

EJE TEMÁTICO: Enseñanza de las Ciencias en Educación Primaria

LA CONTRUCCIÓN DEL MODELO CORPUSCULAR DE LA MATERIA EN LA ESCUELA

María Dibarbouré^{1*}, Juan P. García¹ y Equipo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias¹

1 Departamento de Innovación Educativa de la Revista Quehacer Educativo FUM-TEP - J. Barrios Amorin 1518 Montevideo, Uruguay.

E-mail: cienciasquehacer@gmail.com

Resumen

Aprender ciencias supone modificar las ideas que construimos desde pequeños y vencer obstáculos de la naturaleza del propio conocimiento. Seleccionar los atributos del modelo corpuscular de la materia a enseñar, y su ubicación en la secuencia didáctica, marcan la posibilidad de su comprensión y uso. El trabajo que se presenta muestra la importancia de la narración como recurso y la imaginación como habilidad a desarrollar en el aprendizaje de las ciencias.

Palabras Clave: modelo, modelo corpuscular, enseñanza.

Introducción, fundamentación y objetivos de la propuesta

Desde una perspectiva constructivista, el aprendizaje es entendido como producto de la interacción entre las capacidades del individuo y el ambiente desde que se nace y de todos los contextos en los que se participa. La idea de construcción y el papel cognitivamente activo del sujeto conforman el núcleo duro de diferentes visiones sobre el constructivismo en las que varían los rasgos atribuidos a la actividad cognitiva [1]. Surgen así en las últimas décadas investigaciones sobre conocimientos previos y cambio conceptual que han tenido relevancia básica, en la medida que responden a la preocupación de la psicología sobre la descripción del proceso de conocer, y relevancia aplicada, dado que esa descripción permite desarrollar propuestas de enseñanza en busca de mejoras en los aprendizajes de los alumnos [2]

En esta línea, el trabajo que se presenta forma parte de un proyecto más amplio de intervención referido a la enseñanza y aprendizaje del modelo corpuscular de la materia (MCM) que involucra diferentes grados escolares y donde la diferencia en cada experiencia de intervención radica en los atributos que son priorizados y en el momento de la secuencia en que se lo introduce. En todos los casos el propósito es analizar el avance conceptual de los alumnos luego de una secuencia de enseñanza pensada para tal fin. Para ello hay indagación de ideas (en general con consignas muy similares), propuesta de actividades y presentación del modelo, uso del modelo en diferentes situaciones e indagación de avances. Para esta última etapa se utiliza una situación diseñada específicamente. La información obtenida en las indagatorias iniciales y finales referidas a las ideas de los alumnos sobre el MCM es categorizada en los cinco niveles previstos en la bibliografía [3], permitiendo esta categorización ver el avance conceptual de los alumnos involucrados: Nivel 1, continuidad sin explicación; Nivel 2, continuidad con explicaciones pseudo macroscópicas; Nivel 3, discontinuidad con explicaciones microscópicas fundamentadas en partículas y huecos; Nivel 4, discontinuidad, con explicaciones macroscópicas fundamentadas en partículas y vacío; Nivel 5 discontinuidad con explicaciones microscópicas.

El MCM, contenido básico de ciencias, ha sido considerado de interés como contenido para las pruebas internacionales en la región por ser un contenido estructurador desde dos perspectivas: a)

estructura la Química como disciplina, y b) estructura el sistema cognitivo del sujeto al permitir en dicha disciplina la adquisición de nuevos conocimientos y la transformación de los conocimientos anteriores [4]. Para la ciencia este modelo es complejo, con formato matemático y con especificaciones según el contexto de uso. Por otra parte la ciencia escolar es una entidad autónoma con características distintivas que comparte muchos rasgos con la ciencia erudita pero difiere en su contexto, valores y finalidades [5 y 6] y pretende que los modelos escolares sean facilitadores del acercamiento a las representaciones más complejas de la ciencia. De este modo el MCM adopta en el escenario educativo una versión escolar, el MCME. Esta versión escolar sostiene que la materia se compone de entidades invisibles, en permanente movimiento y rodeadas de vacío. El propósito de la instrucción es que los sujetos comprendan el modelo en un doble sentido y puedan con él interpretar de una manera diferente, fenómenos de la naturaleza que lo involucran [7]. Doble sentido en la medida que se busca no sólo que se comprenda lo que el modelo enuncia sino también el significado mismo de lo que es un modelo para la ciencia [8].

Antecedentes

Existen diversos estudios con alumnos de diferentes niveles educativos que describen las concepciones alternativas vinculadas a la temática. En ellos se muestra la fuerte influencia que tiene la apariencia directa de la realidad sobre los estudiantes [7][9]. Estos autores señalan que los alumnos consideran la materia continua, estática y sin espacios vacíos. Aún luego de la instrucción se ha observado que los estudiantes pueden admitir la idea de corpúsculo sin que ello suponga la comprensión de la discontinuidad. Las representaciones que los sujetos tienen respecto a la discontinuidad de la materia y que han sido categorizadas [3] permiten interpretar los resultados de indagatorias. En todos los casos, los estudios realizados proyectan orientaciones para la enseñanza, sugiriendo que las actividades deben promover, de una manera genuina, la explicitación de las ideas de los niños [7][9]. Sólo desde allí el sujeto podrá avanzar en la científicidad de sus ideas. En este marco, es necesario pensar en estrategias de enseñanza basadas en la utilización, por parte de los alumnos, de esos modelos alternativos con los que puedan manipular y contrastar, haciendo explícita la diferencia entre lo que se pensaba y lo que le permiten las nuevas ideas fomentando así la distinción entre los diferentes niveles de explicación [7].

Descripción de la propuesta educativa

La propuesta que se analiza en el presente trabajo fue implementada en un tercer año escolar (8 años) de una escuela pública de Canelones.

ACTIVIDAD	PROPÓSITO	CONSIGNA
1 RECUERDO, PIENSO Y DIBUJO	Generar las condiciones para que los alumnos expliciten sus ideas intuitivas sobre las experiencias que se les presenta	Pensar en situaciones cotidianas y responder. ¿Qué te parece que le pasa a un cubo de hielo cuando lo sacamos de la heladera? ¿Qué te parece que le pasa a una cucharada de sal cuando se coloca en una taza de agua? ¿Qué te parece que pasa cuando en un mismo recipiente ponemos una porción de agua y otra porción de aceite?
2 MANIPULO, PIENSO Y RESPONDO	Seguir los instructivos, describir, dibujar y buscar una explicación a lo que sucede en cada caso.	Parte 1: Colocar un globo unido al pico de una botella y sumergirla parcialmente en un recipiente con agua caliente. Parte 2: Poner a hervir vino en una olla, con cuidado. Parte 3: Quitar cubos de hielo de un congelador y observar.
3 COMPARTIMOS IDEAS	Compartir las ideas de cada equipo, dialogar	Contar las explicaciones que encontramos. Compararlas.

	sobre ellas y generar el escenario para presentar la actividad de la caja negra.	Pensar y responder: ¿Les parece que lo que dijeron, son explicaciones? ¿O vuelven a contar otra vez lo que ocurrió? ¿Podemos imaginar qué pasa <i>adentro</i> en cada caso? Imaginen que tienen una súper lupa... ¿cómo piensan que sería?
4 IMAGINAR LO QUE NO SE VE	Constatar que es posible, con evidencias externas, imaginar lo que hay dentro de una caja sin abrirla.	Observar la caja que tienen sobre la mesa. Mover, escuchar, pensar cómo hacer para averiguar que hay dentro, sin abrir la caja. Dibujar lo que imaginan. Compartir ideas. Finalmente abrir la caja y comparar si lo que se imaginó tuvo relación con la realidad.
5. LOS CIENTIFICOS IMAGINAN LO QUE NO VEN	Dar sentido a la actividad anterior.	En esta actividad, el docente interactúa con el grupo a efectos de justificar la actividad anterior. En ella se explica lo que significa hablar de modelo en ciencias y sus diferencias con la noción de modelo de la vida cotidiana. Es el docente en esta oportunidad que les presenta el MCM y sus postulados como " <i>algo a imaginar</i> ".
6. LOS TEXTOS NOS AYUDAN A IMAGINAR CORPUSCULOS	Familiarizarse con los postulados del modelo usando textos escolares que tratan el tema.	Leer en grupo los diferentes textos (C1-C2-C3). Encontrar semejanzas y diferencias entre ellos relacionadas <i>con lo que dicen del MCM</i> .
7 EL MODELO EXPLICA	Recordar los postulados. Poner el modelo en acción	Elaborar una cartelera para tener presente los postulados. Revisar las situaciones planteadas en las actividades anteriores y tratar de explicar lo que ocurre usando el MCM. Recordar que no se pide describir sino explicar. El docente propone nuevas situaciones.
8 EL MODELO Y EL MUNDO QUE NOS RODEA	Ampliar el poder explicativo del MCM	Buscar situaciones de la vida cotidiana que se puedan explicar con el MCM

Análisis de las actividades y sus resultados.

La actividad 1 convoca a los niños al recuerdo de situaciones cotidianas a partir de la expresión *qué te parece que pasa*. Con ella se buscó que los niños explicitaran sus ideas. Aunque la propuesta busca explicaciones, los niños describen lo que ocurre basándose fundamentalmente en la percepción. Utilizan términos adecuados en esas descripciones en forma recursiva ("*se descongela, quiere decir que se hace agua otra vez*"; "*se congela, quiere decir que se hace hielo*"; "*la sal se disuelve, no se ve más pero está*") La 2, tiene el mismo propósito pero desde lo experimental. Motiva a los niños a *poner manos mientras piensa* y dado el elemento motivacional que supone se pensó que las ideas implícitas surgirían con más facilidad, lo que no ocurrió. Las respuestas también fueron descriptivas. Esta situación motivó que en la actividad 3, el grupo trabajara con la orientación del docente en la diferencia que supone obtener evidencias, ordenarlas en una descripción y dar explicaciones. Con ejemplos de la vida cotidiana los niños parecieron comprender la diferencia. La actividad 4, supone un quiebre. La idea de que *imaginen* es de particular importancia porque pone a los niños a buscar *una posibilidad* de los que es, y no sobre *lo que es*. Se entiende que este planteo está en sintonía con un enfoque didáctico que se apoya en la NdC en forma explícita. La propuesta inicia el camino a comprender lo que es *un*

modelo, como algo que representa. En ese marco el docente invita a sus alumnos a imaginar, en A5 se explicita el MCME y se asocia la actividad de la caja negra con la idea de que las evidencias permiten *imaginar y pensar sobre el interior de algo que no se ve.* El docente se cuidó de establecer que en el caso de la caja al final de la actividad se podía ver lo que estaba adentro, no así en el caso de la materia. La actividad 6 fue pensada para fortalecer el planteo del modelo y propone a los niños leer estos textos.

**CUADRO 1. TEXTO ADAPTADO:
“ EL mundo de Sofía. J. Gaarder. Ed Siruela 1994**

Aquí estoy de nuevo Sofía. Hoy conocerás al último gran filósofo de la naturaleza. Se llamaba Demócrito y vivió en el siglo V antes de Cristo. Demócrito también se preguntaba por como estarían formadas las cosas y estaba de acuerdo con los filósofos anteriores. El creía que los cambios en la naturaleza no se debían a que las cosas realmente cambiaran. Suponía por lo tanto que las cosas realmente construido por unas piecitas pequeñas e invisibles, cada una de ellas eterna e inalterable. A estas piezas mas pequeñas Demócrito las llamó átomos. [...] Esos átomos eran eternos, fijos y macizos pero no eran idénticos entre sí.
[...] ¿has entendido lo que quise decir con las piezas del lego, verdad? Tienen mas o menos las mismas cualidades que Demócrito atribuía a los átomos y precisamente por ello, resultan tan buenas para construir. Ante todo son indivisibles. Tienen formas y tamaños diferentes, son macizas e impenetrables.
[...] las mismas piezas se unen y se des-unen para formar nuevos objetos. Las piezas del lego se pueden volver a usar una y otra vez.

**CUADRO 2. TEXTO ADAPTADO:
Ciencias de la Naturaleza 4º Editorial Santillana 2010**

¿Qué la compone a la materia?

Los científicos desde la antigüedad han imaginado que la materia está formada *por corpúsculos*. Se los imaginaron como entidades pequeñas que permiten explicar el mundo natural tanto desde *lo que se ve* como en *lo que no se ve*. Esta idea de corpúsculo es quizás una de las ideas que más ha perdurado en la historia de la ciencia como idea. Según parece fue enunciada por primera vez en el siglo V antes de Cristo y se atribuye a un pensador griego llamado Demócrito. Según él, la materia estaba formada por pequeñas entidades invisibles que se encontraban en grandes cantidades formando parte de los objetos.

Esas entidades no se podían dividir, por eso las llamó *átomos* que en griego quiere decir, *no divisible*. Dicho en otras palabras, no se puede “romper” en partes más pequeñas. Demócrito también pensó que entre esas partes duras no rompibles, debía existir un espacio “sin nada” o sea “vacío”. La idea no prosperó en su tiempo y se retoma recién en el siglo XVII. Lo interesante es que en ese tiempo lo que se retoma y se cuestiona es la idea de corpúsculo y no la de vacío.

CUADRO 3. TEXTO ADAPTADO

La idea mas minúscula. Unidad Didáctica para aprender sobre modelos en torno a la Estructura Atómica de la Materia
Vol 2. Ed Grupo Grecia. Unv. Pontificia de Chile. 2010.

[...] Demócrito quería encontrar una solución que a la vez pudiera explicar la multiplicidad y el cambio de las cosas que vemos y la existencia de algo permanente por debajo de ellas. El creía que si cortábamos un material y volvíamos a cortar y cortábamos otra vez mas en algún momento llegaríamos a un punto en el que sería imposible seguir cortando (por mas afilada que fuera nuestra herramienta) Demócrito les puso nombre a esas partecitas tan pequeñas que ya no podríamos dividir: las llamó átomos (que en griego quiere decir "que no se divide en partes")

Demócrito creía que los átomos eran como granos de arena, pero muchísimo más pequeños, y que no era posible verlos. Lo único que realmente existió para Demócrito eran estos átomos, que eran indestructibles , infinitos y se movían en un vacío también infinito.

Del trabajo con los textos surgen cuestiones de interés: a) la nomenclatura confunde ya que la misma idea se expresa de manera diferente (átomo, partícula, corpúsculo); b) la invisibilidad es difícil de aceptar ("*¿Y en el futuro no se podrán ver?*"); c) la durabilidad sorprende (*¿Siempre van a estar? ¿Está seguro maestro?*) y d) la movilidad continua les extraña ("*Entonces todo acá se está moviendo? ¿El pizarrón también? Si lo tocamos no nos damos cuenta*"). El trabajo con los textos fue valioso en la medida en que permitió que la misma idea fuera presentada con narraciones diferentes. El texto C1 dejó traslucir avances en aspectos como la posibilidad *de que se formen cosas diferentes con las mismas unidades*, y al mismo tiempo generó la inquietud sobre *la durabilidad de esas unidades*. El texto del C2 los desafió respecto al movimiento y el texto del C3, a través de la analogía con los granos de arena, les permitió acercarse a su pequeñez. Las propuestas 7 y 8 proponen a los niños poner en acción el modelo.

A modo de conclusiones

Más allá de la categorización que se detalla, se cree que se generaron posibilidades para continuar con la idea corpuscular. Son niños de 3º y por tanto hay mucho camino de escolarización.

indagatoria inicial	95%N1 y 5%N2
indagatoria final	60% N1, 29%N2 y 11% N3

La secuencia habilitó avances que como sugiere la bibliografía, serán poco sostenibles si no se continúa en esta línea de trabajo. .

Referencias Bibliográficas

- [1] POZO, J.I. (2006): *.Adquisición de conocimiento*, Madrid: Morata.
[2] RODRIGUEZ MONEO, M. APARICIO, J. J.(2004); Los estudios sobre cambio conceptual y enseñanza de las ciencias. *Rev. Educación Química*. 15(3) pp. 270-280, Mexico:UAM

- [3] BENARROCH, A (2001): «Una interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la materia», en: *Revista Enseñanza de las Ciencias* 19, pp. 123—134, Barcelona: UAB.
- [4] GALIARDI, R. (1986): «Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación», en: *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 4 (I), pp. 30—35. Barcelona: UAB.
- [5] GALAGOVSKY, L Y ADURIZ-BRAVO, A. (2001) Modelos y Analogías en la enseñanza de las Ciencias Naturales. El concepto de Modelo didáctico analógico. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 2001, 19 (2), 231-242.
- [6] IZQUIERDO, M. (2006). La educación química frente a los retos del tercer milenio. *Educación Química*, 17, 114-128.
- [7] GÓMEZ—CRESPO, M. A; POZO, J.I.; GUTIÉRREZ, M. S. (2004): «Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos», en: *Revista Educación Química*, n.º 15(3), julio 2004, pp. 198—209, México: UAM.
- [8] ADURIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO-AYMERICH, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4, número especial 1, 40-49.
- [9] TRINIDAD—VELAZCO, R. GARRITZ, A. (2003): Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia, en: *Revista Educación Química*, 14(2), pp. 92—105, México: UAM