

Las representaciones de estudiantes universitarios: marco descriptivo o explicativo.

❖ **OSVALDO CAPPANNINI** | cappa@iflysib.unlp.edu.ar

❖ **CARLOS ESPÍNDOLA** | cerespin@yahoo.com.ar

Facultad de Ciencias Exactas | Facultad de Ciencias Naturales | Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación | Colegio Nacional Rafael Hernández | Universidad Nacional de La Plata

RESUMEN

Uno de los supuestos acerca del conocimiento de los estudiantes que ingresan al aula de ciencias es que se han familiarizado con la diferencia entre la descripción y la explicación de un fenómeno. La falta de articulación de los modelos científicos (en el marco de las teorías que los incluyen) con los conocimientos previos de los estudiantes y específicos de cada disciplina, puede constituir una barrera para abordar esta distinción.

En este trabajo se ha considerado la influencia de la diversidad de representaciones sobre la materia en estudiantes pertenecientes a diferentes niveles del sistema educativo y disciplinas. Al analizar fenómenos naturales que requieren tanto descripción como explicación, los estudiantes muestran dificultades para superar lo descriptivo y articular teorías y modelos científicos en las explicaciones requeridas para interpretar la realidad.

PALABRAS CLAVE

Representaciones, estructura de la materia, estudiantes secundarios, estudiantes universitarios.

INTRODUCCIÓN

Al enseñar ciencias puede partirse de la idea (no siempre acertada) de que los estudiantes ya han incorporado las representaciones necesarias para usar en el aula. Además, no se considera necesario distinguir explícitamente lo descriptivo (como relaciones fenomenológicas entre variables) de lo explicativo (dentro de alguna teoría científica). El estudio de la construcción y utilización de representaciones o modelos mentales (Norman 1983; Gallegos y otros, 2004) resulta de interés por su influencia en procesos cognitivos y por la información que aportan sobre la estructura subyacente de conocimientos del estudiante (Vosniadou, 1994). El estudio longitudinal de modelos sobre estructura de la materia es tema de investigación continuo de las últimas décadas (Mortimer 1998; Benarroch, 2001, Krnel y otros, 2005; Eilam, 2004; Stains y otros, 2007). Las perspectivas que plantean el aprendizaje de ciencias como vinculado con el “hablar ciencias” (Lemke, 1990), han profundizado en trabajos que reúnen análisis del discurso en el aula, evaluación de representaciones (Leander y otros, 1999; Mortimer y otros, 2002; Cappannini y otros, 2004) y relación de éstas con modelos utilizados en ciencias, herramientas metodológicas básicas de la investigación científica (Lombardi, 1998). Estas promueven el uso cuidadoso, en la planificación de clases de ciencia, de la diversidad de representaciones en el aula.

En este trabajo se ha considerado la diversidad de representaciones sobre la materia puestas de manifiesto por estudiantes (pertenecientes a diferentes niveles del sistema educativo y disciplinas) al analizar fenómenos naturales e identificar posibles obstáculos en el aprendizaje de contenidos asociados al conocimiento científico.

PRINCIPAL APORTE DE LA COMUNICACIÓN

- **De las representaciones, el conocimiento científico y los fenómenos naturales.**

Una manera de concebir la relación entre los fenómenos naturales, sus representaciones y el conocimiento científico se esquematiza en la Figura 1. En su parte superior, aparecen la representación continua y la discreta como herramientas interpretativas de los fenómenos. Debajo, se incluyen los fenómenos naturales que la ciencia desea interpretar. La modelización de cada fenómeno identifica parámetros y variables, cuyas relaciones pueden expresarse mediante leyes.

El esquema presenta tres posibles maneras de iniciar su recorrido: la primera comienza con las representaciones de los estudiantes (desde la parte superior); un segundo camino sería a través del conocimiento científico (a mitad del esquema) vinculado a leyes fenomenológicas y teorías científicas que el sistema educativo introduce y, por último, desde la parte inferior del esquema, con los fenómenos naturales que enfrenta el alumno a través de la observación e interpretación.

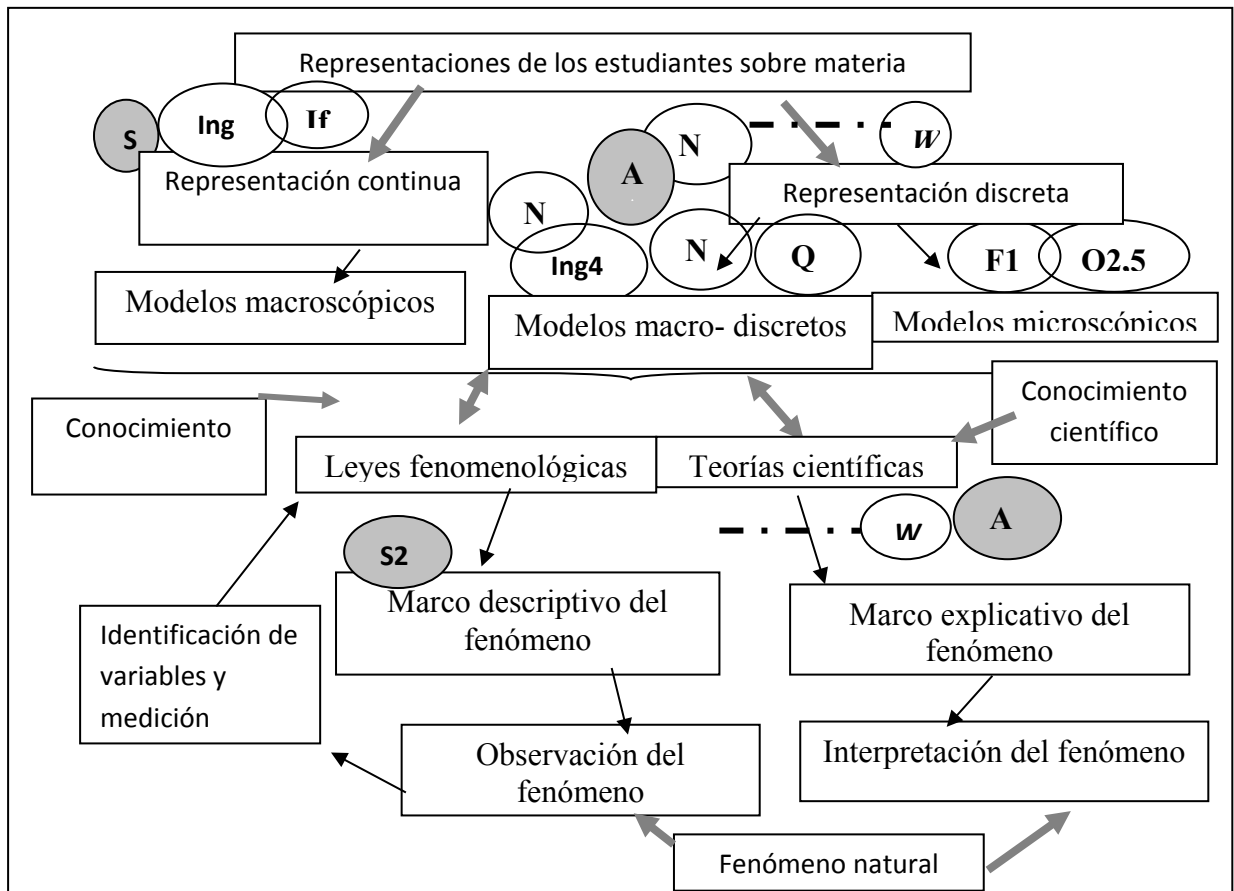


Figura 1. Esquema sobre las representaciones de los estudiantes referidos a la interpretación de fenómenos naturales y su articulación con el conocimiento científico.

En la parte superior se establecen dos categorías: una representación continua y otra discreta. La representación continua remite a un modelo macroscópico ligado al nivel sensible y al establecimiento de leyes fenomenológicas. La representación discreta, por su parte, se vincula a un modelo microscópico relacionado con las teorías correspondientes. Sin embargo, en la literatura sobre investigación en didáctica de las ciencias, se refleja la existencia de representaciones que implican la asignación de características macroscópicas a

los elementos discretos (partículas) constituyentes de la estructura material (Mortimer, 1998; Johnson, 1998; Flores Camacho, Gallegos, Garritz y García Franco, 2007). Esta categoría se ha indicado como modelos macro-discretos.

En el esquema se han incluido, además, símbolos identificatorios de los estudiantes de cuyas entrevistas se han extraído los párrafos analizados en el presente trabajo.

Los conocimientos propuestos en clases de ciencias proveen tanto un conjunto de relaciones fenomenológicas (conjugando variables medibles e interdependientes relacionadas con lo sensible y macroscópico y una representación continua) como la articulación de teorías y modelos de la esfera microscópica (aportando pautas explicativas de los fenómenos naturales).

S.:... Para mí es el terrón sólido. Una parte, cuando larga los globitos, esa parte ya se hace gaseosa. Larga para mí, por abajo, larga una parte líquida que es un líquido que yo cuando lo dejé quieto vi que estaba saliendo. Y después lo otro, me parece que puede que quedaban partes chiquititas, muy chiquititas... o, no creo que se hagan líquidas pero una parte de eso sí era líquida, para mí era el líquido que... que largó al principio...

A.: ... Yo creo que ese terrón ya está... El terrón está formado ya por miles de partículas muy pequeñas que... al salir el aire, como no pueden quedar vacíos esos espacios que hay en el terrón... entra el agua y ahí, esa presión hace como que se separe y todas las partículas que forman ese terrón, eh... se dispersan por toda el agua y quedan en toda el agua ... Y ahí es... ahí es cuando le da ese color al agua y después de un rato, seguramente, todas las partículas vuelven a bajar a, al, a la base del frasco y ya el agua vuelve, vuelve al color de antes... Era que las pequeñas partículas como quedamos, se dividían todas hasta quedar solamente la partícula compuesta, que no está formada por muchas sino que es ella...

Cuadro 1. Disolución del terrón de azúcar en agua. Frases de S y A.

En el presente trabajo se evalúan las respuestas de estudiantes de diferentes niveles (1^{ro} de Escuela Secundaria Básica (ESB) y primer año de diferentes carreras de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP)) en el marco del esquema precedente, durante el análisis del proceso de mezcla de sustancias en distintos estados de agregación.

De lo expresado por estudiantes de ESB (ver Cuadro 1), se identificaron grupos con ideas semejantes con una 'gradualidad' entre las visiones continua y discreta de la materia (Johnson, 1998; Benarroch, 2001; Cappannini y otros, 2004 y 2006). Se seleccionaron dos grupos, representados por S y A (letras que simbolizan a estudiantes representativos de los grupos referidos), de los que se vuelcan algunas expresiones en el Cuadro 1. En las frases de S se evidencia un modelo macroscópico y continuo de coexistencia de distintos estados de agregación (visión que puede constituir un obstáculo en la incorporación de teorías y modelos microscópicos, ver línea punteada W en la Figura 1), mientras que A esboza en sus frases una visión discreta que mantiene algún carácter macroscópico.

Dos años después, se realizaron entrevistas semi-estructuradas a algunos participantes, incluyendo a S y A (Cappannini y otros, 2004) consultándolos sobre la constitución del azúcar y su disolución, temas abordados en 2^{do} y 3^{ro} de ESB. Frases seleccionadas de dichas entrevistas se han volcado en el Cuadro 2.

S2:... Y, porque serían las del azúcar... y las del agua... Aunque después... como se mezclaría, sería otra... otra mezcla homogénea, sería como que habría algo nuevo...(¿qué vería?)... de oxígeno y de hidrógeno... el agua tiene dos oxígenos y un hidrógeno... Yo creo que vería los distintos átomos...

A2: O sea... las partículas de azúcar se van dispersando por el agua y queda agua azucarada. Va a estar toda el azúcar distribuida... ¿Qué vinculación tendrían esas partículas con los átomos del agua? ... El átomo... los átomos del agua que se encuentran en esa misma agua con el azúcar, pero... No, no creo que haya ninguna vinculación... El azúcar, si se quiere, se puede sacar del agua... por el método de... bah, no sé cuál pero... No, no creo que se llegue a ver los átomos, no... Pero, se vería... No sé, si el grano de azúcar es... es una molécula en sí ya, eso no lo creo. Supongo que se podrá dividir, pero... un poco más, me parece, pero... Se verá más grande la imagen... alguna textura... Más cosas no creo que se vean...

Cuadro 2. Disolución de azúcar en agua. Frases de S y A dos años después (indicados como S2 y A2)

En esta selección de respuestas, S2 se muestra confusa al hablar de partículas, átomos, mezcla y combinación (ver Cuadro 2), evidenciando escaso manejo de herramientas

explicativas (indicado por W2 en la Figura 1). A2, por otro lado, muestra coherencia en el uso de "átomo" o "mezcla" y algo de claridad en la explicación.

En los Cuadros 3 y 4 se incluyen frases seleccionadas de las entrevistas mantenidas con algunos de los 27 estudiantes, finalizando su primer año en carreras de la Universidad Nacional de La Plata (tales como Licenciatura en Química (Q), Licenciatura en Física (F), diversas orientaciones en Ingeniería (Ing), diversas orientaciones en Ciencias Naturales (N) e Informática (If)), sobre la constitución del azúcar en el Cuadro 3, y su disolución en agua en el Cuadro 4.

N1: De ciertos componentes blancos... Un azúcar en trozos... serían muchos puntos unidos formando granos... Este grano, este sería... una molécula.... esto estaría todo unido...

If4: ... Lo veo como un diamante, medio cuadrado... está formado, me parece, por láminas... la veo así... Con el color del, del diamante, un poco más turbio... hecho de láminas, así todas láminas...

Ing4: Y, está formado... para mí tiene átomos ¿sí?... y cada uno tiene una composición cristalina, creo, me parece a mí, no sé...es lo que tengo yo, no sé... Y es eso, yo que sé... tiene... para mí tiene... una cantidad de átomos... y cada uno tiene una composición cristalina igual a la otra, creo...

Ing5: Y, tiene muchos componentes... eh, químicos... no sé bien, el grano de azúcar... puede estar formado por agua y muchas cosas más químicas, no sé bien que... que puede llevar bien... lo que sería... Y, vería, vería muchos... como si fueran... A ver, una cosa así... Si tengo un grano de azúcar... vería, vería todos componentes mezclados... no tengo, no sé mucho, química no tuve...

F1: Y sí, un conjunto de... un conjunto de átomos ligados... por fuerzas... sí, fuerzas entre ellos, fuerzas moleculares... atómicas... Todavía eso no lo tengo muy claro pero me imagino que son... atómicas... (¿qué vería?) ... Cadenas, me imagino.... No... Sí, la molécula del... azúcar... me imagino.. delirando porque no tengo ni idea ¿no?... Un cuadrado, tipo una... un cristal!... qué sé yo, imaginándome... con pequeños nodos, por decir de alguna manera... entrelazados entre ellos...

Q1: Son muchos cristales unidos, me parece a mí... y casi todo está formado, la mayor parte, por carbono y... glucosa, principalmente... y la glucosa está formada por carbonos, por oxhidrilos... se van uniendo todas cosas así, como un queso...

Q5: ... Por unas cuantas moléculas de... sacarosa... formadas a su vez por glucosa y fructosa... Y todas moléculas de sacarosa pegadas unas con otras... no sé si en la forma cristalina o qué pero... no creo... son pegadas...

Cuadro 3. Frases de estudiantes de UNLP sobre constitución de un grano de azúcar.

Cabe consignar que los estudiantes de Química, Ingenierías y Ciencias Naturales participaron, previo a estas entrevistas, de cursos introductorios de Química (que incluyeron la representación discreta y microscópica de la estructura de la materia) mientras que aquellos de Física e Informática carecieron de clases sobre estos temas.

N3: Se unen... O sea, las partículas del azúcar con las del agua se, se van a unir, o sea, se van a mezclar y... no se va a notar la diferencia entre una y otra.

N5: ... que se corta... el azúcar se deshace...y se va uniendo...Y porque si el azúcar se une entera al agua se iría quedando una... una cosa sólida... Si quiero hacer un compuesto homogéneo, eso se tiene que ir separando en tantos... en tantas partículas que se hagan todo un compuesto acuoso... En partículas acuosas... De los elementos de la tabla periódica o no... compuestos orgánicos...

Ing4: Y, se disuelven las... las partículas ¿sería ahí?... O los átomos... o no sé, o las moléculas... Algo se disuelve... y pasa a estar en el... en el agua... disuelta, dispersa en todos lados, ¿no? ... Yo creo que está muy relacionado esto con Química... Y acá, bueno, entra en juego la tabla periódica, me parece, cada elemento... supongo...Y los aniones y cationes de uno... o sea, los aniones de uno se juntan con los cationes del otro...bueno, algo así... creo que debe ser algo así, no sé...

F1:... Una disociación de las... debe haber fuerzas de adhesión entre el agua... entre las partículas, las moléculas del agua y las del azúcar que deben ser más fuertes que las de cohesión entre las mismas... y, de hecho, llevan a una disolución del azúcar en el agua... Una... mezcla, o sea... partículas de agua con... una mezcla de partículas por todos lados, o sea... donde habría partículas de agua, de azúcar, o sea... ingredientes químicos del azúcar mezclados con el agua.

Q2: ... Bueno, obviamente se disuelve por la... a ver... y obviamente el azúcar tiene algún... no sé... se forman enlaces, intermoleculares entre el agua y el azúcar, bueno... que debilitan esta estructura... sólida que existía antes en el azúcar sola... y bueno, lo que se produce es una especie de... puente, me imagino... no sé si... tipo hidrógeno... puentes, puentes intermoleculares... y si... sí, dependiendo de la cantidad, hasta le pondría, tal vez, una... una molécula de azúcar con algunas de agua o... depende la concentración... pero básicamente es eso: se debilitan las estructuras del metal, del metal, del sólido...por esta propiedad que tiene el agua ¿no?...

Cuadro 4. Frases de estudiantes de la UNLP sobre la disolución del azúcar.

En las frases seleccionadas se identifican, mediante su subrayado en los cuadros, representaciones macroscópicas continuas (N5, If4, Ing5), discretas con características macroscópicas (N1, Ing4, N3 y Q1) y discretas más avanzadas (F1, Q5 y Q2). En el análisis de la disolución (Cuadro 4) aparece, además, terminología adecuada pero desconectada de explicaciones coherentes con las teorías correspondientes.

CONCLUSIONES

En estudiantes de ESB aparecen tanto lo descriptivo, estrictamente macroscópico, como modelos discretos en la explicación del fenómeno incorporándose alguna terminología en las explicaciones de dos años después. Al comparar con las respuestas de universitarios, no surgen grandes diferencias aunque ha continuado el agregado de términos.

La composición del azúcar requiere una descripción (discreta o continua), mientras que la explicación de su disolución en agua precisa articular modelos y teorías. Lo registrado en el nivel universitario está indicando dificultades en superar lo descriptivo y usar teorías y modelos científicos. El ceñirse a contenidos específicos desarticulados de las herramientas metodológicas no parece garantizar un uso adecuado de descripciones y explicaciones, por lo que creemos necesario:

- Enfatizar acerca del uso de modelos en el estudio de fenómenos naturales, destacando su diferencia con la realidad y el marco teórico que implica cada uno de ellos.
- Utilizar las ideas previas de los estudiantes como punto de partida para debatir el marco apropiado en la interpretación de fenómenos.
- Generar contextos de trabajo diferenciado para cada grupo de estudiantes con representaciones comunes, para acercarlos a la incorporación consciente de los modelos propuestos por la ciencia.
- Propiciar, en todos los niveles del sistema educativo, instancias de discusión sobre la diferencia e importancia de la descripción y la explicación.

BIBLIOGRAFÍA

Benarroch, A. (2001). *Una interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. Ens. de las Ciencias*, 19(1).

Cappannini, O. y Espíndola, C. (2004). *Representaciones sobre estructura de la materia en estudiantes universitarios y de EGB. Comunicación presentada en SIEF VII (publicada en Actas), Univ. Nac. de La Pampa, Santa Rosa, La Pampa, Argentina.*

Cappannini, O. y Espíndola, C. (2006). *Perfiles conceptuales, niveles explicativos y modelos de materia: cómo aparecen en la discusión entre pares en un aula de EGB. Comunicación presentada en SIEF VIII (publicada en Actas), Gualeguaychú, Entre Ríos, Argentina.*

Eilam, B. (2004). *Drops of water and of soap solution: students' constraining mental models of the structure of matter. J. Res. Sci. Teach.*, 41, pp. 970-993.

Flores Camacho, F.; Gallegos, L.; Garritz, A. y García Franco, A. (2007). *Incommensurability and multiple models: Representations of the structure of matter in undergraduate chemistry students. Science & Education*, 16.

Gallegos, L. y Garritz Ruiz, A. (2004). *Representación continua y discreta de la materia en estudiantes de Química. Educación Química*, 15 (3).

Johnson, P. (1998). *Progression in children's understanding of a 'basic' particle theory: a longitudinal study. International Journal of Science Education*, 20, 4.

Krnel, D.; Watson, R. y Glazar, S. A. (2005). *The development of the concept of 'matter': a cross-age study of how children describe materials. Int. J. Sci. Educ.*, 27(3).

Leander, K. y Brown, D. (1999). *'You understand it, but you don't believe it': Tracing the stabilities and instabilities of interactions in a Physics classroom through a multidimensional framework. Cognition and Instruction*, Vol. 17(1).

Lemke, J. L., (1990). *Talking Science. Language, Learning and Values. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corp.*

Lombardi, O. (1998). *La noción de modelo en ciencias. Educ. en Ciencias, Vol. II, n° 4.*

Mortimer, E. F. (1995). *Conceptual change or conceptual profile change? Science & Education, 4, pp. 267-285.*

Mortimer, E., 1998. *Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory or matter. Int. J. Sci. Educ., Vol. 20(1), 67-82.*

Mortimer, E. F. y Scott, P. (2002). *Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. Inv. Em Ensino de Ciências, Vol. 7, n° 3. Último acceso, 15 de febrero de 2010 desde <http://www.if.ufrgs.br>.*

Norman, D. N. (1983). *Some observations on mental models. En D. Gentner y A. L. Stevens (Eds.), Mental Models (pp. 7-14), Hillsdale, NJ: Erlbaum.*

Stains, M. y Talanquer, V. (2007). *Classification of chemical substances using particulate representations of matter: an analysis of student thinking. Int. J. Sci. Educ., 29(2).*

Vosniadou, S. (1994). *Capturing and modeling the process of conceptual change. Learning and Instruction, 4.*