

¿Qué hay entre los corpúsculos?

Natalia Pizzolanti | Maestra.

Soy maestra de 6to, y trabajo en áreas integradas con la especialización en Ciencias Naturales. Al comenzar el año, con mi compañera de Ciencias Sociales seleccionamos los contenidos programáticos, analizamos los conceptos implícitos en ellos; pensamos las primeras temáticas y definimos los conceptos necesarios para explicarlas; esbozamos posibles secuencias, así como los puentes conceptuales intra e interáreas; también incluimos ‘materia’ para la evaluación conceptual que nos fue indicada desde la Inspección de Práctica.

Llegado junio, al tener que evaluar ‘materia’, seleccioné una actividad que pudiera reflejar el manejo del conocimiento aprehendido durante la primera etapa del año. Pensé que debía ser una situación problemática a resolver con algunos de los conceptos trabajados, los más significativos e inclusores.

Con ayuda de mis compañeras pensamos en una situación que permitiera evaluar el uso del modelo de la teoría corpuscular de la materia para explicar cierto comportamiento del aire -estado gaseoso- en un lugar “cerrado”, poniendo en juego el concepto de calor.

El sábado fue el cumpleaños de mi hija y, debido a la falta de tiempo, decidimos inflar los globos la noche anterior. Gran sorpresa nos llevamos al levantarnos al otro día y ver que los globos no estaban tan inflados como los habíamos dejado... El problema era que los habíamos anudado, no podíamos introducir más aire. ¿Qué hubiesen hecho ustedes? ¿Por qué?

El 90% de los alumnos dijo que con calor aumentaría el volumen del globo sin introducir nada en él. No usaban el modelo corpuscular para explicar, se basaban en su experiencia de poner al sol pelotas algo desinfladas: “quedan infladas por un buen tiempo”, “con los globos sucederá lo mismo, también tienen aire dentro”.

Por el contrario, al comentar los trabajos oralmente, conceptualizaban correctamente el comportamiento de los corpúsculos en cada uno de los estados de la materia, aunque el concepto de calor que manejaban era el de uso cotidiano. Ciertos elementos en sus respuestas me llevaron a realizar la experiencia, conseguimos globos, velas y... ¡vaya sorpresa! No solo el globo no aumentó su volumen, sino que, además, reventó. Estábamos ante un nuevo problema.

Al pedirles posibles explicaciones, lejos de negar sus hipótesis, comenzaron a introducir variables: “*el globo debe estar más lejos del fuego*”, “*sí, pero no tanto como para que no llegue el calor*”: **distancia y temperatura**; “*¿no influirá la composición del aire que tiene dentro?*”, “*depende del material en que está hecho el globo*”: **mezcla de gases y comportamiento de diferentes materiales**; “*¿y si el globo está más desinflado?*”: **presión del aire**.

Fuimos experimentando con cada variable y el globo seguía teniendo el mismo comportamiento, no aumentaba su volumen y reventaba.

Decidí que dibujasen el comportamiento de los corpúsculos de aire en cada caso:

Globo inflado

Nº 1

Globo inflado con la vela debajo de él

Nº 2

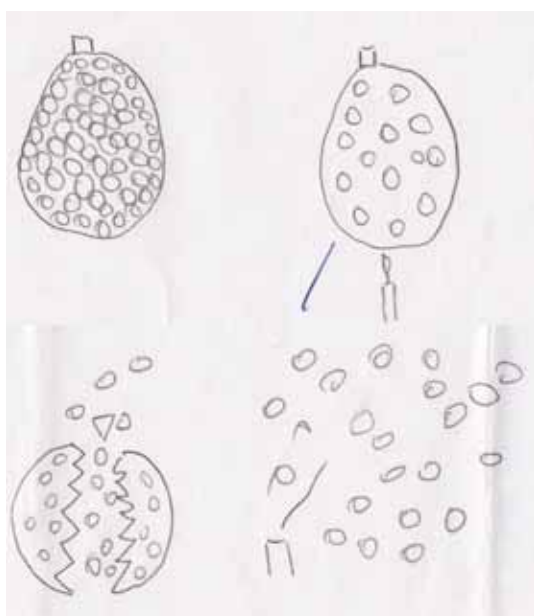
Globo reventado con la vela debajo de él

Nº 3

Vela apagada sin el globo

Nº 4

Recién en esta actividad encontré los niveles de conceptualización que habían elaborado. Alumnos que, oralmente, manifestaban como características de los corpúsculos en el estado gaseoso, su movimiento, choque y separación, los representan como si dentro del globo fuesen un sólido. En el primer cuadro, la casi totalidad de los alumnos (el mismo 90%), representa los corpúsculos del aire del globo pegados uno al lado de otro, mientras que en el segundo cuadro hay una separación y, en general, disminuye la cantidad de los mismos.



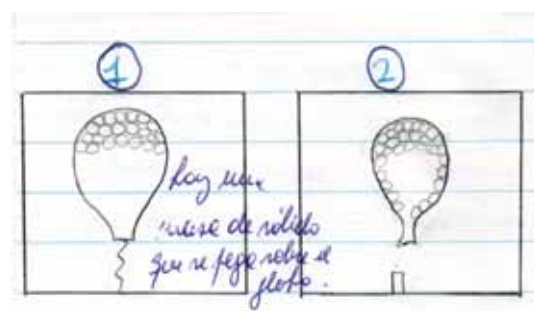
¿Por qué el aire que infla un globo es representado corpuscularmente como si fuese un sólido? ¿Por qué piensan así? Estas fueron las primeras de una larga serie de preguntas que me fui haciendo y que relegaron a un segundo plano, en ellos y en mí, la no expansión del globo al ponerlo sobre una vela encendida.

La mayoría explicaba que al estar el aire contenido dentro del globo, sus corpúsculos pierden la movilidad; si dibujaran los corpúsculos de aire del salón estando cerradas ventanas y puerta los dibujarían igual, solamente al abrir el salón podrían separar los corpúsculos. ¿Conceptualizan el aire como viento?

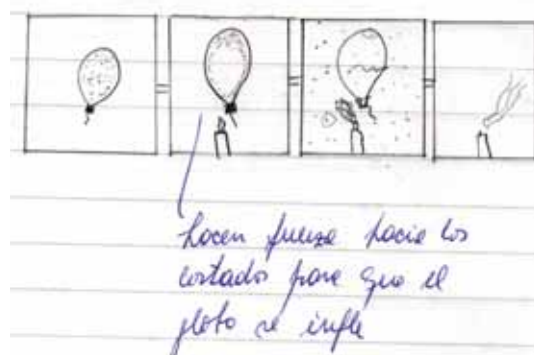
Analizando sus dibujos y conversando con cada uno en la búsqueda de las concepciones que fundamentaban su trabajo, encuentro que...



...entre los corpúsculos del aire hay más aire!



...algunos corpúsculos se pegan al globo para hacerlo sólido

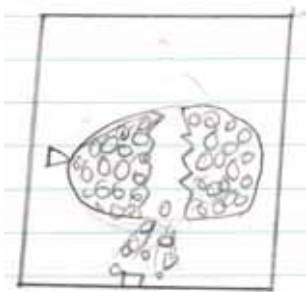


...los corpúsculos se ponen alrededor para hacer fuerza e inflar el globo

Pude definir tres niveles de conceptualización: alumnos que creen que los corpúsculos con el calor

- crecen: "los corpúsculos se estiran cuando inflo, inflo el globo";
- se multiplican: "por el calor se dividen y se crean más corpúsculos";
- se expanden: "el calor les da fuerza para separarse".

También me llamó la atención cómo representaban "la salida del aire" del globo.



Teníamos muchos problemas en la compresión y uso de la teoría corpuscular. Estaba claro, además, que no conceptualizaban el **vacío entre** los corpúsculos del aire, aunque hablaban de él. En mis reflexiones había llegado a “EL OBSTÁCULO”. Ellos no “aceptan” que entre corpúsculo y corpúsculo no haya nada. Si bien lo repiten, no lo pueden usar al explicar. Por eso es que, cuando el aire está comprimido, lo representan como en estado sólido. No encuentran una fundamentación válida para explicar que el aire haga la fuerza necesaria para mantener el globo inflado y no haya nada entre los corpúsculos.

El conocimiento declarativo que poseían sobre el modelo de partículas tenía mayores limitaciones de las que eran predecibles. Es “normal” que utilicen concepciones estáticas y, desde luego, que atribuyan comportamientos macroscópicos a los corpúsculos.

Durante este proceso, el intercambio con otros docentes y la lectura de materiales relacionados con la temática abordada me resultaron imprescindibles.

«Una cosa es comprender de qué está compuesta la materia y otra es comprender la conducta de las partes o corpúsculos que la componen. Son dos niveles de análisis distintos.»¹

«El reconocimiento de que el gas es un estado y no un tipo de materia requiere comprender la teoría corpuscular como una teoría capaz de explicar la composición de toda la materia (en cualquiera de sus estados) es decir, exige generalizar en cierto modo esta teoría.»²

¿Cómo seguir? Era necesario que los alumnos tomaran conciencia de su dificultad, para poder superarla. Cuando se empiezan a cuestionar sus saberes es cuando podríamos decir que están “preparados”.

Junto a compañeras pensé algunos caminos para avanzar, ¿volver a las propiedades del estado gaseoso, en particular a la compresión?, su explicación requeriría aceptar el vacío entre los corpúsculos; ¿trabajar con la conservación de la masa?, al no haber aumento no podrían sostener su crecimiento o multiplicación.

Decidí comprimir aire, usando una jeringa.

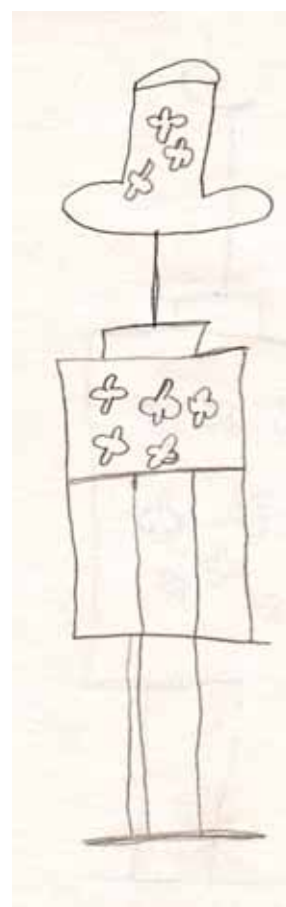
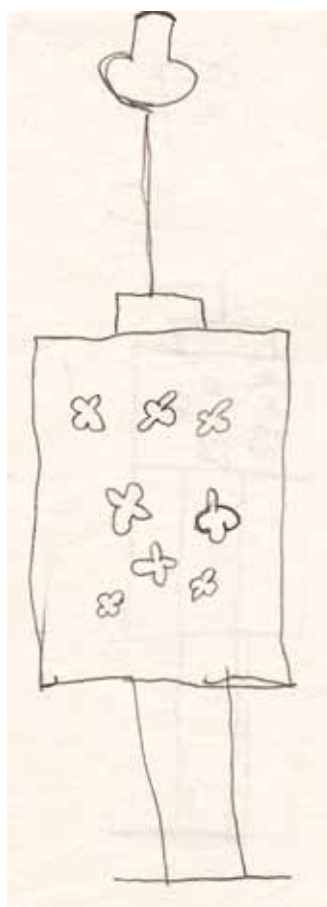
[...]

M: *—¿Por qué, al soltar el émbolo, retrocede?*

—*Porque el aire ocupa un lugar, por lo tanto el émbolo siempre va a volver a su estado inicial.*

M: *—Pero, si el aire ocupa un lugar, ¿por qué me permite apretarlo al hundir el émbolo?*

—*Porque el aire queda dentro del corcho y luego vuelve a su lugar.*

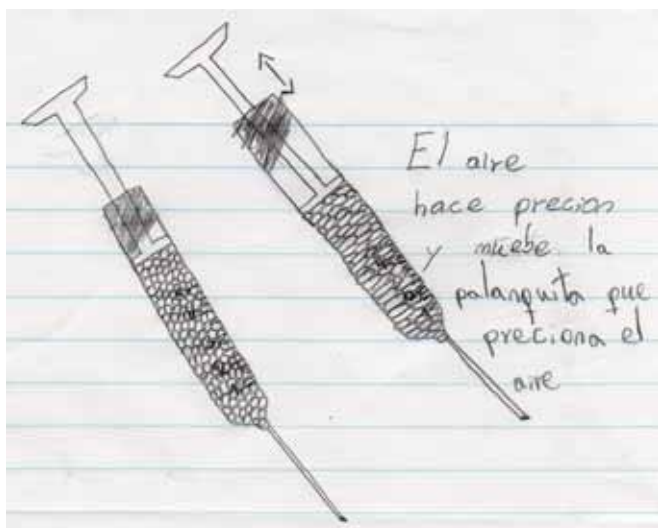


—*¡Pero no puede ser si el corcho es un sólido...!*

—*Es que los corpúsculos del aire se comprimen, se deforman y luego, al soltar el émbolo, vuelven a separarse.*

¹ BENLLOCH, Montse (1997): *El desarrollo cognitivo y teorías implícitas en el aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Ed. Visor, p. 84.

² *Ídem*, p. 83.



–La presión que genera el émbolo hace que el aire se agote y él no se puede seguir empujando porque se forma sólido porque los corpúsculos se unen.

–Las partículas no pueden salir porque el corcho impide la salida. Al no tener aire se aprietan y el émbolo, al no tener presión, retrocede.

–Cuando bajamos el émbolo, los corpúsculos se aprietan y como no pueden salir, porque está tapada la aguja, se agitan y suben, esto produce que el émbolo suba nuevamente.

El modelo corpuscular de la materia es contraintuitivo.

«El modelo de partículas exige una violenta acomodación de ciertas creencias arraigadas en las ideas intuitivas de las personas. Algunas de estas creencias deben estar sustituidas por los conocimientos que proveen las ciencias.»³

Continué buscando la manera de llegar a hacer consciente este obstáculo.

Al retomar energía calórica, argumentaban sobre lo que le ocurriría a un trozo de mármol si colocaban sobre él una taza con agua muy caliente.

En determinado momento les pregunto: –¿Qué sucederá con los corpúsculos del agua cuando la calentamos?

Todos respondieron que hay un cambio en su movilidad.

–¿Cómo estarán los corpúsculos del vapor de agua? Dibújenlos en el pizarrón.

Por supuesto que lo hicieron correctamente, entonces volví sobre los dibujos del globo y la jeringa que habían realizado anteriormente y les pedí que explicaran la diferencia.

Otra vez la explicación de que estaban encerrados, que no tenían espacio y yo insistiendo en marcar las diferencias entre los dibujos. En ese momento, un alumno completamente enojado me increpó: **Pero entonces ¿qué hay entre los corpúsculos?, no puede ser que no haya nada.**

Hoy sigo buscando el acercarlos a la discontinuidad de la materia.

«Si nuestra postura es fomentar un ciudadano responsable y crítico debemos inclinarnos fuertemente a seleccionar y organizar la enseñanza de las teorías fundamentales de la química, desde una concepción de ciencia que la comprenda como el producto de una construcción histórico social y colectiva, tan apasionante y contradictoria como dinámica y provisoria, contribuyendo a concebirla como desafío del hombre para encontrar explicaciones a sus dudas y problemas.»⁴

³ KAUFMAN, Miriam y FUMAGALLI, Laura (1999): "La química que queremos enseñar" en M. Kaufman; L. Fumagalli: *Enseñar Ciencias Naturales*. Buenos Aires: Ed. Paidós, p. 232.

⁴ *Idem*, p. 235.

El globo no se agrandó... ¡reventó!

«Ciertos elementos en sus respuestas me llevaron a realizar la experiencia, conseguimos globos, velas y... ¡vaya sorpresa! No solo el globo no aumentó su volumen, sino que, además, reventó. Estábamos ante un nuevo problema. Al pedirles posibles explicaciones, lejos de negar sus hipótesis, comenzaron a introducir variables:

*“el globo debe estar más lejos del fuego”,
“sí, pero no tanto como para que no llegue el calor”;
“¿no influirá la composición del aire que tiene dentro?”,
“depende del material en que está hecho el globo”,
“¿y si el globo está más desinflado?”*

Fuimos experimentando con cada variable y el globo seguía teniendo el mismo comportamiento, no aumentaba su volumen y reventaba.»

Natalia Pizzolanti

Este es un buen ejemplo que muestra lo que nos puede pasar muchas veces cuando pretendemos “hacer ciencia en la escuela”. El intentar trabajar experimentalmente sobre lo que la ciencia nos dice, cuando la experiencia la proponemos como en general, se sugiere con materiales cotidianos.

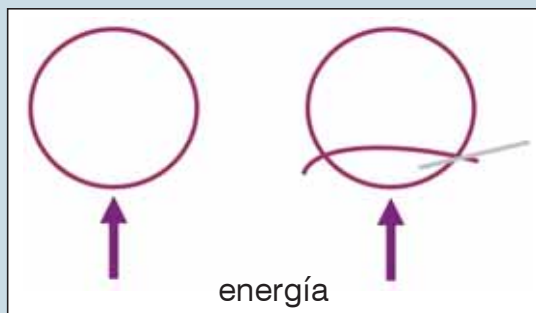
En la experiencia que relata Natalia, las leyes de la física nos orientan a esperar que el globo efectivamente aumente su tamaño. Eso es lo que debería ocurrir, pero... ¿por qué no ocurre lo esperado?

Observemos... interpretemos...

Acercamos una vela encendida a cierta porción del globo...

¿Dejamos al globo quieto o lo vamos girando para que el calentamiento sea uniforme?...

Si el globo queda quieto, recibiendo energía puntualmente, se produce un “exceso local” de energía, lo que trae como consecuencia...



Se produce un exceso local en la superficie del globo, cercana a la vela.

Se produce la transferencia de energía, aumentando la energía cinética de los corpúsculos en esa zona.

A su vez, se va transfiriendo la Ec al resto de la masa de aire que está contenida en el globo.

Pero eso, la uniformización de la energía cinética, requiere que la misma se distribuya y la transferencia se dé en todas direcciones.

Hay que tener presente que en un globo inflado se establece un equilibrio de fuerzas, que es el que mantiene inflado al globo. Ese equilibrio de fuerzas a lo largo de toda la superficie del globo es debido a la fuerza que hace el aire fuera del globo y la que hace el aire dentro del globo.

Si la fuerza del aire fuera del globo aumentara y la de dentro se mantuviera igual, el globo reduciría su tamaño. En cambio, si la fuerza del aire dentro del globo fuera la que se incrementara, el globo aumentaría su tamaño.

Si se produce un exceso local en la zona de calentamiento, se da una violenta transferencia de tal modo que la superficie del globo recibe, desde adentro, una presión que el aire que está afuera no puede contrarrestar.

El globo revienta desde esa zona. **Revienta porque se expande en esa zona bruscamente. El fenómeno que ocurre, lejos de contradecir lo que se pretende trabajar, se justifica claramente por esa misma idea.**

Si esta hipótesis que estamos formulando es cierta... entonces... hay que evitar excesos locales y para ello es necesario el movimiento continuo del globo mientras se lo calienta.

Otra forma de conceptualizar sobre la importancia que tiene que la energía dentro del globo se uniformice, es ir, por el contrario, en busca de “ausencias de calor”. Si al globo inflado se lo coloca en una heladera, y se lo deja un tiempo, podrá verse que el globo reduce su tamaño. Al sacarlo de la heladera y dejarlo a la temperatura ambiente, el globo vuelve a aumentar su tamaño.

En este procedimiento no hay riesgos de ruptura, y el fenómeno es explicado con los mismos principios que si calentáramos.

Notar que, en todos los casos, es un problema de presiones. Lo que hay que preguntarse es...

¿Quién hace más fuerza, la masa de aire que está adentro o la masa de aire que está afuera?

¿Qué hace que una masa de aire tenga más fuerza que la otra?

María Dibarbouré

¿Qué hay entre los corpúsculos?