

*Melina Furman*  
*Ariel Zysman*

# **CIENCIAS NATURALES: APRENDER A INVESTIGAR EN LA ESCUELA**

La curiosidad como motor del aprendizaje  
El arte de hacer preguntas y diseñar experimentos  
Problemas y desafíos para explorar el mundo

---

**Ediciones NOVEDADES EDUCATIVAS**

*Buenos Aires • México*

---

## BIBLIOTECA DIDÁCTICA

Furman, Melina

Ciencias naturales, aprender a investigar en la escuela :  
la curiosidad como motor de aprendizaje / Melina Furman y  
Ariel Zysman. - 1a ed. 3a reimp. - Buenos Aires : Centro de  
Publicaciones Educativas y Material Didáctico, 2011.  
128 p. ; 26x17 cm.

ISBN 978-987-538-049-3

1. Formación Docente. 2. Ciencias Naturales. I. Zysman,  
Ariel II. Título  
CDD 371.1

Coordinación pedagógica:	Ada Kopitowski
Diseño y diagramación:	Patricia Leguizamón
Corrección de estilo:	Susana Pardo
Ilustración:	Roberto Cubillas

1° Edición, octubre de 2001

1° Reimpresión, enero de 2005

2° Reimpresión, julio de 2008

3° Reimpresión, junio de 2011

### © Ediciones Novedades Educativas

del Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico S.R.L.

Av. Corrientes 4345 - (C1195AAC) Buenos Aires - Argentina

Tel.: (54 11) 4867-2020/3955 Fax: (54 11) 4867-0220

E-mail: [noveduc@noveduc.com](mailto:noveduc@noveduc.com) [www.noveduc.com](http://www.noveduc.com)

### Ediciones Novedades Educativas de México S.A. de C.V.

Instituto Técnico Industrial # 234 (Circuito Interior) - Oficina # 2 - Planta Alta

(Ref: Metro Estación Normal) - Colonia Santo Tomás. Deleg. Miguel Hidalgo

México, D. F. C. P. 11340 - Tel/Fax: 53-96-59-96 / 53-96-60-20

E-mail: [novemex@noveduc.com](mailto:novemex@noveduc.com) - [info@novemex.com.mx](mailto:info@novemex.com.mx)

I.S.B.N. N° 978-987-538-049-3

Queda hecho el depósito que establece la Ley 11.723

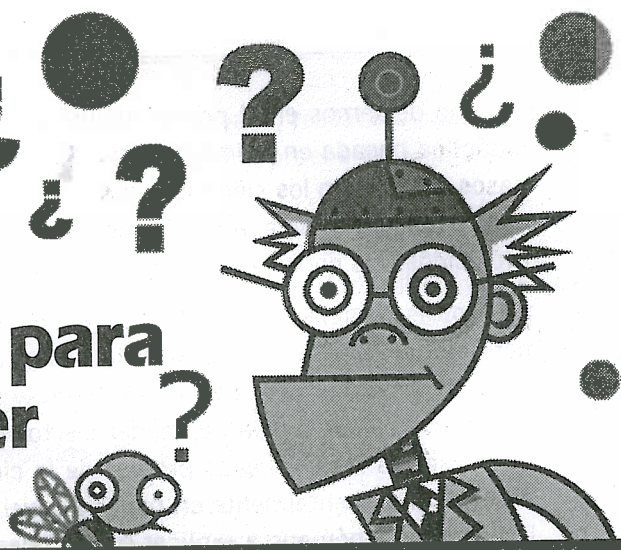
Impreso en Argentina - Printed in Argentina

No se permite la reproducción parcial o total, el almacenamiento, el alquiler, la transmisión o la transformación de este libro, en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico o mecánico, mediante fotocopias, digitalización u otros métodos, sin el permiso previo y escrito del editor. Su infracción está penada por las leyes 11.723 y 25.446.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO 1. ¿QUÉ ES ESO QUE LLAMAMOS CIENCIA?.....	9
CAPÍTULO 2. OJOS BIEN ABIERTOS Y MENTES CURIOSAS.....	19
• ACTIVIDAD: FABRICANDO MOCO CASERO.....	21
• ACTIVIDAD: ¿SÓLIDO O LÍQUIDO?.....	30
CAPÍTULO 3. PREGUNTAR PARA CONOCER.....	37
• ACTIVIDAD: BURBUJAS INQUIETAS.....	39
• ACTIVIDAD: LA BELLA Y MISTERIOSA BOLA VERDE.....	46
CAPÍTULO 4. EXPERIMENTAR EN LA ESCUELA.....	53
• ACTIVIDAD: CRIANDO GUSANOS EN LA CARNE.....	57
• ACTIVIDAD: HONGOS PIZZEROS.....	67
CAPÍTULO 5. CIENCIA A MEDIDA.....	79
• ACTIVIDAD: CÓMO ENCONTRAR LA FÓRMULA DEL MOCO PERFECTO.....	82
• ACTIVIDAD: UNA BALANZA CASERA.....	87
CAPÍTULO 6. DESFILE DE MODELOS.....	95
• ACTIVIDAD: ¡LUNAS, TIERRAS Y SOLES A LA VISTA!.....	97
• ACTIVIDAD: UN VIAJE POR EL SISTEMA AUDITIVO.....	108
CAPÍTULO 7. FINAL DEL JUEGO.....	117
BIBLIOGRAFÍA.....	127

## Preguntar para conocer



Detrás de toda investigación científica hay siempre una pregunta: ¿por qué las cosas suceden de este modo o de este otro? ¿Cuál es el mecanismo que lo explica?

Esta cuestión de hacer preguntas no es tan sencilla como parece. Se dice por allí que los mejores científicos de todos los tiempos han sido aquellos capaces de proponer las preguntas más acertadas. La mayoría de los científicos saben bien que lo más difícil en una investigación suele ser lograr hacer la pregunta correcta, y que el camino para encontrar una respuesta resulta bastante más fácil.

Pero ¿de qué hablamos cuando hablamos de preguntas?

Llamamos preguntas, en el contexto de una investigación, a aquellas que pueden ser "contestadas" a través de la experimentación o la observación. Formular una pregunta, en este sentido, lleva implícitos los pasos que deben seguirse para ponerla a prueba.

Ahora bien, cuando proponemos investigar en la escuela, ¿es válido decir, también, que las preguntas son la base de una investigación?

En una investigación escolar, al igual que en una investigación científica, se pretende resolver un problema o desafío, una situación que requiere de una explicación que va más allá de los saberes con que se cuenta en el momento. En suma, se intenta contestar una pregunta.

Sin embargo, estas preguntas tienen un carácter diferente a aquellas que se formulan los científicos profesionales. Mientras que en la ciencia profesional las preguntas apuntan a explicar un fenómeno de causa desconocida, hasta el momento, por la comunidad científica, o se pretende completar, refutar o formular una teoría existente y, por ende, producir conocimiento nuevo, en una investigación escolar el asunto es muy diferente.

Como decíamos en el primer capítulo, lo que propone una metodología didáctica basada en la investigación no es una exacta reproducción de los pasos que siguen los científicos cuando investigan, sino la organización de actividades en torno a la resolución de problemas, con el objetivo de hacer evolucionar las concepciones espontáneas de los niños.<sup>1</sup>

En otras palabras, el objetivo de abordar la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela a partir de la investigación no tiene nada que ver con la producción de nuevo conocimiento en el nivel social. Más bien, se trata de que los chicos puedan aprender ciertos conceptos científicamente válidos y ciertas metodologías propias de la ciencia mediante una estrategia basada fundamentalmente en poner a prueba sus propias concepciones a la luz de un fenómeno a explicar o de un desafío a resolver. Las preguntas, vistas en este marco, son el comienzo de esta "puesta a prueba", el punto de partida para la experimentación y la búsqueda de nuevas explicaciones, y las que les dan sentido a dichas búsquedas.

## Preguntas e hipótesis

Una pregunta de estas características está íntimamente relacionada con una o varias **hipótesis**, o explicaciones provisorias del fenómeno a estudiar o de las observaciones realizadas.

Las hipótesis van más allá de una simple explicación de lo sucedido. Una hipótesis permite, además, realizar predicciones sobre lo que se ve, y nos permite comprobar si estábamos equivocados en nuestra explicación o no, a partir de los datos que surjan de la experimentación o de la observación y que la refutarán o avalarán.

## Preguntas que ponen los pelos de punta<sup>2</sup>

Para que la respuesta a una pregunta pueda generar un cambio conceptual en el que la formula, dicha pregunta tiene que partir de la propia curiosidad, es decir, debe ser legítima y genuina. Es decir, tiene que ser una pregunta curiosa.

En el capítulo anterior nos referíamos a despertar la curiosidad de los chicos a partir de presentar actividades atractivas o fenómenos que por algún motivo salgan de su experiencia cotidiana, sin por ello dejar de lado los contenidos que queremos trabajar.

Pero, ¿cómo partir de preguntas genuinas a la hora de investigar un cierto fenómeno? Una estrategia útil, luego de presentar el problema en cuestión e indagar las explicaciones de los alumnos, es partir de las preguntas que



hacen los mismos chicos ante el fenómeno observado, rescatando aquellas que permitan diseñar un experimento para poner a prueba las explicaciones surgidas.

Algunas de las explicaciones que den los chicos serán correctas, y otras no. Es importante que demos lugar a todas las explicaciones posibles, siempre que puedan ser contrastadas empíricamente, y no invalidarlas desde nuestra autoridad como docentes, para que el trabajo de plantear preguntas e hipótesis y ponerlas a prueba valga la pena.

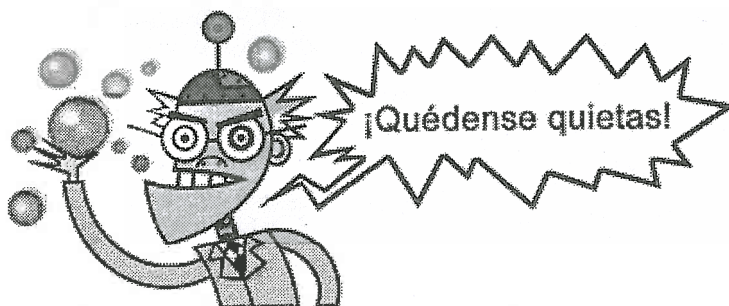
Pero dejemos el diseño de experimentos para el capítulo que sigue, ¡y a preguntar se ha dicho!



### ACTIVIDAD

#### Burbujas inquietas

Les proponemos un experimento muy sencillo (y muy bello) que seguramente despertará muchas preguntas curiosas. Nuestro objetivo: lograr que los chicos puedan elaborar preguntas que sean posibles de ser contestadas experimentalmente y que nos permitan analizar por qué sucede lo que vemos.



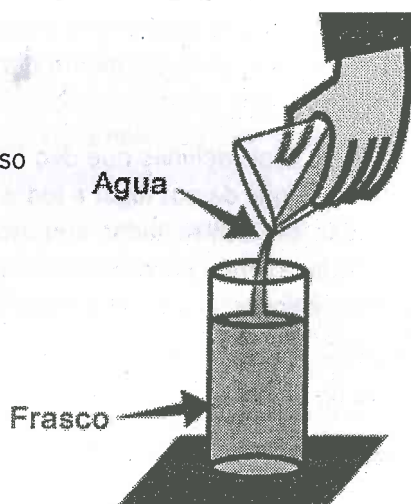
#### Materiales necesarios

- Agua
- Aceite común
- Sal
- Frascos o vasos largos transparentes
- Colorante para tortas (opcional)

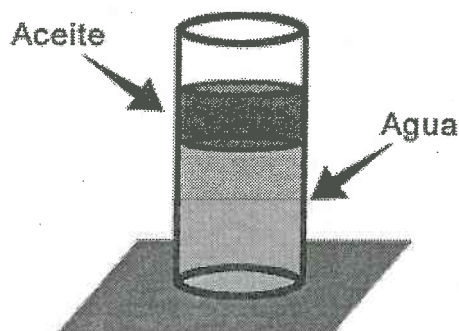


### Cómo hacerlo

1. Echar el agua en el frasco o vaso hasta llenar  $\frac{3}{4}$  del mismo.

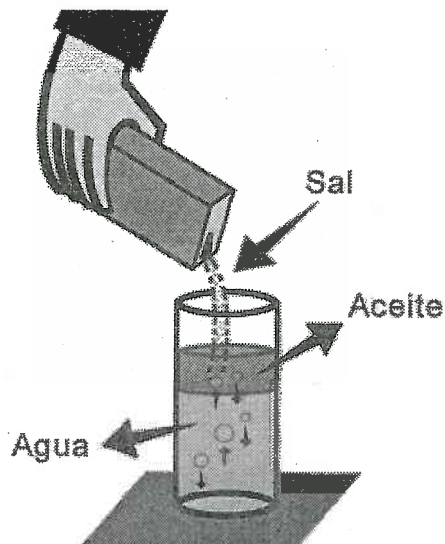


2. Luego, verter un chorro de aceite hasta casi llenar el frasco.



Opcionalmente, se le puede agregar al sistema un poco de colorante para tortas, lo que hará el experimento más vistoso. El agua se coloreará, pero no así el aceite.

3. Una vez que el aceite y el agua estén totalmente separados, verter sal continuamente. Verán que se forman burbujas que suben y bajan.





## Propuesta de trabajo

Una forma de comenzar la actividad es mostrándoles a los chicos el experimento completo, de por sí muy atractivo, y preguntándoles:

▼ ¿Qué es lo que sucede?

¿Por qué les parece que sucede esto?

Esta pregunta inicial es la que nos guiará para poder elaborar otras preguntas más específicas, que nos permitan realizar algunos experimentos. El objetivo final será poder dar una explicación general del fenómeno que vemos.

Para poder lograr nuestro objetivo tendremos que dividir el experimento en varias partes, de acuerdo con la forma en que lo fuimos haciendo.

▼ ¿Qué fue lo primero que hicimos en este experimento?

Lo primero que hicimos fue verter agua y aceite en un recipiente. Para que quede más claro, podemos repetir este paso en otro recipiente. A partir de esto, podemos preguntarles a los chicos qué observan en el frasco y, nuevamente, cómo pueden explicar lo que ven.

Aquí aparecerán varias hipótesis que deberán ser contrastadas empíricamente. Algunas preguntas que pueden guiar la observación son:

▼ ¿Qué sucede con el agua y el aceite?

¿Se mezclan?

¿Cuál queda arriba? ¿Cuál queda abajo?

Es importante que vayamos anotando estas preguntas, más específicas, como subpreguntas de la cuestión inicial. De esta manera, podremos armar un esquema visible de cómo, a partir de una pregunta general, podemos ir formulando otras preguntas más específicas que nos ayudan a contestar la primera.



Esta actividad aborda dos conceptos importantes: el de **densidad** y el de **miscibilidad**.

Lo primero que vemos al echar aceite al agua es que ambos líquidos no se mezclan. Esto tiene que ver con las características moleculares de cada uno, tema que no pretendemos abordar con esta actividad. Alcanzará con observar que "cada uno queda por su lado". Podemos entonces proponer una pregunta:

▼ ¿Siempre que mezclamos dos líquidos pasa esto?  
¿Cómo podemos averiguarlo?

A partir de lo que los niños propongan, se pueden realizar distintos experimentos. Por ejemplo, se puede experimentar con diferentes líquidos, como alcohol, vaselina, vinagre, etc., y ver qué sucede cuando se los intenta mezclar.

Podemos introducir, en este punto, la cuestión de que, dado que el aceite y el agua no se mezclan (son líquidos inmiscibles), siempre que los mezclamos uno de ellos va a quedar arriba y el otro debajo. Podemos preguntar, entonces:

▼ ¿Por qué el aceite queda arriba, y el agua debajo?

Lo anterior se explica a partir del concepto de densidad.

El concepto de densidad es complejo, ya que proviene de la relación entre dos magnitudes (masa y volumen). Pensamos que este tipo de enfoque, que consiste en generar hipótesis y contrastarlas empíricamente, puede ayudar a los chicos a acercarse a esta noción.

Muchas veces, los chicos responden la pregunta anterior diciendo que, dado que hay más agua que aceite en el frasco, ésta pesa más, y por lo tanto se va al fondo. Hacer variaciones de la cantidad de agua y aceite (poner muy poquita agua y mucho aceite, por ejemplo, y ver que el aceite queda arriba de todas maneras) puede permitirles a los chicos a poner en duda tal afirmación y obligarlos a encontrar una nueva explicación.

Para realizar una primera aproximación al concepto de densidad, podemos explicarles a los chicos que el hecho de que un cuerpo flote sobre otro tiene que ver con la densidad de cada uno, y que esta propiedad se refiere a la relación entre la masa de la sustancia (cuánta materia tiene) y el volumen (el espacio que ocupa).

Podemos proponerles, entonces, realizar experimentos en los que se aíslen esas dos variables. Un ejemplo puede ser tomar volúmenes iguales de agua y aceite y ver cuál pesa más (una forma indirecta de medir la masa), o tomar un peso determinado de agua y aceite y comparar cuánto lugar ocupa cada uno.

La siguiente pregunta, luego de haber pasado por las diferentes pruebas para ver lo que sucedía en el primer paso, podría ser:

¿Qué fue lo que hicimos en el experimento, luego de verter el agua y el aceite?

Aquí entra en juego el siguiente componente del sistema: la sal.

¿Qué sucede cuando echamos la sal sobre el aceite?

Podemos desglosar esta pregunta en otras más específicas, por ejemplo:

¿Qué sucederá si mezclamos sal y aceite?  
¿Y sal y agua?

Podemos intentar que los chicos lleguen a formular estas preguntas mediante nuestra intervención. Si esto no sucede, podemos hacerlas nosotros mismos.

Esta pregunta nos lleva a proponer nuevos experimentos, en los que mezclaremos aceite y sal, por un lado, y agua y sal, por otro, y observaremos que la sal se disuelve en el agua pero no en el aceite. Esto nos ayudará a explicar mejor lo que sucede cuando echamos sal en el sistema aceite-agua.

La primera pregunta (¿Qué sucede cuando echamos la sal sobre el aceite?) suele dar lugar a respuestas del tipo: "se forman burbujas que bajan y luego suben", o explicaciones por el estilo. Luego de los experimentos anteriores, podemos repreguntar:

¿De qué están hechas las burbujas que suben y bajan?  
¿Qué habrá pasado para que las burbujas que bajaron luego suban?

La explicación que los chicos den dependerá de las conclusiones que obtuvieron de los experimentos anteriores respecto de la solubilidad de la sal, y la miscibilidad y densidad del agua y del aceite. Por este motivo, la intervención docente aquí es fundamental para poder relacionar las conclusiones anteriores con lo que se observa sobre el movimiento de las burbujas.

Algunas preguntas que pueden guiar este momento de la clase son:

- ▼ ¿Qué sucede cuando echamos la sal?
- ¿Qué pasa cuando la sal atraviesa el aceite?
- ¿Qué ocurre cuando la burbuja de sal y aceite llega al fondo?
- ¿La sal se disuelve en el agua? ¿Y qué sucede entonces con el aceite?
- ¿Por qué la burbuja vuelve a la superficie con el resto del aceite que quedó flotando?

De esta manera, con éstas y otras preguntas, intentaremos lograr armar una explicación lo más completa posible de la experiencia en cuestión.



### Algunas precisiones conceptuales

#### **Densidad**

La densidad es la razón entre la masa y el volumen de una determinada sustancia. A menudo se expresa en unidades de  $\text{g/cm}^3$ . Por ejemplo, si la densidad de una sustancia es de  $15 \text{ g/cm}^3$ , ello significa que un volumen de  $1 \text{ cm}^3$  de esa sustancia (el espacio dentro de un cubo de  $1 \text{ cm}$  de lado) tiene una masa de  $15 \text{ g}$ .

Una confusión habitual es pensar que una sustancia flota sobre otra porque es más "liviana". En realidad, ésta no es la explicación correcta. Para que una sustancia flote sobre otra debe tener menor densidad que la primera (no masa o volumen, sino la relación entre ambas magnitudes).

La densidad es una propiedad específica de cada sustancia y varía con la temperatura. En general, la densidad de una sustancia disminuye al calentarla (una notable excepción es la del agua: el hielo es menos denso que el agua líquida y por ello flota sobre ella).

**Solubilidad y miscibilidad**

¿Por qué algunas sustancias son capaces de disolver a otras?

¿Por qué diferentes solventes se comportan de modo distinto frente a un mismo soluto?

¿Por qué algunos líquidos se mezclan y otros no?

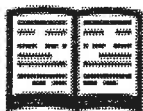
En realidad, los términos soluto y solvente son arbitrarios, ya que en una solución los componentes están mezclados por completo, pero suele darse el nombre de solvente al componente líquido de la mezcla, o al que está en mayor proporción.

Cuando se forma una solución (o, dicho de otra manera, cuando el solvente disuelve al soluto, o dos líquidos se mezclan), las moléculas de un componente rodean a las del otro. Pero, para que ello ocurra, es necesario que, molecularmente, ambas sustancias sean "parecidas". ¿Y qué significa esto?

Las moléculas pueden ser polares o no polares. En una molécula polar, las cargas eléctricas negativas están agrupadas en distintas zonas (o polos). La molécula, entonces, tiene polos negativos y otros positivos. Las moléculas de agua y las de sal, por ejemplo, son polares.

En una molécula no polar, las cargas están uniformemente distribuidas, lo que hace que no haya polos negativos ni positivos. Las moléculas de aceite, por ejemplo, son no polares.

Así, los solventes polares disuelven a las sustancias polares, y viceversa. Por eso el agua disuelve a la sal, pero no se mezcla con el aceite.



## ¿Hasta dónde podemos llegar con estos conceptos en clase?

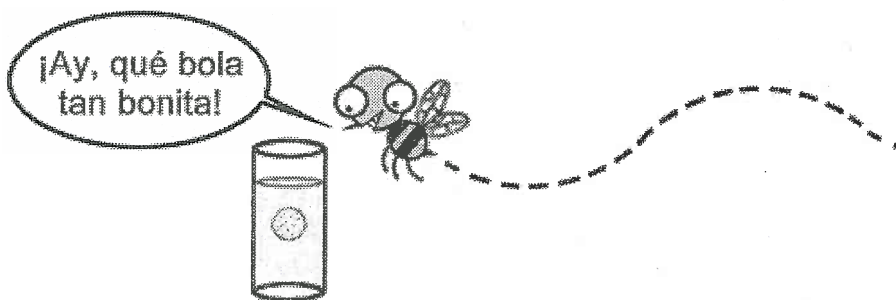
- Algunos líquidos se mezclan, y otros no.
- No todos los solventes disuelven las mismas sustancias.
- Dos cosas que ocupan la misma cantidad de lugar (que tienen el mismo volumen) no necesariamente tienen la misma masa.
- Dos cosas que pesan exactamente igual no necesariamente ocupan la misma cantidad de lugar (tienen el mismo volumen).
- Existe una propiedad de la materia denominada densidad, específica de cada sustancia, que relaciona la masa y el volumen.



### ACTIVIDAD

#### La bella y misteriosa bola verde

En esta actividad, las preguntas que formulen los chicos serán fundamentales para descubrir cuál es el mecanismo que hace que “la bola verde” quede suspendida en el medio de un líquido transparente.



#### Materiales necesarios

- Aceite de oliva
- Alcohol etílico (100% o 70%)
- Agua
- Frascos transparentes
- Otro aceite (opcional)
- Otros líquidos transparentes (opcional)
- Pipetas (opcional)





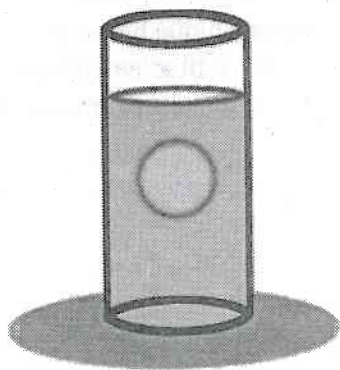
## Cómo hacerlo

1. Llenar un frasco con alcohol hasta la tercera parte.
2. Echar luego un chorro de aceite de oliva. El aceite es más denso que el alcohol y se hundirá.
3. Agregar agua cuidadosamente y mezclar lentamente.

Es importante preparar la “mezcla misteriosa” unos cinco días antes de hacer la actividad. Veremos que el agua se mezcla con el alcohol, pero no con el aceite. El aceite, por su parte, es menos denso que el agua y más denso que el alcohol. En un cierto punto, el aceite flotará aproximadamente en el medio del líquido transparente (cuando la mezcla de alcohol y agua tenga la misma densidad que el aceite). En unos días, las distintas burbujas de aceite formarán una sola. Si se pone la cantidad suficiente de aceite, esta burbuja única tendrá el tamaño y aspecto de un extraño huevo.



## Propuesta de trabajo



Podemos comenzar la actividad presentando el frasco a los chicos de manera casual. Seguramente, alguien preguntará qué es. El docente puede retomar esta pregunta o hacerla en el caso de que no haya aparecido. Es una buena estrategia escribir las ideas que vayan surgiendo a lo largo de la clase en el pizarrón o en un afiche, de manera que estén siempre presentes y guíen las respuestas de los chicos hacia el fin que estamos buscando.

Todas las ideas que digan los estudiantes deben ser bienvenidas. Una vez que todos hayan aportado su idea acerca del contenido del frasco se les puede preguntar:

Eso es lo que ustedes creen que es, pero ¿qué es realmente?

De esta manera, podemos introducir la diferencia entre los hechos reales y la explicación que damos acerca de ellos. Es un buen momento, entonces, para introducir el concepto de hipótesis. Esto pondrá de manifiesto que todo lo que ellos han dicho pueden ser verdad o no, pero que hace falta algo más para dar una explicación. Lo que de alguna manera estamos haciendo es mostrarles a los chicos la necesidad de contar con alguna evidencia empírica que pueda dar cuenta de las explicaciones que ellos dieron.

Las explicaciones pueden ser muchas y variadas: que el frasco contiene agua y aceite, vinagre y aceite o alguna otra sustancia. La siguiente pregunta tendrá por objetivo desafiar esas explicaciones y empujar a los chicos a que encuentren una forma de demostrar lo que dicen. Para esto se les puede repreguntar lo siguiente:

▼ ¿Cómo harían para ver si lo que creen es cierto o no?

Hasta ahora, los niños no han hecho más que mirar un frasco. En este momento es posible que no sepan qué hacer. Se puede intervenir de manera que los estimule a tomar una actitud empírica: podemos proponer mover el frasco, por ejemplo. Quizá alguno pregunte si se lo puede abrir. La respuesta es sí.

A partir de aquí la propuesta puede variar enormemente. Esto se debe a que el núcleo de la actividad se basa en las preguntas y las hipótesis que elaboren los estudiantes. No obstante, existen algunas observaciones que suelen hacer cuando realizamos esta actividad, en las que podemos basarnos para detallar más nuestra propuesta.

Una de estas observaciones es que el contenido del frasco efectivamente huele a alcohol. Inmediatamente, la hipótesis podría ser que uno de los componentes es alcohol.

La segunda observación, casi tan probable como la primera, es que lo amarillo verdoso que flota en el medio del (supuesto) alcohol parece ser aceite.

Como dijimos al principio, es importante que ésta o cualquier otra hipótesis de trabajo que surja de los chicos sea retomada por el docente y escrita en el pizarrón o afiche que estén utilizando, ya que del lugar que les demos a las respuestas de los niños dependerá en buena parte su interés por comprobar si lo que dicen es correcto o no.

Estas explicaciones son las que van a guiar la cantidad y tipo de comprobaciones empíricas que se hagan; por lo tanto, aunque den la respuesta más disparatada y sepamos de antemano que no es correcta, es importante tomarla en serio y preguntarles:

¿Qué evidencia tienen para proponer esa hipótesis?

¿Cómo podemos comprobar la hipótesis de que se trata de alcohol y aceite? (O cualquier otra hipótesis propuesta.)

De esta manera les estamos proponiendo a los niños que piensen un experimento que ponga a prueba sus hipótesis. Esto significa que, *a priori*, descartaremos todas aquellas explicaciones que no se puedan someter a contrastación empírica. Aquí la habilidad del docente es esencial para ir repreguntando y contra argumentando las variadas posibilidades de comprobación empírica que hagan los chicos, de manera de poder llegar a un experimento del cual puedan extraerse conclusiones que remitan a la hipótesis realizada.

Retomemos entonces la hipótesis de que la mezcla está formada por alcohol y aceite. Podemos ponerla a prueba tomando un segundo frasco, vertiendo alcohol y aceite, y observando si el nuevo sistema se comporta igual que el primero.

Veremos, entonces, que el aceite se hunde. Es importante resaltar que esto constituye un experimento. La hipótesis es que la mezcla misteriosa está compuesta de alcohol y aceite. Al mezclar estos dos componentes, se obtiene un sistema que no se comporta de la misma manera que la mezcla. Por lo tanto, la hipótesis no es válida y debe ser revisada.

¿Cómo determinar qué es, entonces? La presencia de alcohol está sustentada por el olor. Es una buena evidencia, pero no contundente. Por otra parte, no hay demasiada evidencia de que lo amarillo sea aceite.

Empecemos entonces por poner a prueba la hipótesis de que el líquido transparente de la mezcla es alcohol. Una posibilidad que uno puede sugerir es la siguiente: extraer de alguna manera una muestra del material amarillo e introducirlo en un frasco con alcohol. Si el líquido transparente de la mezcla misteriosa es, en efecto, alcohol, entonces el material amarillo, independientemente de si es aceite o no, deberá flotar en el medio, de igual manera que lo hace en la mezcla misteriosa.

Este camino lógico no es nada sencillo de realizar. La única manera de llegar a que los chicos puedan formular algo así es guiándolos con pre-

guntas, relacionando siempre la pregunta inicial con la hipótesis que habíamos propuesto como respuesta a esa pregunta y los datos surgidos de la observación.

La obtención de una muestra del líquido verdoso del frasco se puede lograr usando una pipeta o un sorbete para gaseosas. Se introduce la pipeta hasta que uno de sus extremos está en medio de la burbuja verdosa. Entonces se aspira un poco. La muestra después se vierte en el frasco con alcohol.

De esta manera, se prueba si el líquido transparente es alcohol o no, y por el momento nos olvidamos del líquido verdoso. Podemos olvidarnos porque hemos maniobrado para que ese líquido sea el mismo en ambos frascos, lo cual nos permite centrarnos en el líquido transparente independientemente de qué sea el verdoso. Hemos optado por modificar una variable, dejando la otra sin modificar.

El líquido verdoso se hunde en el alcohol, de lo que podemos concluir que el líquido transparente de la mezcla misteriosa no es alcohol puro (pero es posible que contenga alcohol, a juzgar por la evidencia del olor).

Lo mismo puede hacerse al revés. Tomamos un poco del líquido transparente y vertemos en él algo de aceite para ver si logramos el mismo efecto. Estas posibilidades hacen que el camino a elegir sea diverso. Lo importante es trabajar estas cuestiones con los chicos de modo que no queden en un simple mecanicismo de manipular objetos y tubos de ensayo. Es decir, que es importante darles las razones por las cuales hacemos las cosas o preguntarles a ellos si creen que lo que estamos a punto de hacer puede contribuir a desentrañar la pregunta inicial y puede corroborar nuestra hipótesis.

Ahora podemos experimentar con la otra variable: el líquido verdoso. Si, tal como pensamos, el líquido verdoso es aceite, entonces, si vertemos un poco de aceite en el líquido transparente del frasco, deberá quedar en el centro del líquido. El aceite flotará en medio del líquido transparente de la mezcla misteriosa, de lo que puede concluirse que el líquido verdoso puede ser aceite.

¿Podemos afirmar que el líquido es aceite, a estas alturas?

Podemos reflexionar con los chicos esta cuestión. Es importante que los estudiantes puedan llegar a la conclusión de que, si bien no estamos totalmente seguros de que el líquido amarillo sea aceite, podemos afirmar que se comporta igual que él.



¿Hemos avanzado algo?

Bueno, ya sabemos algo que no es o, por lo menos, que a la hipótesis inicial de aceite y alcohol le falta algo, ya que el aceite en el alcohol se hunde. Podemos proponer, entonces, probar con otros líquidos transparentes para ver qué pasa.

El líquido transparente más común y fácil de conseguir es el agua. Por supuesto, sabemos que el líquido transparente no puede ser solamente agua, porque tiene olor a alcohol, pero vale la pena tratar. Veremos, además, que, al agregar aceite al agua, éste flota.

Aquí debemos hacer un alto importante para comenzar a unir las diferentes conclusiones que hemos ido sacando de las distintas experiencias que hemos tenido. Se nos ocurre que la cosa sería más o menos algo así:

“El aceite (o el material verdoso) se hunde en alcohol y flota en agua, pero se queda en el medio de la mezcla misteriosa. ¿Qué nos sugiere esto?”

Hay que tener cuidado en esta parte; sería deseable que los chicos pudieran hacer la conexión por ellos mismos y advertir que la mezcla tiene un comportamiento intermedio y que entonces quizá sea una mezcla de alcohol y agua. Mediante adiciones, prueba y error, se puede llegar a una mezcla que se comporta exactamente igual que la “mezcla misteriosa”.

¿Demuestra esto que la “mezcla misteriosa” es, en efecto, alcohol, agua y aceite? No, pero esa idea es consistente con lo que vemos, es una idea razonable y, a falta de una mejor, la podemos adoptar como cierta por el momento.



### ¿Hasta dónde podemos llegar con estos conceptos en clase?

El objetivo de esta actividad no es trabajar un determinado concepto, sino distintos contenidos procedimentales que tienen que ver con el hacer y conocer de la ciencia. Los procedimientos centrales que se abordan en esta actividad son:

- Las preguntas que nos formulamos cuando nos encontramos con un fenómeno guiarán los experimentos que hagamos para investigarlo.



- Las hipótesis son respuestas tentativas a las preguntas que nos planteamos que deben ser puestas a prueba mediante un experimento para evaluar si son ciertas o no.
- Es útil aislar variables para estudiar los efectos de los componentes de un sistema por separado.

## NOTAS

1. Rafael Porlán, «Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias por investigación», en Kaufman y Fumagalli, ob. citada.
2. Carla Baredes e Ileana Lotersztain, *Preguntas que ponen los pelos de punta*, Buenos Aires, Iamiqué, 2001.