general, sus conceptos referidos a estos problemas fueron claros e inscritos en la categoría ontológica de procesos.

Fue evidente la pobreza del lenguaje en las explicaciones de los novatos y se pudo apreciar que para fenómenos como cambio de color, la explicación es de naturaleza material; por ejemplo, «el color se evapora» o «los granos de color se disuelven». Este tipo de explicaciones son eminentemente substancialistas; las propiedades macroscópicas son un reflejo del mundo microscópico.

En las respuestas dadas a problemas cotidianos, los expertos se refirieron a afinidades, a causas, a consecuencias, sin extenderse mucho en explicaciones de tipo científico; los novatos aquí fueron más prolíficos en sus explicaciones, todas las respuestas tuvieron un marcado corte substancialista y animista. Se nota poca diferencia en las respuestas de los dos grupos de participantes, en cuanto a predicados de movimiento y percepción; en cambio, hay gran diferencia en las respuestas que explican propiedades de las sustancias.

4. En cuanto a *dualidad*, los expertos dieron explicaciones precisas, cortas y de gran contenido científico, refiriéndose a procesos de interacción, mientras que los novatos en ningún momento hicieron referencia a dichos procesos, tratando de explicar sus respuestas por las propiedades observables de los fenómenos; mostraron poca comprensión de conceptos como: color, luz, energía, sonido e imagen, mezclándolos sin una caracterización apropiada en cada caso.

Los expertos, en su mayoría, asocian la materia a un concepto filosófico, mientras que los novatos respondieron sin argumentos propios, remitiéndose a la autoridad de libros y profesores; dijeron: «eso es lo que nos enseñan». Definieron la materia como todo aquello que se puede percibir por los sentidos.

5. CONCLUSIONES

- La revisión de los resultados obtenidos sobre las preconcepciones en química, revela posibles orígenes que van desde lo intuitivo (realismo, substancialismo) hasta lo social (formación de los maestros, influencia del entorno) y analógico (comparaciones inadecuadas, utilizadas en la enseñanza de los conceptos de la química), e indican la posible existencia de un obstáculo fundamental que sería la categorización ontológica inadecuada, por parte de los novatos y de algunos expertos, de conceptos relacionados con la materia.

La incompatibilidad entre categorías ontológicas limita la posibilidad de acceder a conceptos científicos como: disoluciones, enlaces químicos, cambios físicos y químicos. Esta incompatibilidad entre las categorías se refuerza a diario por las vivencias cotidianas del novato, donde sus preconcepciones le resultan útiles para explicar el mundo.

- Una aplicación de tipo pedagógico que se deriva del presente trabajo, está relacionado con la necesidad de que los profesores de química realicen el diseño específico de unidades didácticas sobre la materia, en donde tanto los estudiantes puedan confrontar sus propias concepciones con las explicaciones científicas. Lo anterior involucra un nivel de ejercicio metacognitivo donde tanto el profesor como el estudiante se hagan conscientes de los diferentes sistemas de creencias y de esta manera aprendan a superar los obstáculos epistemológicos que no permiten la conceptualización científica.
- Los expertos ubican el concepto de materia en la categoría ontológica de procesos, ya que la conciben como la interacción entre partículas-energía y como constituyente de los cuerpos: «está constituida por» y «es el constituyente de». Los novatos ubican el concepto de materia en la categoría de cosas materiales, lo que dificulta la comprensión de los conceptos científicos relacionados con la química.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTO, C; RODRÍGUEZ, L.; GRANDA, L. y MUÑOZ, S. (1998). *Coconceptualización en torno a la materia a la luz de la hipótesis de incompatibilidad*. Especialización en Educación en Ciencias Experimentales. Universidad de Antioquia, Monografía

SLOTTA, J. D.; CHI, M. TH. y JORAM, E. (1995). "Assessing Students Misclassifications of Physics Concept: An Ontological Basis for Conceptual Change». En : *Cognition and Instruction*. Vol. 13, No. 3. pp. 373 -400.

MORTIMER, E. (1995 - 1996). *Addressing Obstacles in the Classroom: An Example from Theory of Matter*. Facultad de educación de UFMG Belo Horizonte. Brazil. Paper presented at the European Conference on Research in Science Education. Leeds, UK, 7-11. April 1996.1. pp. 2 -10.