

LA MULTIPLICIDAD DE REPRESENTACIONES ACERCA DE LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA

GALLEGOS¹, LETICIA; GARRITZ², ANDONI y FLORES¹, FERNANDO

¹ CCADET UNAM.

² Fac. Química UNAM.

Palabras clave: Cambio conceptual, Estructura de la materia, Representaciones múltiples

OBJETIVO

Presentamos los modelos de representación que tienen estudiantes universitarios sobre la estructura de la materia, considerando que esta representación está formada por un perfil de modelos que describen sus respuestas ante distintos contextos fenomenológicos.

MARCO TEÓRICO

Durante las últimas décadas el trabajo sobre concepciones alternativas ha llevado hacia distintas formas de representación de las mismas, desde considerarlas como conceptos aislados hasta integrarlas dentro de marcos o estructuras conceptuales que determinan la forma en la que éstas son utilizadas por los estudiantes.

Estas concepciones persisten en las estructuras conceptuales de los estudiantes coexistiendo con nuevas ideas, construidas por los sujetos, lo que ha llevado al reconocimiento de que los estudiantes construyen múltiples representaciones conceptuales que dependen de las condiciones de aplicación dentro de contextos específicos.

Desde esta perspectiva Mortimer (1995) construye la noción de perfil conceptual lo que “presupone que un individuo puede tener diferentes visiones del mismo concepto, considerando que existen diferentes formas de ver y representar, al mismo tiempo, una realidad” (Ribeiro y Mortimer, 2004: 218).

Las representaciones de estructura de la materia en los estudiantes

Un caso ampliamente documentado de estas múltiples representaciones es el que presentan los estudiantes de distintos niveles escolares con relación a sus concepciones de estructura de la materia (Andersson, 1990; Pozo, Gómez y Sanz, 1999). Estos estudios muestran que los estudiantes mantienen una concepción continua de la materia, que es compartida con modelos de partículas. Estas dos representaciones no se interrelacionan lo que expresa las dificultades que presentan para visualizar un modelo continuo y uno discreto ante un cierto fenómeno. Cabe entonces preguntarse ¿son las únicas representaciones o modelos que tienen los estudiantes? ¿Cuál sería el perfil de uso de tales concepciones?

DESARROLLO DEL TEMA

Se trabajó con una muestra de alumnos de primero, tercero, quinto, séptimo y noveno semestres de la carrera de Química de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. La distribución de los alumnos fue: 25 de primero, 25 de tercero, 16 de quinto, 21 de séptimo y 23 de noveno semestres.

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron: a) 2 cuestionarios paralelos que se aplicaron a toda la muestra; b) entrevistas aplicadas a dos estudiantes de cada nivel escolar analizado.

El primer cuestionario tiene 9 preguntas abiertas y el lenguaje es coloquial, mientras que el segundo consiste de 8 preguntas abiertas sobre los mismos fenómenos pero con la solicitud expresa de ser contestadas con el uso de partículas y dibujos que complementen sus respuestas. Los fenómenos que se abordan en los dos cuestionarios fueron: Estados físicos de la materia: sólidos, líquidos y gases; Cambios de fase; Disoluciones y Emisión de luz y conductividad eléctrica.

RESULTADOS

A partir de las respuestas de los alumnos se construyeron los diversos modelos mentales que explican la forma en que las concepciones de los estudiantes están relacionadas (Gallegos y Garritz, 2004). Cada uno de los modelos identificados quedó definido en función de los atributos específicos que los estudiantes emplean para representar los distintos fenómenos.

Cabe aclarar que por modelo se entiende: una representación funcional que opera sobre ciertos conceptos básicos y en el que existen una serie de relaciones entre sus variables que son aplicables a un contexto determinado. Para cada modelo se identificaron los conceptos básicos y sus implicaciones fenomenológicas, esto es, los elementos que conforman las explicaciones sobre los fenómenos. Se identificaron 5 modelos: Continuo (C), Sustancialista (S), Molecular I (MI), Molecular II (MII) y Electrónico (E). A continuación se describe cada uno de ellos.

Modelo continuo

Conceptos básicos: la materia es continua y se subdivide infinitamente, no existe el vacío.

Implicaciones fenomenológicas: La materia sufre transformaciones globales; en todo caso, las partículas están inmersas en medios materiales.

Modelo sustancialista

Conceptos básicos: la materia es discreta; la materia microscópica es isomórfica con lo que ocurre en el nivel macroscópico, la materia es estática, no existe el vacío.

Implicaciones fenomenológicas: los cambios en el nivel macroscópico se reproducen en el ámbito microscópico, los fenómenos de cambios de estado y disoluciones se explican con el cambio en el arreglo de las partículas.

Modelo molecular I

Conceptos básicos: La materia es discreta y formada por moléculas. Las moléculas están en movimiento, con distintas velocidades y energía cinética. Entre las moléculas se presentan colisiones.

Implicaciones fenomenológicas: Los cambios en el movimiento de las moléculas implican variaciones en variables como: presión, volumen y temperatura. Cambios en el estado de movimiento de las moléculas producen modificaciones en su orden y organización.

Modelo molecular II

Conceptos básicos: La materia es discreta y formada por moléculas y átomos. La organización de las moléculas está regulada por la presencia de fuerzas electrostáticas entre ellas. El origen de estas fuerzas proviene de considerar a las moléculas formadas por átomos que tienen cargas. Las interacciones son características internas y no producidas por agentes o procesos externos.

Implicaciones fenomenológicas: Los cambios de estado están asociados a la interacción de las fuerzas electrostáticas y, en las disoluciones al “rompimiento” y “creación” de fuerzas.

Modelo electrónico

Conceptos básicos: La materia está formada por átomos y éstos contienen electrones. La interacción entre átomos y electrones está dada por fuerzas eléctricas y las energías de los electrones producen algunos cambios macroscópicos.

Implicaciones fenomenológicas: El movimiento de los electrones explica aspectos como la corriente eléctrica en metales, la emisión de luz y, por su parte, las disoluciones se explican por medio de fuerzas electrostáticas entre los átomos.

Los perfiles de modelos de los estudiantes

Se asignó uno de los modelos descritos a cada una de las respuestas de los cuestionarios y se construyeron los perfiles considerando el porcentaje de uso del modelo en sus explicaciones, este arreglo representa un perfil de modelos mismo que se obtuvo para cada uno de los estudiantes.

Por ejemplo un alumno de noveno semestre responde a cuatro de las 17 preguntas de los 2 cuestionarios (alrededor de 6% por cada respuesta) de la siguiente forma:

0% Continuo; 18% sustancialista; 0% molecular I; 0% molecular II; 6% electrónico

Sus respuestas se describen en la tabla 1 en donde se señala el modelo en el que están categorizadas sus ideas.

TABLA 1
Ideas de estudiante de noveno semestre

Modelo	Expresiones del estudiante
Sustancialista	El globo se infla si se calienta el aire dentro del matraz ya que “las partículas del recipiente al calentarlas se expanden un poco debido a la energía que se proporciona”. “En el gas las moléculas están un poco más separadas que en el líquido. En el líquido están un poco más juntas. En el estado sólido las moléculas están juntas y quietas. Para pasar de gas a líquido las moléculas se condensan un poco para que se mantengan un poco más. Para pasar de líquido a sólido las moléculas se condensan todavía más para que permanezcan quietas”. Las burbujas que se forman en el fondo de un recipiente cuando el agua empieza a hervir ya que “primero las moléculas estaban juntas debido al estado líquido y al calentarlas cambian de estado. Con el cambio de estado las moléculas se separan y algunas salen como burbujas”.
Electrónico	“En el metal la corriente se conduce por el movimiento de electrones en la dirección del polo positivo al polo negativo. En los metales los electrones están bastante deslocalizados por lo que se pueden mover” (en el dibujo los electrones están en la barra y se mueven sobre ella).

Comportamiento general de la muestra. La distribución de los modelos

A los perfiles de modelos se les aplicó un Análisis de Conglomerados de K medias en 10 grupos. Los grupos presentaron un valor de significación $p < 0.001$ en ANOVA. En la tabla 2 se muestra la agrupación.

TABLA 2
Porcentaje de perfiles de alumnos de cada semestre por grupo

	Primero	Tercero	Quinto	Séptimo	Noveno	Total
Grupo 1		2 (8%)	1 (6%)	4 (19%)	1 (5%)	8 (7%**)
Grupo 2			2 (13%)	1 (5%)	4 (18%)	7 (6%)
Grupo 3		2 (8%)	2 (13%)	5 (38%)	1 (5%)	10 (9%)
Grupo 4		1 (4%)			5 (23%)	6 (6%)
Grupo 5	1 (4%*)	6 (24%)	1 (6%)	2 (10%)	3 (14%)	13 (12%)
Grupo 6		3 (12%)		1 (5%)		4 (4%)
Grupo 7				1 (5%)		1 (1%)
Grupo 8	8 (32%)		3 (19%)		3 (14%)	14 (13%)
Grupo 9	9 (36%)	7 (28%)	6 (38%)	7 (44%)	3 (14%)	32 (29%)
Grupo 10	7 (28%)	4 (16%)	1 (6%)		2 (9%)	14 (13)
Total	25	25	16	21	22	109 (100%)

*Los porcentajes de cada columna están calculados con base en la población de estudiantes por semestre.

**Los porcentajes de la columna final están calculados con base en el total de la población investigada.

Como puede observarse los grupos que presentan un mayor número de estudiantes son 3, 5, 8, 9 y 10. En 5 y 9 se encuentran presentes alumnos de todos los semestres; en 1, 3 y 10, están alumnos de cuatro semestres y en 2, 6 y 8 alumnos de tres semestres.

Todos los estudiantes de primer semestre se encuentran en los grupos 5, 8, 9 y 10. Mientras que los otros semestres están distribuidos en todos. En la tabla 3 se presentan la tendencia de respuesta de los 10 grupos

TABLA 3
Perfiles de los estudiantes de la muestra total.

Grupo 1	Presenta mayor número de estudiantes de séptimo semestre (19% de la muestra del semestre). La tendencia principal es el Molecular I, le siguen Electrónico y Molecular II y un porcentaje de respuestas del Sustancialista. Ningún estudiante de este grupo cae en el continuo.
	Perfil promedio (representa un alumno hipotético): 0C,9S,43MI,10MII,11E
Grupo 2	Está compuesto por un mayor número de estudiantes de noveno semestre (18% de los alumnos de este semestre). La dispersión es mayor que en el caso anterior sin embargo se muestra una tendencia de respuestas en los modelos Sustancialista y Molecular I seguidos de Electrónico y con menor porcentaje Continuo y Molecular II.
	Perfil promedio: 6C,23S,23MI,5MII,16E
Grupo 3	Presenta mayor número de estudiantes de quinto semestre (38% de la muestra de este semestre). La tendencia de respuestas se encuentra en los modelos moleculares tanto el I como el II seguido de respuestas en el Electrónico. En menor cantidad se encuentran respuestas en Continuo y Sustancialista.
	Perfil promedio: 4C,4S,19MI,20MII,16E

Grupo 4	Integra en mayor porcentaje a estudiantes de noveno semestre (23% de la muestra del semestre). Las respuestas de este grupo se encuentran en los modelos Sustancialista, Molecular I y II. Pocas respuestas se presentan en Electrónico y Continuo. Perfil promedio: 1C,21S,21MI,19MII,3E
Grupo 5	Presenta en mayor cantidad a estudiantes de tercer semestre (24% de la muestra del semestre). En este caso la tendencia de respuesta está en los modelos moleculares. Con mucha similitud se encuentran después los otros tres modelos, Sustancialista, Electrónico y Continuo. Perfil promedio: 3C,5S,20MI,22MII,5E
Grupo 6	Está formado en su mayoría por estudiantes de tercer semestre (12% de la muestra del semestre). Las respuestas se encuentran ubicadas en el Molecular II y en menor porcentaje en Electrónico, Molecular I y Sustancialista. Muy pocas respuestas se ubican en el Continuo. Perfil promedio: 2C,8S,14MI,37MII,17E

Los resultados muestran que el grupo 9 representa al mayor número de estudiantes de la población. . Las respuestas de este grupo corresponden al modelo Molecular I y Sustancialista. Estos dos modelos se presentan en toda la población (ver grupos 2 y 4) lo que implica que, independientemente del nivel escolar, los estudiantes tienden a utilizarlos. Esta misma tendencia se presenta para los estudiantes de séptimo semestre que están representados en el grupo 1. Cabe resaltar que en particular el modelo Sustancialista representa la mayoría de las ideas previas reportadas en la literatura, lo que demuestra que están presentes y que coexisten con el Molecular I.

Los alumnos de primer semestre están presentes en mayor proporción en los grupos 8 y 10, en estos grupos el modelo Sustancialista tiene un mayor porcentaje lo que implica que en este nivel escolar se encuentra mayor número de ideas previas utilizadas por los estudiantes.

Los alumnos de tercer y quinto semestres están mejor representados en los grupos 3, 5 y 6, en donde la tendencia está en los dos modelos Moleculares y una baja respuesta en el Sustancialista.

Como puede observarse en todos los casos las respuestas tiene pocas frecuencias en el modelo Electrónico.

CONCLUSIONES

La descripción que dan los perfiles de modelos de la población total, muestra que los modelos sufren transformaciones a lo largo de la escolaridad. Este proceso de transformación que se observa en los perfiles indica la existencia de un cambio en el perfil conceptual, indicado por la frecuencia de uso de los modelos.

Los perfiles de modelos son sistemas complejos que describen la forma en que las distintas formas de representación, con base en el contexto y nivel de cuestionamiento, son estructurados en la mente de los sujetos.

Los cinco modelos están presentes en la mente de los estudiantes pero su promedio de respuesta difiere en cuanto al ciclo escolar, el perfil cambia debido a la posibilidad de aplicación de los nuevos modelos para problemas más complejos que requieran de una herramienta teórica de esta naturaleza. Los alumnos más jóvenes se encuentran ajenos a este tipo de modelos en lo general y por ello su mayor frecuencia de respuesta está centrada en el uso de los modelos Continuo y Sustancialista, mientras que los estudiantes que se encuentran en un nivel de preparación intermedia aumentan la frecuencia de uso de los modelos moleculares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSSON B. (1990). Pupils' Conceptions of Matter and its Transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, Vol. 18, 53-85
- GALLEGOS, L., y GARRITZ, A., (2004). Representación continua y discreta de la materia en estudiantes de Química. *Educación Química*, Vol. 15(3), 234-242.
- MORTIMER E. F., (1995). Conceptual Change or Conceptual Profile Change? *Science & Education*. Vol. 4: 267-285.
- Pozo J. I., Gómez, M. A., y Sanz, A. (1999). When change does not mean replacement: different representation for different context. En Shnotz W., Vosniadou S., y Carretero, M., (Eds.) *New Perspectives on Conceptual Change*. Oxford: Pergamon Elsevier, pp. 161-174.
- RIBEIRO, E., y MORTIMER, E., (2004). Un perfil conceptual para entropía y espontaneidad: una caracterización de las formas de pensar y hablar en el aula de Química. *Educación Química*, Vol. 15(3), 218-233.