

HACIENDO CIENCIA EN LA ESCUELA PRIMARIA: MUCHO MÁS QUE RECETAS DE COCINA

Por Melina Furman (melifurman@yahoo.com)

Dra. en Educación en Ciencias (Universidad de Columbia, EEUU) y Lic. en Ciencias Biológicas (UBA). Fue coordinadora del programa de formación docente "Urban Science Education Fellows" de la Universidad de Columbia y asesora de ciencias en escuelas primarias de la ciudad de Nueva York. Es autora de los libros *Ciencias Naturales: Aprender a Investigar en la Escuela* (Novedades Educativas), *La Ciencia en el Aula* (Paidós) y *Experimentos en la Cocina* (Chicos.net). Fue directora de Experimentar, portal de ciencia para niños de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Nación. Actualmente forma parte de la Escuela de Educación de la Universidad de San Andrés y del equipo de Diseño Curricular de la Provincia de Buenos Aires. Es profesora del Posgrado en Enseñanza de las Ciencias de FLACSO y coordinadora de Expedición Ciencia, programa de campamentos científicos para jóvenes.

Mirando por la ventana

Imaginen que nos asomamos por la ventana de una clase de ciencias naturales en la escuela primaria y vemos a chicos y chicas entusiasmados mezclando sustancias de colores, manipulando materiales exóticos, calentando, enfriando, filtrando, purificando. Una sensación de felicidad nos recorre: ¡Al fin, chicos y chicas haciendo ciencia en la escuela! Pero, de repente, una duda nos viene a la mente, ¿estaban haciendo ciencia o simplemente jugando con materiales? Elegimos entonces algunos chicos y chicas al azar y conversamos con ellos a la salida. Les preguntamos un poco más acerca de qué hicieron y por qué. Y nuestra recién conseguida sensación de felicidad desaparece en un santiamén: los alumnos tienen una noción bastante vaga de qué estaban haciendo, por qué lo hacían y qué aprendieron en el camino. ¿Qué sucedió?

La escena anterior es inventada. Sin embargo, se acerca bastante a muchas clases de laboratorio en las que, con las mejores intenciones, se asume que los chicos van a aprender a hacer ciencia simplemente siguiendo los pasos de un procedimiento de laboratorio que les ha sido dado de antemano.

Pero si con ir al laboratorio no alcanza para hacer ciencia en la escuela, ¿entonces qué? En esta nota sostengo que enseñar a hacer ciencia en la escuela requiere que proponamos a los alumnos experiencias que incluyan momentos concretos en los que los docentes los guiemos en la construcción de estrategias de pensamiento científico. En otras palabras, sostengo que para hacer ciencia en la escuela hace falta mucho más que ir al laboratorio. Y también, paradójicamente, que se puede hacer ciencia en la escuela sin necesidad de laboratorios.

¿Qué es eso de hacer ciencia en la escuela?

Hacer ciencia en la escuela implica que los alumnos se pongan en los zapatos de alguien que ve un problema por primera vez y que intenten comprenderlo, explicarlo y predecir qué va a suceder apelando a lo que saben, a lo que el docente les va presentando y a lo que pueden deducir.

Este recorrido no es el mismo que el que hacen los científicos profesionales en su trabajo cotidiano, claro que no. Los científicos trabajan en la frontera de lo que no se conoce buscando extender el conocimiento que la humanidad tiene sobre ciertos temas. Los alumnos de escuela primaria, por el contrario, recorren un camino guiados por el docente que los lleva a construir ideas y hábitos de pensamiento que el docente ha planeado de antemano. Sin embargo, es posible que, en este camino, los alumnos construyan algunas estrategias de pensamiento análogas a las que usan los científicos cuando indagan el mundo natural.

Estas estrategias de pensamiento, en conjunto, son lo que llamamos **pensamiento científico**. Y comprenden, entre otras, la capacidad de (y también el gusto por) observar, formular preguntas contestables empíricamente, diseñar experiencias controladas, proponer explicaciones, analizar evidencias en relación a una explicación propuesta y reformularla si no coincide con ellas y elaborar argumentos en base a lo aprendido.

Cuando hablo de hacer ciencia en la escuela, entonces, me refiero a desarrollar con los alumnos actividades que promuevan la construcción de estrategias de pensamiento científico. Y para eso, como veremos a continuación, no alcanza con ir al laboratorio y seguir los pasos de un experimento. Es necesario incluir deliberadamente momentos en los que los alumnos puedan construir este tipo de estrategias.

Encontrar experiencias atractivas para que los alumnos lleven a cabo en el aula no suele ser demasiado complicado. El desafío pasa por adaptarlas de manera tal que los chicos y chicas hagan ciencia en el aula. ¿Pero cómo? Para ejemplificar lo que propongo voy a presentarles un procedimiento de laboratorio al estilo de una "receta de cocina" y, luego, a transformarlo para hacer ciencia en el aula.

Una receta de cocina: fabricando moco falso

La siguiente experiencia está adaptada del libro *Ciencias Naturales: Aprender a investigar en la escuela* (Furman y Zysman, 2001, Novedades Educativas) y el sitio web Experimentar (www.experimentar.gov.ar). La elegí por varios motivos: en primer lugar, porque en mi experiencia resulta sumamente atractiva para los alumnos de escuela primaria. En segundo lugar, porque no requiere de elementos sofisticados de laboratorio y utiliza materiales de fácil acceso y bajo costo. Y, finalmente, porque permite trabajar conceptos importantes del currículo de ciencias naturales como las propiedades de los materiales y las mezclas. A continuación la presento como una "receta de cocina", indicando simplemente los materiales y los pasos a seguir, de modo similar al que podrán encontrar este tipo de experiencias en libros o sitios de Internet.

Materiales (para cada grupo de alumnos):

- Bórax (o borato de sodio, se consigue en farmacias o en droguerías)
- Cola de pegar escolar
- Témpera (opcional)
- Cucharas soperas
- Agua
- 2 vasos

Procedimiento:

- Preparar en uno de los vasos una solución saturada de bórax en agua: Colocar dos cucharadas soperas de bórax y llenar el vaso con agua hasta la mitad. Revolver bien y seguir agregando bórax hasta que quede un poco de soluto en el fondo que nunca se termina de disolver.
- En otro vaso, colocar dos cucharadas soperas de cola de pegar, agua y mezclar bien. La cola tiene que quedar diluida pero no demasiado. Para fabricar moco de colores, agregar una cucharadita de témpera a la cola.
- Verter el líquido de la solución de bórax (sin el soluto que quedó en el fondo) en el vaso de cola con agua. Revolver bien, ¡y listo el moco!

Breve explicación: ¿Por qué la cola con bórax y agua se convierte en moco?

La cola de pegar está formada por moléculas largas y flexibles, como cadenas con muchos eslabones. El bórax hace que esas "cadenas" que forman la cola de pegar se entrelacen unas con otras, formando redes. Y por eso se forma el moco. Cuando tiramos de la punta de una de las redes, todo el resto se mueve también. Eso es lo que le da al moco su consistencia elástica.

Haciendo ciencia con moco falso

¿Cómo transformamos esta receta de cocina en una actividad en la que los alumnos hagan ciencia? Existen muchas formas de hacerlo, pero voy a elegir una a modo de ejemplo.

Lo primero es planificar qué conceptos queremos que los alumnos desarrollen y, sobre todo, qué estrategias de pensamiento queremos que construyan a través de esta actividad. Hago uno de los recortes posibles (imaginando una clase de dos horas, para sexto y séptimo grado):

Mis objetivos:

- >Conceptos que quiero que los alumnos desarrollen:
- Que la composición de una mezcla determina sus propiedades (por ejemplo, su elasticidad).
- Que la elasticidad es la capacidad que un material tiene de deformarse cuando se le aplica una fuerza, y luego volver a su forma original.
- >Estrategias de pensamiento (o procedimientos) que quiero que los alumnos desarrollen:



DIRECTOR EDITORIAL

Gustavo Gotbeter

JEFA DE REDACCIÓN

Flavia Caldani

COLABORADORA

Viviana Castellanos

ASISTENTE DE PRODUCCIÓN

Fabio Passoni

DISEÑO GRÁFICO EDITORIAL

DG Gabriel Macarol

WWW.ATOMBIT.COM.AR

Las notas firmadas son de exclusiva responsabilidad de sus autores. Registro de la propiedad intelectual en trámite.

- Que propongan hipótesis (posibles respuestas) a una pregunta científica formulada por el docente.
 - Que formulen las predicciones que surgen de esa hipótesis.
 - Que propongan un diseño experimental sencillo para responder a la pregunta formulada.
 - Que distinguan la variable que quiero medir de aquellas condiciones experimentales que permanecen constantes.
 - Que comprendan la necesidad de usar métodos de medición adecuados y de ser consistente en los métodos de medición.
 - Que comprendan la necesidad de mantener todas las condiciones de un experimento constantes menos una.
 - Que analicen los resultados de un experimento en relación a la hipótesis formulada y la descarten, acepten o refinen.
- Una vez que tengo claros mis objetivos, lo que sigue es pensar en qué momentos puedo “abrir” los pasos de la receta de cocina de manera de dar oportunidades de desarrollar estas estrategias de pensamiento. Continúo entonces con mi ejemplo:

Fabricando moco elástico

• Introducción

Les mostramos a los alumnos un “moco” fabricado por nosotros de antemano y les pedimos que lo describan. Guiamos la discusión haciendo foco en sus propiedades elásticas y tratando de definir con ellos qué implica concretamente que un material sea elástico.

• Paso 1: La pregunta

Les presentamos los tres componentes con los que preparamos el moco y les decimos que uno de ellos es el responsable principal de la elasticidad del moco. Les preguntamos entonces: ¿Cómo podemos averiguar cuál de estos componentes hace que el moco sea elástico?

• Paso 2: Proponer hipótesis y predicciones

Discutimos con los alumnos cuáles serían las respuestas posibles a esta pregunta o, en otras palabras, las hipótesis de nuestro experimento. Por ejemplo, una hipótesis posible es que la cola de pegar es el componente responsable de la elasticidad del moco. Y les pedimos que propongan predicciones a partir de esta respuesta: ¿si fuera cierta, qué tendría que pasar? ¿Y si fuera falsa? El propósito central es que puedan formular predicciones que se puedan poner a prueba con un experimento. Y que antes de hacer el experimento tengan en claro qué les van a decir los resultados

que obtengan sobre la hipótesis que propusieron.

• Paso 3: ¿Qué y cómo vamos a medir?

Discutimos ahora con los alumnos qué vamos a medir para responder a nuestra pregunta. En este caso, los alumnos deberán concluir que hay que medir la elasticidad del moco y proponer maneras de hacerlo. Un método posible es colocarlo sobre la mesa y estirarlo con las manos todo lo posible hacia los costados, y luego medirlo con una regla. Lo importante aquí no es queelijamos “el” método correcto sino uno que tenga sentido y que, además, haya sido consensuado entre todos. Pueden elegirse, también, diferentes métodos y reflexionar sobre sus ventajas y desventajas al final de la experiencia.

• Paso 4: Diseñando el experimento

Para guiar a los alumnos en este proceso tenemos que tener en cuenta dos cosas: qué condiciones vamos a cambiar y cuáles vamos a dejar constantes. Es fundamental aquí que los alumnos comprendan que solamente tienen que modificar aquel componente que, de acuerdo a su hipótesis, es el responsable de la elasticidad del moco.

Podemos asignarles un componente determinado (agua, bórax y cola) a cada grupo para que investiguen si es el responsable de la elasticidad del moco. Les preguntamos, por ejemplo: ¿Cómo puedo averiguar si es la cola de pegar la que hace que el moco sea elástico?

Si los alumnos no proponen solos la necesidad de mantener el resto de los componentes constantes menos el que quieren investigar, el docente deberá guiarlos hacia ese concepto a través de preguntas que refieran concretamente a los diseños que ellos mismos han propuesto. Por ejemplo, si cambian más de un componente (cola y agua) a la vez, les preguntaremos: ¿Cómo sé si es la cola la que lo hace más elástico y no el agua?

Este es también un buen momento para discutir con los alumnos la necesidad de ser consistente con las medidas (por ejemplo, si su unidad de medición son “cucharadas de cola”, que esas cucharadas estén siempre llenas de igual manera). Esto puede introducirse con preguntas como: ¿Cómo sé si la cucharada que midió el grupo 1 es la misma que la que midió el grupo 2, o si la cantidad que usó Pedro es la misma que usó María?

Lo que sigue es un ejemplo de una guía de trabajo para los alumnos, a la que agregué las posibles respuestas que un grupo podría haber dado.

¿Qué hace que el moco sea elástico?

Pregunta: ¿Es la cola de pegar la responsable de la elasticidad del moco?

Hipótesis: Si fuera la cola de pegar, entonces a mayor cantidad de cola el moco sería más elástico.

Vamos a medir: La elasticidad del moco. La cantidad de los componentes a usar.

Forma en que vamos a medir:

- **Elasticidad:** Estirando el moco en la mesa lo más posible y midiendo la longitud con una regla. Siempre lo hace la misma persona.
- **Cantidad de cada componente:** Cucharadas llenas al ras. Vaso lleno hasta el borde.

¿Qué cambia en el experimento?: La cantidad de cola.

¿Qué queda constante?: La cantidad de los otros dos componentes, la temperatura, la cantidad de veces que mezclamos cuando juntamos los componentes.

Diseño experimental:

Vaso	Cola	Agua	Bórax	Elasticidad del moco
1	1 cucharada	Un vaso	2 cucharadas	
2	2 cucharadas	Un vaso	2 cucharadas	
3	3 cucharadas	Un vaso	2 cucharadas	
4	4 cucharadas	Un vaso	2 cucharadas	

¿Los resultados confirman la hipótesis que ustedes propusieron? ¿Por qué?: Nuestros resultados no confirman la hipótesis que propusimos porque al variar la cantidad de cola no cambió la elasticidad del moco.

• **Paso 5: Realización del experimento y análisis de los resultados**
Los grupos deberán presentar su diseño experimental al docente o a otros grupos (en este tipo de actividad la crítica entre pares resulta una excelente estrategia). Luego de que esté aprobado, harán su experimento y completarán la tabla con sus resultados. Finalmente, los grupos presentarán sus resultados al resto de la clase, explicando cómo realizaron el experimento, qué sucedió y cómo sus resultados confirman o refutan la hipótesis propuesta.

• Paso 6: Puesta en común y debate

A partir de lo obtenido por los diferentes grupos se discutirá entre todos la respuesta a la pregunta: ¿Hay un solo componente de la mezcla responsable de la elasticidad del moco? ¿Hubo diferencias entre los resultados de los grupos? ¿A qué pudieron deberse? Si hubo diferencias, ¿qué otros experimentos podrían proponerse para resolverlas y cuál de los grupos estaba en lo cierto? ¿Hubo métodos de medición mejores que otros? ¿Por qué?

Cierre: hacer ciencia en el aula no es moco de pavo

Con este ejemplo busqué demostrar que para que una experiencia dé a los alumnos oportunidades de hacer ciencia en el aula es necesario incluir instancias concretas en las que puedan formular hipótesis, diseñar experiencias que las pongan a prueba y analizar sus resultados, entre otras muchas estrategias de pensamiento

asociadas al quehacer científico. Y, también, que si bien hacer ciencia con los alumnos no es proponerles seguir los pasos a la manera de una receta de cocina, tampoco requiere que dejemos que los alumnos “descubran” por sí solos los conceptos o procedimientos que queremos que aprendan.

La actividad del moco falso es lo que se conoce como investigación guiada. En ella el docente guía muy de cerca el proceso de construcción de estrategias de pensamiento de los alumnos y, al mismo tiempo, les da espacios en los que deben tomar decisiones por sí mismos. En este caso, es el docente quien formula la pregunta que da origen a la investigación, pero no siempre es así. Del mismo modo, en esta actividad son los alumnos los que diseñan el experimento, pero otras indagaciones pueden incluir experimentos ya diseñados por el docente y pedir a los alumnos que analicen y debatan sus resultados.

¿Cómo guiar a los alumnos de cerca y, al mismo tiempo, fomentar que piensen por sí mismos? Llegar a este balance no es ningún moco de pavo, y aprender esto lleva años de experiencia. Pero, sobre todo, requiere estar atento a lo que hacen y dicen los alumnos de manera de ser capaces de guiar el proceso de aprendizaje a medida que va transcurriendo. Y, también, de que podamos acompañarlos en el proceso de exploración del mundo, poniéndonos junto con ellos en el lugar del que aprende y mirando la realidad con ojos frescos.