



Para comprender lo que vemos

Imaginar lo que no se ve

Mariángeles Bugani | Maestra Directora de escuela rural. Soriano.

Juan Pablo García | Maestro. Canelones Centro.

Integrantes del Equipo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias Naturales, Revista *QUEHACER EDUCATIVO*.

Aprender ciencias supone modificar las ideas que construimos desde pequeños. Para ello hay que vencer obstáculos que son propios de la naturaleza del conocimiento científico. Seleccionar los atributos del modelo corpuscular de la materia a enseñar, y definir su ubicación en la secuencia didáctica, condicionan la posibilidad de su comprensión y de su uso.

Presentamos el trabajo realizado en un tercer grado de una escuela de Canelones y en una escuela rural de Soriano. Nuestro propósito era que los alumnos comprendieran qué es un modelo, qué dice un modelo particular (el modelo corpuscular de la materia), y que vieran la utilidad de los modelos al usarlos para interpretar fenómenos cotidianos. En este caso, con el MCME se pretendía comprender de una manera diferente, “científica”, la dilatación térmica en sólidos, líquidos y gases.

El camino recorrido

Primera actividad – Mis ideas

Buscábamos que los niños explicitaran sus ideas. Aunque la propuesta pretendía recoger explicaciones, los niños describieron lo que saben que ocurre basándose fundamentalmente

en su percepción. Utilizaron términos adecuados, pero 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*”).

Segunda actividad – Manipulo, pienso y respondo

Ante la falta de explicación, quizás debido a una consigna poco precisa, les propusimos una actividad experimental. Formamos tres grupos y les pedimos observar, describir, dibujar y anotar una explicación, cuando:

1. se sumerge parcialmente en agua caliente, una botella con un globo en su pico;
2. se pone a hervir vino en una olla;
3. se sacan cubos de hielo de un congelador y se los deja sobre una mesa a temperatura ambiente.

Pensamos que las ideas “explicativas” surgirían con más facilidad. No ocurrió. La mayor parte de lo que plantearon los niños fueron descripciones, hubo muy poca explicación, o casi ninguna, de lo que pasa más allá de lo que ven.



- ▶ El aire que estaba en la botella sube y abajo queda vacía.
- ▶ El aire del globo se infla con el calor que hace fuerza y quiere salir, cuando lo sacamos del agua caliente se encoje.

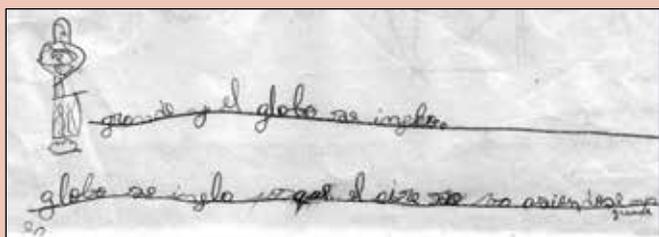
Comentarios de alumnos

La actividad que más logran explicar es la del globo, podría ser porque ellos tienen la idea de que el aire puede moverse por distintas razones. Un solo niño al pretender dibujar el aire lo hace como con ondas, y como el aire para él crecía, para graficarlo hizo ondas más gruesas.

Otros quisieron poner la botella dentro de un balde lleno de agua, que el agua caliente cubriera la botella completamente. Pensaban que a más superficie cubierta, más se inflaría el globo.

No se me ocurrió hacerles cambiar la posición de la botella, horizontal o pico abajo para que pudiesen observar que esa explicación “el aire caliente sube” no era válida.

Fragmento de registro docente

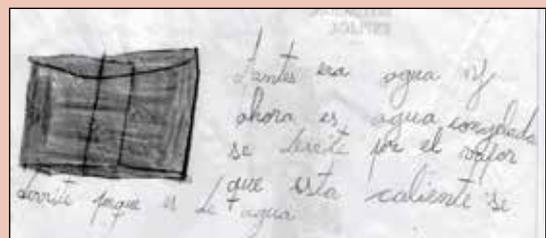
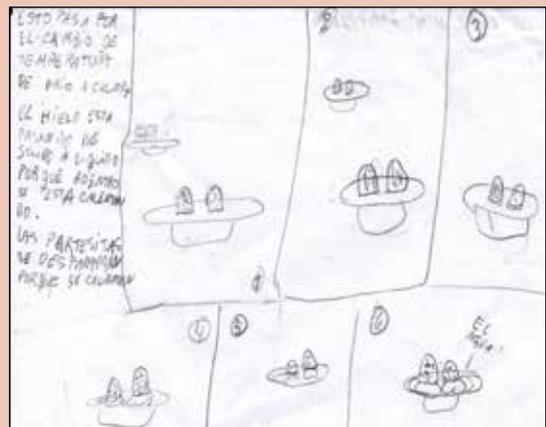


Niño: –El hielo tiene puntitos, tiene burbujas congeladas. El cubito está lleno de hielo y de agua, tiene pelitos afuera a medida que se derrite pero son los puntitos que cuando toman contacto con el aire se derriten así, a medida que se derrite va transformándose en rayitas dentro del cubo, se convierte en agua porque le entra calor por esas burbujas y esos lugares donde no hay agua.

Maestra: –¿Qué es derretir? ¿Qué significa?

Niño: –Es eso que hace el agua y que le pasa eso porque le entra calor, entonces afuera de la heladera pasa eso y para volver a hacerse (hielo) necesita frío.

Fragmento de transcripción de una entrevista



También tiene burbujas como el hielo, pero no se ven los puntitos. Las partecitas chiquitas se separan para poderse ir, escapar (cuando sienten el olor) pero cuando el agua se calienta pasa eso, que quieren escaparse (el agua que tiene el vino). Cuando se enfría las partecitas chiquitas bajan. La espuma del vino se parece a una ola que sube y baja, igual que cuando estás en la playa y eso pasa porque le damos calor. Las partecitas pequeñas se separan y forman el olor que es liviano.

Transcripción de la explicación de un equipo



¡El peso que tiene la percepción en la conceptualización de la materia! Esa importancia de la percepción puede ser una razón por la cual los niños sí intentan explicar en la situación del aire y no en las demás; en la vida diaria, ellos perciben que el aire se mueve, y no perciben que el hielo o el vino tengan “movimiento propio”. Además ven que el globo “crece” y en los demás (vino y hielo) no ven directamente eso, son cosas distintas las que perciben en cada situación.

Fragmento de registro docente

Tercera actividad – Compartimos ideas

Era necesario comenzar a intervenir. Cada equipo contó la experiencia realizada, lo que observaron y las explicaciones que pensaron. Dialogamos sobre ellas: ¿Les parece que lo que dijeron, son explicaciones? ¿O vuelven a contar otra vez lo que ocurrió?

Fue necesario trabajar la diferencia que supone obtener evidencias, ordenarlas en una descripción y con ellas intentar dar explicaciones. Con algunos ejemplos de la vida cotidiana parecieron comprender la diferencia.

Volvíamos sobre las experiencias, pero solo pudimos diferenciar lo que veían de lo que pensaban.

QUÉ VIMOS

- El globo “se infla”.

QUÉ PENSAMOS

- El aire se calienta y sube. Eso hace que se infle.
- El aire empieza a crecer, el globo se hace más grande.
- El calor hace que el aire se evapore y vaya haciéndose más aire, no entra y agranda el globo.

Registro en papelógrafo

Era el momento del cambio. La secuencia didáctica la habíamos pensado como una hipótesis provisoria y la revisamos. Consideramos que debíamos introducir el modelo, si es que pretendíamos avanzar en la interpretación de los fenómenos desde lo micro.

Se resolvió presentar el modelo, conocer qué dice la ciencia al respecto, cuáles son los postulados básicos y cómo puede ser una herramienta útil para explicar esos fenómenos que habíamos indagado, que ellos habían pensado y habían experimentado.

Cuarta actividad – Imaginar lo que no se ve

Les presentamos la clásica actividad de la caja negra, adentro habíamos puesto un auto de juguete. Despertó mucha curiosidad.

Consigna: Observen la caja y piensen estrategias para saber lo que hay adentro, sin abrirla y sin que yo se lo diga.

Les dimos un tiempo para pensar esas estrategias y luego hicimos una puesta en común. Fuimos señalando la relación entre esas intervenciones y la información que iban a recibir. Buscábamos que entendiesen que se puede fundamentar qué es lo que hay adentro, sin ver. Sería la base para una analogía posterior.

Probaron las estrategias, sacaron conclusiones y finalmente abrimos la caja. Comparamos si lo que habían imaginado tenía relación con la realidad y, en caso de no tenerla, si hubiera sido factible.

Se entusiasmaron al constatar que era posible –solamente con evidencias externas– imaginar lo que había adentro, sin verlo.



Esta actividad supone un quiebre. La idea de que imaginen es de particular importancia porque pone a los niños a buscar una posibilidad de lo 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 naturaleza de la ciencia en forma explícita. La propuesta inicia el camino a comprender lo que es un modelo, como algo que representa.

Comentario de la tutora de la investigación

Quinta actividad – Los científicos imaginan lo que no ven

Debíamos dar sentido a la actividad anterior.

Comenzamos hablando acerca de mi intención al trabajar la actividad de la caja negra.

Diego: *–Aprender a pensar.*

Priscila: *–Que no solo podemos ver con la vista, que podemos conocer sin ver.*

Tamara: *–Que podemos pensar qué podía haber adentro de la caja por el peso, el tamaño o el sonido que hacía.*

Maestro: *–Los científicos muchas veces tienen que abordar ciertos fenómenos, tienen que trabajar ciertas cuestiones, sin la posibilidad de ver.*

Fragmento de transcripción de una actividad

Conversamos sobre la actividad de los científicos y cómo elaboran modelos; sobre la diferencia entre los modelos de los científicos y lo que significa modelo en la vida cotidiana. Por primera vez les presentamos el modelo corpuscular como “*algo a imaginar*”. Asociamos 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*. Aclaremos que en el caso de la caja negra, al final de la actividad se podía ver lo que estaba adentro, no así en el caso de la materia.

Claro está que el modelo debe ser presentado a los alumnos, tiene que ir de la mano de una narración clara del modelo, tras la cual los postulados básicos, esas reglas de juego, deben ser claramente explicitados y registrados, ya que en reiteradas ocasiones se deberá volver a ellos como una forma de que los niños puedan explicar, en nuestro caso, los fenómenos de dilatación térmica utilizando el modelo corpuscular de la materia.

Comentario de uno de los docentes en una de las jornadas del equipo

Sexta actividad – Los textos nos ayudan a imaginar corpúsculos

Pensamos que debíamos contextualizar la actividad anterior, “aterrizar” la idea de materia como lo que forma todo lo que hay en el mundo, todo lo que nos rodea y contextualizar históricamente la preocupación de los hombres por saber cómo está formada. Presentamos a Demócrito, lo ubicamos en el tiempo y en el espacio. Sintetizamos lo que pensaba y les propusimos escuchar unas lecturas. Habíamos decidido comenzar por *El mundo de Sofía*; como ellos conocen el lego, pensamos que podía ser un buen elemento de referencia para ayudar a la comprensión. Seleccionamos dónde pensábamos que debíamos detener la lectura para ayudar a la comprensión.

Intento explicar la idea de que son indivisibles con el ejemplo de romper la mesa o el agua en partes cada vez más chiquitas hasta llegar a ese átomo.

Mía: *–¿Y se pueden ver?*

Maestro: *–No se pueden ver, no, es algo que pensé, llegó a elaborar esa idea. Vieron que nosotros no podíamos ver el interior de la caja, pero empezamos a suponer y a explicar cómo estaba compuesto eso que estaba ahí adentro, algo así es lo que hizo él. No los veía, pero se imaginó que existían.*

[...]

Esta última parte les resultó bien interesante, la idea de que a los átomos se los compara con las piezas del lego.

Enzo: *–Sí y después cuando muere eso, va a otra cosa, se muere y el átomo forma otro ser vivo.*

Maestro: *–Claro, por ejemplo, ahí menciona al dinosaurio.*

Enzo: *–Sí, pero es un átomo cavernícola.*

Maestro: *–¿Cómo es eso?*

Enzo: *–Claro, un átomo cavernícola antiguo.*

Maestro, *¿eran átomos cavernícolas?*

Maestro: *–No, porque Demócrito decía que el átomo permanecía igual, eran los mismos, iguales que los tuyos, no cambiaron según Demócrito.*

Fragmento de transcripción de una actividad

El segundo material que usamos fue adaptado de un libro de texto de cuarto grado (Dibarboure, Porta y Rodríguez, 2011:44). En él aparece la palabra corpúsculo en lugar de átomo, remarca su perdurabilidad e invisibilidad, insiste en que son “imaginaciones”. La lectura anterior les permitió un mejor acercamiento a este

texto. Comenzamos a registrar algunas ideas en el papelógrafo de la clase.

El siguiente texto que leímos lo adaptamos de una unidad didáctica (Couló y Adúriz Bravo, 2010). Resultó muy interesante la analogía con la arena, y la presentación de los átomos con distinta forma y en ordenamientos diferentes.

Priscila: *–Es más chiquitito que un grano de arena.*

Maestro: *–Sí, no se puede ver.*

Enzo: *–Pero el grano de arena es casi invisible, pero si junto muchos granos de arena ahí se hace visible.*

Maestro: *–Interesante lo que decís, esto es parecido, un átomo solo es invisible, pero si junto muchos, muchos, muchísimos átomos pueden hacerse visibles, por ejemplo, un corpúsculo que forma el agua es invisible pero si junto muchos, muchos se hacen visibles; lo mismo con la arena, un corpúsculo es invisible pero muchos, muchos, muchos forman un grano de arena que es pequeño, pero sí lo puedo ver.*

Diego: *–¿En el agua también hay corpúsculos?*

Maestro: *–Sí, claro, en toda la materia hay.*

Maestro: *–Aquí dice que una piedra o el aire están formadas por átomos pero ¿qué los hace diferentes?*

Mía: *–Que son diferentes átomos.*

Enzo: *–Que están diferentemente ordenados. Como el cuarto mío y de Catalina. (Catalina es su hermana de primero y su cuarto está mejor ordenado, según él).*

Fragmento de transcripción de una actividad

El último texto lo adaptamos de un libro de divulgación científica (Gellon, 2007). Nos pareció que el punteo que hace, ayudaría a ordenar un poco más las ideas y completar nuestro esquema de referencia. Además introduce explícitamente el movimiento constante de las partículas.

Maestro: *–Vamos a ver como estaría formada esta agua.*

Enzo: *–Por corpúsculos.*

Maestro: *–Y entre ellos, ¿qué habría?*

Priscila: *–Habría vacío.*

Maestro: *–¿Y esas partículas cómo están?*

Enzo: *–En movimiento.*

Maestro: *–¿Y ustedes pueden ver acá el movimiento?*

Niños: *–Nooooo.*

Enzo: *–Mové la mesa.*

Maestro: *–No, porque aunque no mueva la mesa y el agua esté “quieta” esos corpúsculos se están moviendo, yo no lo veo eso porque son invisibles, pero estarían moviéndose. Y, ¿si miramos el pizarrón?*

Priscila: *–¿También se está moviendo?*

Maestro: *–Sí.*

Enzo: *–¿Todo acá adentro se está moviendo?*

Maestro: *–Y sí, pero mi ojo no lo puede percibir.*

Mía: *–¿Y si lo tocas?*

Maestro: *–Tampoco.*

Fragmento de transcripción de una actividad

Al finalizar las lecturas teníamos registrados los postulados básicos de la teoría en un papelógrafo.

Del trabajo con los textos surgen cuestiones interesantes. Primero, la nomenclatura confunde ya que la misma idea se expresa de manera diferente, átomo, partícula y corpúsculo. Parece interesante conformar un texto usando solamente corpúsculo. Por otra parte, la invisibilidad fue difícil de aceptar, la durabilidad los sorprendió y la movilidad continua les asombró. El trabajo con los textos fue valioso en la medida en que permitió que la misma idea fuera presentada con narraciones diferentes.

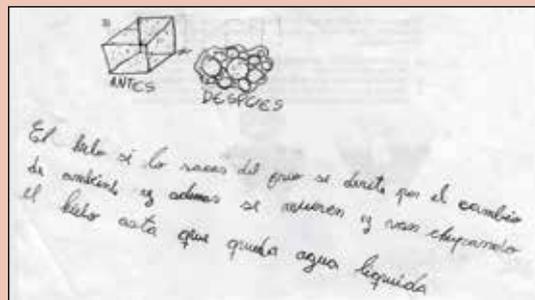
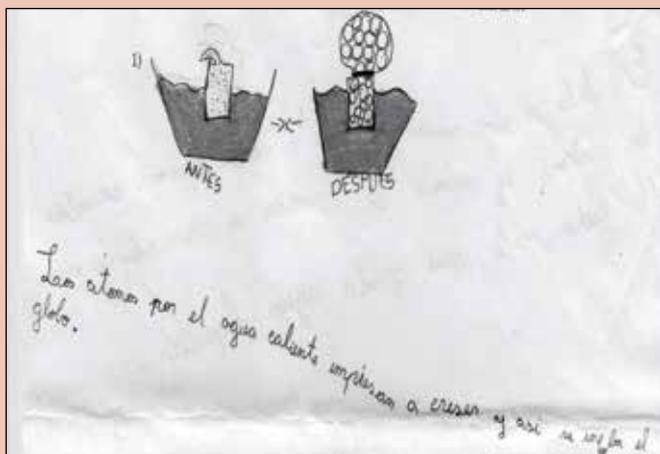
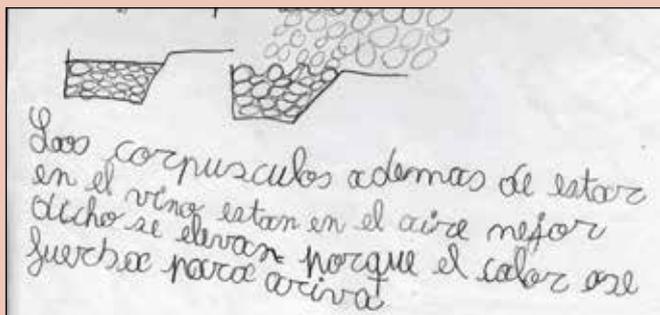
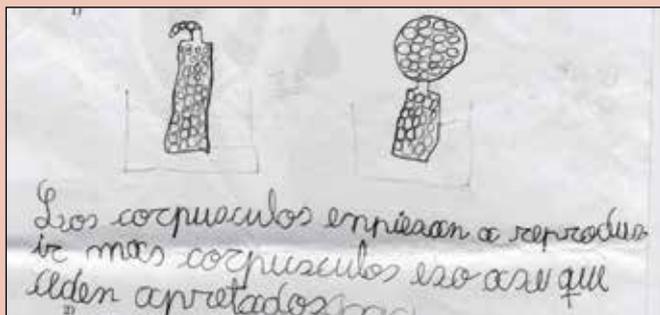
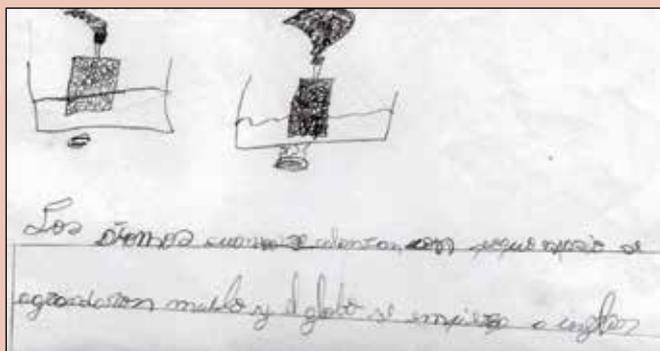
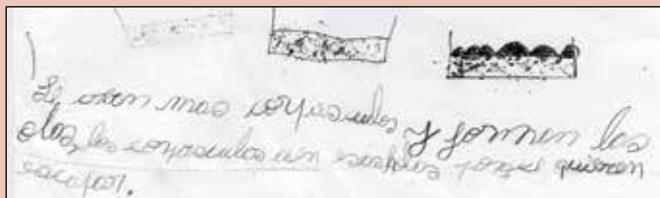
Comentario de la tutora de la investigación

Séptima actividad – El modelo explica

Volvemos a las actividades del comienzo y las revisamos, tratando de explicar lo que sucede usando el modelo. Para ello armamos tres equipos de trabajo, cada uno vuelve a pensar en una de las situaciones experimentales analizadas (vino, hielo, aire en botella y globo).

Consigna:

- Recuerden lo qué sucedía en esta situación, antes y después de aumentar la temperatura.
- Pensando en el modelo corpuscular discutan por qué ocurrieron esos cambios.
- Dibujen los corpúsculos en cada una de las situaciones, antes y después de aumentar la temperatura. Expliquen.



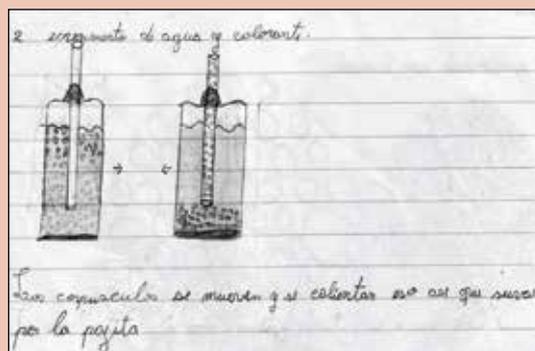
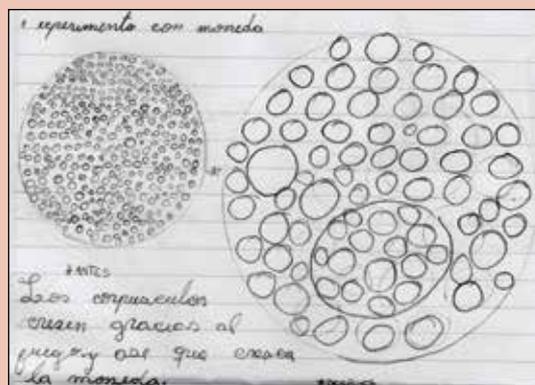
Se aprecian importantes avances, aunque con los “errores” esperados: los corpúsculos crecen, se reproducen.

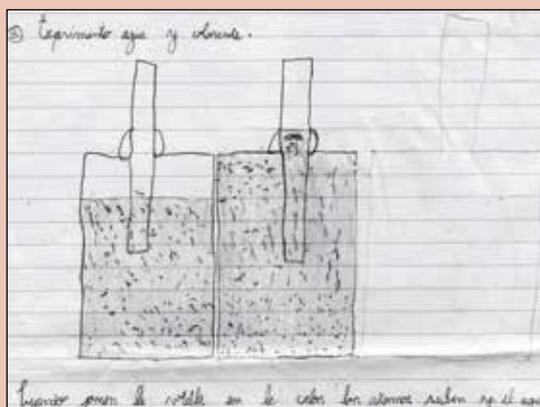
Octava actividad – El modelo y el mundo que nos rodea

Presentamos dos situaciones de dilatación térmica a partir de videos, una moneda y agua coloreada que son calentadas, para que las expliquen a partir del modelo.

Consigna:

- Observa lo que ocurre en el video.
- Recuerda los postulados del modelo corpuscular de la materia.
- Dibuja y explica lo que les ocurre a los corpúsculos de la moneda (del agua coloreada) al calentarlos.





Fue necesario volver a pensar algunos postulados del modelo, analizando de forma crítica lo planteado por los niños sobre la multiplicación o el agrandamiento de los corpúsculos.

Novena actividad – Así pienso ahora

Como cierre de la secuencia quisimos que reflexionaran sobre lo que pensaban al comienzo y lo que podían explicar ahora. A cada niño le dimos el dibujo hecho por un compañero no identificado y le preguntamos:

¿Estás de acuerdo con el dibujo? ¿Lo podrías hacer mejor?



Algunas reflexiones

La adquisición del modelo requiere de un trabajo sistemático en el cual, en reiteradas ocasiones, junto a los niños se piensan diversas situaciones que puedan tener una respuesta desde los postulados de ese MCME. La actividad experimental no debe ser la única, el análisis de dibujos y explicaciones que dan los propios niños puede permitir avanzar, pero sobre todo autoevaluar, cómo el propio niño se ha ido apropiando de algunas ideas.

Ese modelo, y lo que la Ciencia dice al respecto, debe ser presentado a los niños en algún momento de la secuencia. Enseñar Ciencias en la escuela implica entender que el niño no llega por sí solo a ciertas cuestiones. Si bien algunos investigadores han encontrado que alrededor de los nueve y diez años, los niños usan espontáneamente algunas ideas sobre la constitución interna de la materia, no era esta la situación de los alumnos de nuestros grupos. Los postulados básicos del MCME debieron entrar al aula y ser pensados junto con ellos para avanzar en la comprensión y la explicación de los fenómenos.

La secuencia habilitó avances que serán poco sostenibles si no se continúa en esta línea de trabajo. 



Referencias bibliográficas

COULÓ, Ana; ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (2010): “La idea más minúscula. Unidad didáctica para aprender sobre modelos en torno a la estructura atómica de la materia” en F. Angulo Delgado; M. Quintanilla Gatica (comps.): *Unidades Didácticas en Ciencias Naturales y Educación Ambiental: Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico*, Vol. 2, pp. 159-186. Medellín: Universidad de Antioquia.

DIBARBOURE, María; PORTA, Sylvia; RODRÍGUEZ, Dinorah (2011): “La materia y sus cambios” en *Ciencias de la naturaleza 4*. Montevideo: Santillana. Serie Ideas en la cabeza.

DIBARBOURE, María; PORTA, Sylvia; RODRÍGUEZ, Dinorah (2011): “Modelo corpuscular de la materia” en *Ciencias de la naturaleza 6*, pp. 46-51. Montevideo: Santillana. Serie Ideas en la cabeza.

GAARDER, Jostein (1994): *El mundo de Sofía. Novela sobre la historia de la filosofía*. Madrid: Ed. Siruela. Colección Las Tres Edades/Biblioteca Gaarder 1. En línea: <http://www.institutodorrego.edu.ar/sofia.pdf>

GELLON, Gabriel (2007): *Había una vez, el átomo o cómo los científicos imaginan lo invisible*. Buenos Aires. Siglo XXI editores. Colección Ciencia que ladra...

Referencia videográfica

“No es magia. Es dilatación térmica” [Primer video: La moneda creció]. En línea: <https://www.youtube.com/watch?v=dBhbACx-0uM>

Nota

Este artículo se basa en el trabajo en formato póster “La construcción del modelo corpuscular de la materia en la escuela”, presentado en las *X Jornadas Nacionales y VII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior y Técnica* (Buenos Aires, 6-10 de octubre de 2015), y como comunicación oral en *Poniendo en foco la enseñanza. Segundo Encuentro Educación CLAEH* (Montevideo, 16-17 de octubre de 2015).