

«Experimentar... dialogar con los hechos»¹

María Dibarboure

En el número anterior de *QUEHACER EDUCATIVO* exponíamos algunas reflexiones de diferentes autores sobre el “hacer ciencia en el aula escolar”, en el marco del IV Foro Latinoamericano de Educación.

El presente material pretende contribuir a esa reflexión, deteniéndonos especialmente en la conceptualización sobre lo que suponen las actividades experimentales en el aula.

Nos preocupa este aspecto desde el momento en que se constituye en el colectivo docente como un elemento identificatorio del área y, al mismo tiempo, desde la concepción, en la forma en que se explicita el enfoque con el cual encarar la enseñanza del área.

Primera parte: aspectos teóricos para el análisis²

**«Hay que estar dispuesto a equivocarse
muchas veces
para tener éxito alguna vez.»**

Mme. Curie

Las dos citas que abren estas notas muestran, de algún modo, lo que hay detrás de la actividad experimental en el ámbito científico. En el decir de Galileo, que da nombre al artículo, se marca claramente que se trata de una tarea intelectual, en la que, como se muestra más adelante, la mayoría de las acciones implicadas en el proceso son acciones mentales.

En el decir de Mme. Curie³, se muestra la fiabilidad del procedimiento, la concepción de que la actividad experimental requiere de mucho más que de una simple ejecución. Supone pensar-hacer-pensar-revisar-rehacer-pensar, y así sucesivamente.

«El nacimiento de la ciencia experimental guarda relación con el descubrimiento de técnicas muy precisas para dominar racionalmente

el curso de la experiencia, es decir, para provocar ciertos fenómenos que pueden repetirse a voluntad y medirse con exactitud matemática, en condiciones controladas por nuestro intelecto.»⁴

La actividad experimental tiene un carácter identificatorio para las Ciencias Naturales desde la época de Galileo. Según su propia convicción es lo que permite al hombre pensar sobre su manera de pensar. Es una forma de plasmar el pensamiento y ponerlo a prueba. Chalmers (1992)⁵ nos dice sobre este punto que *«en contra del mito popular, parece que Galileo efectuó muy pocos “experimentos” en mecánica. Muchos de esos experimentos a los que se refiere cuando articula su teoría son experimentos mentales. Este hecho resulta paradójico para aquellos empiristas que piensan que las nuevas teorías se derivan de alguna manera de los hechos, pero resulta plenamente comprensible cuando se cae en la cuenta de que sólo se puede llevar a cabo una experimentación precisa si se tiene una teoría precisa susceptible de proporcionar predicciones en la forma de enunciados observacionales precisos»*.

¹ La expresión la hemos extraído de un texto de Pierre Thuillier (1990). En el cuerpo del artículo aparece el texto completo. Aunque la expresión es, en verdad, de Thuillier, esta refleja claramente la concepción galileana.

² El material presentado en esta primera parte resulta de una revisión y ampliación de materiales anteriores (Dibarboure, 2001 y 2008). Referencias al final del artículo.

³ E. Curie (1942).

⁴ L. Geymonat (1971).

⁵ A. F. Chalmers (1992).

«Galileo Galilei (1564-1642) fue considerado desde los enciclopedistas como fundador del método experimental. Para los historiadores de la ciencia la cosa no es tan clara. Para unos era un experimentador hábil, para otros es un mito. Dicen que Galileo trabajaba en una época en la que no se disponía de un instrumental científico lo bastante preciso y es muy dudoso que el gran físico concibiera la experimentación científica del mismo modo que nosotros; aunque aludiera a menudo a *experimentos* no les otorgaba la misma función que les otorgan los experimentadores modernos...

Los partidarios del Galileo experimentador dicen por ejemplo que en relación a la caída de los cuerpos, él encuentra sus ideas manipulando bolas y planos inclinados, motivado por la preocupación constante de *dialogar con los hechos*. Pero la réplica de los opositores es que justamente Galileo fue un teórico, capaz de especular valientemente sobre los fenómenos.

En realidad, la referencia al experimentador tiene así sólo un valor secundario.»

Pierre Thuillier (1990): *De Arquímedes a Einstein. Las caras ocultas de la invención científica*. Madrid: Alianza Editorial.

La experimentación en el contexto científico (Dibarboure, 2001), tal como se la concibe hoy día, es una situación provocada por el investigador y que supone una serie de acciones, a saber:

Disenar. Implica pensar e instrumentar un dispositivo que sea una fiel manera de representar el fenómeno físico o natural a estudiar.

Decidir. En esa representación, el investigador decide sobre las variables que va a estudiar y elige cuáles serán tomadas como variables independientes y cuáles como dependientes.

Controlar. Prevé mecanismos de control en el dispositivo para el seguimiento del estudio de las variables.

Ejecutar. Tiene que ver con la manipulación, con el seguimiento del instructivo pensado.

Registrar. Es dar cuenta de los valores, las evidencias, los datos, los hechos. Es como *la foto* de lo obtenido.

Interpretar. Es la etapa de dar sentido a lo obtenido, atribuirle un significado. Es procesar la situación puntual estudiada y que puede implicar un volver a empezar, un volver a analizar, un volver a diseñar.

Como puede verse, la actividad experimental en el ámbito científico es fundamentalmente una tarea intelectual. Supone un conjunto de acciones que se planifican para poner a prueba hipótesis. Se realiza con la finalidad de tener nueva información que permita establecer si podemos mantener la hipótesis o debemos modificarla.

Analizar un fenómeno o hecho, manipulándolo, cambiando condiciones, modificando las variables a ser observadas, es una manera de conocerlo, de poder establecer si las hipótesis de partida tienen o no una razón lógica para ser sustentadas.

La experimentación así entendida permite la contrastación que mencionábamos antes. Permite además, en muchos casos, corroborar predicciones de la teoría en estudio constituyéndose en su fundamento.

En el contexto escolar admitiremos una concepción más amplia de experimentación y adecuamos esa concepción a diferentes instancias didácticas (Dibarboure, 2008).

Si el problema a trabajar con los niños nos posibilita instrumentar **la experimentación con características similares a las planteadas para el contexto científico**, entonces es lo aconsejado desde la enseñanza.

La actividad así pensada y planificada por los niños u orientada por el docente, permite ayudar a resolver el problema planteado y contribuye a la construcción conceptual.

En la experimentación con esas características, se conocen las variables que hacen al hecho o fenómeno, y se las manipula.

Las variables independientes son aquellas que el investigador resuelve manipular, sobre las que pretende averiguar cómo inciden en la variable dependiente, o sea, qué efecto producen. Por ejemplo, si quiero averiguar cuál es el efecto que la temperatura tiene sobre el aire contenido en un globo, la variable dependiente es el volumen del globo, y la variable independiente es la temperatura del aire dentro del globo. El diseño, en este caso, para experimentar y ver la dimensión de tal influencia, consiste en inflar dos globos de modo que el volumen inicial de los globos sea el mismo. A uno de ellos se lo coloca en la heladera (temperatura aproximada: 4 °C), al otro globo se lo coloca encima de una fuente de calor, cuidando que no se queme ni explote (a una temperatura aproximada de 25-30 °C).



El control de las variables es un aspecto que caracteriza a la tarea experimental. Armar un dispositivo que permita el estudio de las mismas, también. Puede decirse que son aspectos identificatorios de este tipo de procedimiento.

Sabemos que existen múltiples razones por las cuales no siempre es posible instrumentar esta propuesta en el ámbito escolar. Entre otras, el marco conceptual a ser trabajado no lo permite.

Caamaño⁶ nos indica que **los trabajos prácticos** constituyen una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias, por permitir una multiplicidad de objetivos: la familiarización, observación e interpretación de los fenómenos que son objeto de estudio en las clases de ciencias, es decir, los conceptos científicos; el contraste de hipótesis en los procesos de modelización de la ciencia escolar; el aprendizaje del manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio y de campo; la aplicación de estrategias para la resolución de problemas teóricos o prácticos, en definitiva, la comprensión procedimental de la ciencia.

Según este autor existen propuestas prácticas de diferente naturaleza:

- ▶ Experiencias destinadas a obtener una familiarización perceptiva con el fenómeno.
- ▶ Experimentos ilustrativos destinados a mostrar un principio o una relación entre variables.

- ▶ Ejercicios prácticos diseñados para
 - aprender determinados procedimientos o destrezas, que pueden prácticos, intelectuales, de comunicación o
 - para ilustrar una teoría.
- ▶ Investigaciones diseñadas para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar como lo hacen los científicos, aprender en su curso cómo se hace el trabajo científico.

Admitiremos, entonces, **otras versiones como actividades experimentales**. Llamaremos exploraciones a las actividades que suponen una manipulación, del docente o de los alumnos, y que permiten, entre otras posibilidades, plantear y definir el problema. Son actividades útiles para indagar ideas previas, formular hipótesis y familiarizarse con el fenómeno que se pretende conocer y comprender.

La exploración también supone buscar información, obtener datos que no se tenían y permite conocer cuáles son las variables que intervienen en el fenómeno estudiado. Se puede o no tener presupuestos de partida, o elementos que respondan a saberes o experiencias anteriores. En todo caso, no siempre son explicitadas las intenciones específicas de la exploración.

La exploración mirada desde *el contenido* también es una forma de conocer. De algún modo es un acercamiento directo y natural.

⁶ A. Caamaño (2004).

Corresponde a las primeras formas de conocer de las que disponemos los seres humanos y propone un acercamiento al objeto de conocimiento sin reglas, sin controles.

De igual modo que los niños pequeños interactúan con el mundo que los rodea, de un modo espontáneo y libre, y buscan relaciones de causa-efecto, y miden consecuencias, esta actitud intelectual puede trabajarse en el aula de ciencias como forma de primeros acercamientos metódicos y sistemáticos a fenómenos naturales.

Por lo dicho anteriormente es entendible que generalmente, en el contexto científico, la fase exploratoria esté dentro de la experimental propiamente dicha como fase preliminar. Es concebida como fase que permite ajustar el dispositivo pensado.

Por último consideramos un tercer tipo de actividades experimentales: **las demostraciones**. Estas tienen alguna presencia en el ámbito científico, sobre todo desde el punto de vista histórico. Es una instancia en la que se ponen en evidencia los resultados que permiten (o permitieron) llegar a determinadas interpretaciones.

Desde el punto de vista didáctico, estas demostraciones son útiles en la medida en que permiten hacer síntesis o comprobaciones, cuando el problema está avanzado en su resolución. Se constituyen en actividades que permiten mostrar el sentido fundamentado del conocimiento científico.

Finalmente es necesario aclarar que, en el sentido estricto del término, **la experimentación así como la observación no conducen por sí mismas al conocimiento**. Es la interpretación la que permite el avance en el conocimiento. Y es necesario recordar una y otra vez que esa interpretación, esa manera de leer lo que los hechos están mostrando, depende de la teoría, o como dice Chalmers (1992), depende del *contexto teórico*. Es así que la historia muestra cómo la misma instancia experimental *es leída* de maneras diferentes en momentos distintos de la historia.

El que se relativicen estos aspectos metodológicos no significa que la experimentación pierda su validez. Importa tener claro, pensando

en la enseñanza, que en el ámbito escolar, la experimentación no debería tener un estatus desmedido, sino un estatus coherente con el enfoque epistemológico que estamos proponiendo (Dibarboure, 2008).

No sería bueno, desde nuestra perspectiva, que los niños escolares creyeran que el conocimiento científico surge linealmente de la experimentación, pero sí creemos en la importancia que tiene la misma en el proceso de construcción intelectual del conocimiento. En la medida en que los resultados experimentales constituyen la evidencia empírica, nuestras teorías pueden ser transformadas y puestas al día constantemente (Chalmers, 1992).

Una visión desmedida de la experimentación deja sospechas sobre la creencia de que la experimentación prueba el conocimiento. Quien suponga que hacer ciencia es hacer experimentaciones, olvida los espacios cada vez mayores de ciencia teórica. Finalmente, una visión desmedida de la experimentación deja en claro el supuesto de creer en regularidades del mundo natural, que no son tales. El mundo natural nunca se comporta de una manera lo suficientemente regular como para permitir que se distingan regularidades sin excepción. Las regularidades aparecen, por lo general, solo en situaciones experimentales artificiales y es allí donde se identifican con leyes científicas.

Segunda parte: Ejemplo de enseñanza⁷

Elegimos una temática escolar que corresponde al nivel superior: la combustión.

Aclaraciones conceptuales

La **combustión** es un proceso de **transformación**, que sufren ciertas sustancias cuando se las coloca en presencia de oxígeno en determinadas condiciones. Ese proceso de transformación supone cambios radicales en la estructura de la sustancia que lo sufre, de modo que *deja de ser lo que era* para convertirse en *otra sustancia*. Esos cambios los provoca el oxígeno que se *mete* en el interior de la sustancia, ocasionando rupturas y dando lugar a uniones nuevas, o sea, a sustancias nuevas. Por ejemplo, cuando se combustiona alcohol (etanol) se obtiene anhídrido carbónico y agua.

⁷ Otros ejemplos pueden leerse en M. Dibarboure (2001).

El proceso es irreversible, es decir, no es posible *dar marcha atrás*, y esta es una característica importante porque marca el grado del cambio que se ocasiona. La combustión supone un **cambio químico**. Existen otros cambios, los **físicos**, que no son así de profundos, en la medida en que no modifican la identidad de las sustancias, tan solo cambian su apariencia, su estado. Estos cambios físicos son reversibles, justamente porque la sustancia sigue siendo la que era. Por ejemplo, derretir grasa para tortas fritas. La grasa puede estar sólida o líquida, y seguir siendo grasa.

Al mismo tiempo que se están produciendo los cambios en la combustión, se libera energía en una cantidad que depende de la sustancia de partida y de las condiciones en que se dé la transformación (mirada física del concepto).

Recorrido planificado

Actividades que conduzcan a los niños a pensar sobre:

- la combustión como proceso de transformación;
- la caracterización de dicho proceso;
- la diferenciación de esa transformación con otras transformaciones de la vida cotidiana;
- concepto de combustible desde el punto de vista químico, lo que supone centrar la atención en las características estructurales de la sustancia de partida y su vinculación con evidencias del proceso: producción de luz y/o calor;
- clasificación de combustibles: diferencia conceptual entre **combustible** desde el punto de vista **químico** y desde el punto de vista **comercial**;
- combustiones biológicas y sus particularidades a señalar.

Situación de enseñanza

Nos ubicamos en el cuarto punto, la noción de combustible.

¿Todas las sustancias son pasibles de sufrir combustiones? Los niños, en general, saben que existen sustancias “que se prenden fuego” y otras que no. Eso posibilita responder, en primera instancia, a la pregunta. Sin mayores aclaraciones podemos avanzar y preguntarnos...

- prenderse fuego, ¿quiere decir que se combustiona?;

- ¿las que combustionan, lo hacen del mismo modo?

- ¿tienen algo en común las sustancias que combustionan?

Las respuestas a estas preguntas pueden surgir de la interpretación de resultados experimentales.

Formulación de hipótesis

Cuando los investigadores proponen el problema, disponen ya de **hipótesis** para el mismo, entendiendo por tales a las *posibles soluciones* a dicho problema. Se trata de enunciados breves que tienen sustento, es decir, tienen argumentos y un marco de justificación. Son las evidencias empíricas y las predicciones que posibilitan, las que permiten argumentar sobre ellas.

La mayoría de los enunciados científicos en un momento de la historia de la ciencia, son aceptados por la comunidad científica a título de hipótesis y no de enunciados justificados (concepción hipotética de la ciencia). Entender que la ciencia trabaja con hipótesis y conjeturas es comprender que tenga visiones provisorias de la realidad, susceptibles de ser revisadas, modificadas y mejoradas.

En síntesis, las hipótesis científicas son enunciados que dan respuesta a una situación o a un problema, formulados por hombres de ciencia o comunidades científicas en un determinado momento histórico y en un determinado lugar. Estos enunciados se consideran, a los efectos del trabajo científico, como verdades provisorias que estarán a prueba en forma permanente, ya sea por quienes las formularon o por otros.

En una forma esquemática:

Se dice “alguna cosa” ----- variable

Sobre “algo” --- objeto

En esta situación que estamos planteando, reiteramos que los niños dicen que no todas las sustancias se prenden fuego o arden. En general, en los ejemplos que ponen, confunden sustancia con materiales y expresan que en la cocina los materiales con que se hace la comida no se prenden fuego, por ejemplo: los metales, el vidrio, el barro. En esta oportunidad, la diferencia entre material y sustancia queda suspendida a los efectos de mantener el foco de lo que está siendo trabajado.

Los niños usan las evidencias y formulan:



► **Hipótesis 1: no todas las sustancias se prenden fuego**

(Se dice alguna cosa... “no todas se prenden fuego”, sobre algo... “las sustancias”).

Avanzando sobre las siguientes interrogantes:

¿Las que combustionan, lo hacen del mismo modo?

¿Tienen algo en común las sustancias que combustionan?

En este caso, los niños no distinguen respecto a la forma de quemar, para ellos prenderse fuego es algo que produce llamas amarillas y humo. Sus comentarios muestran que *no han mirado* en detalle este aspecto. En cuanto a la segunda interrogante, en general, los niños relacionan prenderse fuego con los combustibles de uso comercial y a estos con derivados del petróleo. Nuevamente, cuando se les pregunta sobre el porqué de sus afirmaciones, ellos se remiten a evidencias: el querosén, el *disán*, los solventes de pintura, la nafta, el gasoil son sustancias con las que hay que tener cuidado. Algunos, asimismo, recuerdan haber oído sobre incendios en algún aserradero y carpintería.

A los efectos de formular una segunda hipótesis, cuesta elaborar la síntesis porque no pueden encontrar algo común entre la madera y los líquidos mencionados.

Aun así sostienen que **tienen algo de parecido**, porque **por algo se prenden fuego** unas sustancias y otras no.

Esto nos lleva a pensar que debemos averiguar sobre lo que es quemarse, qué es lo que ocurre “adentro” de lo que se quema para poder entender por qué a unas sustancias les puede pasar y a otras no. Así logramos formular:

► **Hipótesis 2: las que se prenden fuego tienen que tener algo parecido adentro**

(Se dice alguna cosa... “son parecidas”, sobre algo... “las sustancias que se prenden fuego”).

Construcción del dispositivo experimental

Recordar que un dispositivo experimental⁸ consiste en que el investigador **hace algo** (“cambio voluntario”) con la **finalidad** de ver los “efectos de ese cambio”.

Los niños sugieren ensayar con sustancias y ver las que combustionan, cómo lo hacen, y las que no, ver cómo se comportan frente al fuego. Establecen, así, un instructivo para proceder.

- Colocar una pequeña muestra del material en el recipiente.
- Los alumnos acuerdan que puede ser bueno usar una cuchara como recipiente donde poner la pequeña muestra de cada sustancia. Al mismo tiempo se cuidan de que, antes de cada uso, la cuchara sea lavada.
- Introducir un foco de ignición.
- Acuerdan aquí que debe tratarse de algo parecido a una mecha. Consideran que un fósforo largo puede ser útil.
- Recoger la información que se obtiene.
- Interpretar y buscar explicaciones.

La manipulación

Los alumnos llevan un conjunto de materiales a su clase y, agrupados en equipos, proceden a trabajar.

Los datos y su interpretación

Las evidencias obtenidas se ordenan de manera que el cuadro que las registra permita hacer un análisis de las mismas. En primera instancia, los niños pueden dar cuenta de que las sustancias que combustionan no lo hacen del mismo modo y habrá que preguntarse por qué.

Del cuadro surgen las siguientes ideas:

- No todos los materiales son combustibles.
- Los que arden, no lo hacen del mismo modo.
- Sus llamas son distintas, unas son llamas *limpias* como las del alcohol y otras son *sucias*.
- Algunos dejan residuo y otros no.

⁸ A. Carli (2008).

TABLA TRABAJADA JUNTO A LOS NIÑOS

EVIDENCIAS obtenidas

Materiales	Arde	Tipo de llama	Residuo
Lana	Sí	Amarilla con humos negros	Deja poco residuo
Papel	Sí	Amarilla pálida con humos negros	Deja residuo gris
Tiza	No	No	No
Arena	No	No	No
Goma	Sí	Amarilla espesa con espesos humos negros	Pasta negra
Alcohol	Sí	Amarilla azulada	No deja residuo
Aceite	Sí	Amarilla intensa. Poco humo negro	Poco residuo negro
Pedregullo	No	No	No
Agua	No	No	No
Querosén	Sí	Amarilla con espeso humo negro	Escaso residuo negro

Avance conceptual

La actividad experimental permitió ordenar información y avanzar conceptualmente en la noción de diversidad en el mundo material. Así como existe diversidad en el mundo de lo vi-
viente, también existe en el mundo material.

Diversidad:

Unas sustancias combustionan y otras no.

Identidad:

Las que combustionan lo hacen a su mane-
ra, lo que es posible ver desde la llama, el
humo y el residuo.

Pero hay algo que la actividad experimen-
tal no permite intuir, y es que lo que tienen en
común las sustancias que combustionan, es su
composición interna. No hay razones *macro*,
sino micro.

Es así que el docente debe intervenir y de
algún modo explicar lo referente al concepto de
sustancias orgánicas. En este caso, como en tan-
tos otros, pensamos que la historia puede ayu-
dar a conceptualizar.

UN POCO DE HISTORIA

Adaptación de MARÍA DIBARBOURE
sobre texto original de Isaac Asimov (1975):

Breve Historia de la Química. Madrid: Alianza Editorial.

Desde la aparición del fuego, el hombre tendió a dividir las
sustancias en dos grupos según ardiesen o no. Los principales
combustibles de la antigüedad eran la madera, las grasas y los
aceites. Mientras la grasa y los aceites son de origen animal y
vegetal, la madera es de origen vegetal. Rápidamente pudo pen-
sarse que las sustancias provenientes de seres vivos eran com-
bustibles, mientras que lo que provenía del reino mineral como
el agua, la arena y las rocas no solo no ardía, sino que además
tendía a apagar el fuego.

El creciente conocimiento del siglo XVIII mostró a los quí-
micos no solo esa evidencia, sino que mientras las sustancias
provenientes de los seres vivos no resistían tratamientos enérgi-
cos, lo que provenía del reino mineral, sí.

El agua podía hervirse y recondensarse sin cambiar, el hierro
podía fundirse y solidificarse nuevamente, en cambio el quema-
do de aceite o de azúcar no permitía el volver atrás. Con esas
diferencias, en 1807, Berzelius sugirió la clasificación de sustan-
cias en orgánicas e inorgánicas.

Más datos permitían esa clasificación. Las sustancias orgá-
nicas, al quemarse, se transformaban en inorgánicas, mientras la
inversa no ocurría.

Así, las sustancias inorgánicas se encuentran en todas par-
tes, en sistemas vivos y no vivos, pero las orgánicas solo en
sistemas vinculados con la vida.

Esta historia comienza a cambiar en 1828 cuando Wöhler,
que era alumno de Berzelius, produce a partir de sustancias
inorgánicas, en su laboratorio, una sustancia asociada con la
vida, que es la Urea.

La síntesis cuestionaba la posibilidad de producir sustancias
propias de lo vivo fuera de los sistemas vivos. Con el tiempo, los
químicos valoraron este episodio en su justa dimensión.

**Era el comienzo de una de las ramas de la Química, la
Química Orgánica, que se constituyó, en el siglo XX, como
una de las más importantes.**



La lectura permite avanzar en entender que las sustancias que combustionan tienen que ver con la composición de los seres vivos.

La pregunta ahora es, ¿qué tipo de sustancias conforman el sistema de lo viviente que lo hace combustionable?

Las sustancias orgánicas que caracterizan a los seres vivos son sustancias que contienen un tipo particular de corpúsculos. Se trata de sustancias que contienen carbonos.

Pero no carbonos sueltos, sino **cadenas de carbonos**.

Otra vez la unidad. Otra vez lo que permite agrupar y ordenar.

Pero **no todas las sustancias orgánicas están formadas por las mismas cadenas de carbonos**.

Otra vez la diversidad.

Avanzamos, así, desde lo macro y evidente, a lo micro y modélico. Y necesitamos del modelo para avanzar en la comprensión.

En este momento es interesante volver al principio, a la Hipótesis 2, y ver que efectivamente esta explicación de las cadenas carbonadas es útil para reordenar las ideas.

Las maderas, el papel, los productos de origen vegetal también son combustibles, como lo son los combustibles comerciales (que los niños identifican con los derivados del petróleo). La goma, el nylon, también.

¿Cómo podríamos imaginarnos esas cadenas para poder explicarnos que unos se queman dejando residuos y otros no, unos arden con llama amarilla y otros con llama azulada, etc.?

Nos imaginamos cadenas largas y otras cortas, unas libres y otras cerradas. También nos podemos imaginar que pueden tener unidas cosas diferentes, que esas sustancias no son solo esas cadenas... y así seguir imaginando. **Imaginando lo que imaginaron otros.**

iExperimentar es dialogar con los hechos!

El relato que hemos presentado deja claro que la actividad experimental nos permite avanzar conceptualmente, pero no porque nos convoque al concepto o idea, sino porque nos da datos que, *en diálogo con saberes teóricos*, nos permiten entender los fenómenos. @

Referencias bibliográficas

- CAAMAÑO, Aureli (2004): "Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos?" en *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales* N° 39 (ene-mar), pp. 8-19. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- CARLI, Alberto (2008): *La ciencia como herramienta. Guía para la investigación y la realización de informes, monografías y tesis científicas*. Buenos Aires: Editorial Biblos.
- CHALMERS, Alan F. (1992): *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- CURIE, Eve (1942): *La vida heroica de Marie Curie*. Buenos Aires: Ed. Espasa-Calpe, 10ª ed.
- DIBARBOURE, María (2001): "Lo procedimental en Ciencias Naturales" en Revista *QUEHACER EDUCATIVO* N° 50 (Noviembre), pp. 35-41. Montevideo: FUM-TEP.
- DIBARBOURE, María (2008): *...y sin embargo se puede enseñar Ciencias Naturales*. Montevideo: Aula XXI, Ed. Santillana. En impresión (ISBN: 978-9974-95-218-8).
- GEYMONAT, Ludovico (1971): *El pensamiento científico*. Buenos Aires: Ed. Eudeba.
- THUILLIER, Pierre (1990): *De Arquímedes a Einstein. Las caras ocultas de la invención científica*. Madrid: Alianza Editorial.