

LA EXPERIMENTACIÓN CIENTÍFICA EN SECUNDARIA. ARGUMENTOS PARA LLEVARLA A CABO.

Enrique Navarro Aganzo

Doctor en Ciencias Químicas y profesor de Física y Química
IES *Fidiana* (Córdoba)

RESUMEN

El artículo fundamenta la necesidad de incorporar la experimentación a las clases de Ciencias en base a un estudio realizado en el IES *Fidiana*, y presenta una alternativa que pretende paliar en parte las dificultades que generalmente encuentra el profesorado de esta materia para el desarrollo de trabajos prácticos en el aula.

PALABRAS CLAVE: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, ENSEÑANZA SECUNDARIA OBLIGATORIA, EXPERIMENTACIÓN

Citar artículo: NAVARRO AGANZO, E. (2012). *La experimentación científica en Secundaria: argumentos para llevarla a cabo. eco. Revista Digital de Educación y Formación del profesorado.* n.º 9, CEP de Córdoba.

Pocas asignaturas pueden apoyarse más en la imagen y materializar los conceptos que han de ser explicados que las asignaturas de Ciencias. En ellas podemos aplicar una gran variedad de trabajos experimentales de laboratorio o de aula, entendidos como actividades curriculares cuyo método de trabajo es de tipo práctico y basado en procedimientos.

Las razones para aplicar la experimentación en cualquiera de sus variantes son múltiples. Podemos destacar las siguientes:

- Construimos conocimiento en nuestro alumnado de una forma significativa al hacer que interactúen con el medio y traten de comprenderlo, construyéndolo desde dentro por medio de visualizaciones e interpretaciones que sirvan para explicar lo que se está percibiendo.
- Familiarizamos a los alumnos y alumnas con la metodología científica al tener que aplicarla a la resolución de situaciones que ilustran principios y conceptos científicos.
- Es, sin duda, una de nuestras mejores herramientas para motivar y enseñar.
- La asimilación de conceptos es más fuerte y más duradera. Los conceptos se comprenden mejor.
- Creamos en el alumnado una predisposición positiva hacia la Ciencia, rompiendo el rechazo inicial que pudiera haber hacia ella por su complejidad matemática.
- Hacemos las clases mucho más amenas y divertidas (no sólo para el alumnado) y se favorece el trabajo grupal y colaborativo.
- A veces se puede usar como premio a cambio de un buen comportamiento, realización de tareas, etc., especialmente en determinados momentos del curso.



- Desarrollamos destrezas y competencias, trabajando la diversidad al aplicar métodos de aprendizaje más visuales e inmediatos.

Sin embargo, puestos todos estos argumentos en un lado de la balanza, parecen no pesar suficientemente para equilibrar la lista de inconvenientes, con fundamento, sin duda, que ponemos en el otro lado y que nos hacen a menudo decidimos por dejar los materiales y equipos de los que disponemos cogiendo polvo en las vitrinas. Algunas de estas razones son, por una parte los “no hay”...

- Hay poco tiempo para preparar nada...
- Apenas si hay material...
- Los espacios disponibles no son los adecuados...
- No nos quedan horas para explicar los conceptos...
- No hay desdobles para realizar experimentos...
- Hay poco dinero para comprar material y son muy caros...

y de otra, “los muchos”:

- mucho jaleo y ruido.
- mucho tiempo perdido.
- mucho temario.
- muchos alumnos y alumnas
- mucho riesgo.

Debo decir que comprendo estas argumentaciones, aunque dar un paso al frente, realizar el intento de minimizar los muchos y maximizar los pocos sólo

se llevará a cabo si estamos convencidos de la trascendencia e importancia que tiene la realización de trabajos prácticos de cualquier tipo.

En la raíz de la cuestión está el tipo de enseñanza y aprendizaje que debemos instaurar como práctica habitual. En mi opinión sólo construiremos ideas perdurables en nuestro alumnado si conseguimos que ellos las modelen, enseñándoles cómo hacerlo y proporcionándoles la materia prima en forma de problema o investigación a resolver.

La aplicación del método científico como camino a seguir en Ciencia es el principal dogma a emular. Su aplicación debe ser progresiva según los niveles y admite multitud de variantes y aplicaciones parciales. Se puede usar únicamente, por ejemplo, en el planteamiento de hipótesis previas: ¿De qué depende que un objeto flote en un líquido? podemos entonces dejarlo ahí y dar las soluciones o dejar que los alumnos y alumnas las verifiquen aportándoles materiales de distintas masas y volúmenes o líquidos de distinta densidad o incluso no dar "pistas" y dejarles que pidan o tomen el material de laboratorio necesario realizando prácticas abiertas. La investigación, a continuación, puede ser cualitativa o cuantitativa. El ejemplo usado ilustra una situación real que he aplicado y aplico en los Proyectos Integrados sin más problema que el tiempo necesario para instruir debidamente a mis alumnos y alumnas.

Pero, ¿se podría realizar algo de lo anterior en el aula? Sin duda, sí. Será difícil desarrollar un proceso de investigación abierto o dirigido en la clase, pero la ilustración de nuestros contenidos con cualquier material cogido del laboratorio, o incluso aportado por el alumnado, no nos llevará mucho tiempo y potenciará el aprendizaje de los mismos.

Nuestras expectativas con respecto al seguimiento que nuestras ideas tienen entre los alumnos y alumnas no siempre se ven correspondidas. ¿Qué piensan ellos de nuestros intentos experimentales? De una encuesta llevada a cabo entre más de 150 alumnos y alumnas de mi instituto se obtuvieron los siguientes resultados:

A las preguntas:

¿Qué es para ti ir al laboratorio?, el 50% contestó, de entre varias propuestas de las que podía elegir hasta tres de ellas que es comprobar de forma práctica lo que me explican en el aula, un 30% realizar investigaciones y el 22% realizar cualquier trabajo de tipo práctico. Es decir, las tres principales respuestas son repuestas sensatas que demuestran una predisposición madura hacia lo que supone ir al laboratorio o usar los materiales de nuestros equipos experimentales. Porcentajes muchos menores obtienen las respuestas cacharrear o ver cosas espectaculares.

¿Hasta qué punto consideras que es importante la realización de experimentos?, el 97 % del alumnado consideró que era importante o muy importante. Demuestran estas respuestas las fallidas expectativas que tienen hacia la experimentación, habida cuenta de lo poco uso que se le suele dar a nuestros laboratorios.

¿Por qué crees que no se hacen más prácticas en los Institutos?, el 53% opina que porque se necesita mucho tiempo para preparar las prácticas, el 43% porque no hay materiales para hacerlas ni los laboratorios están preparados, el 40% porque el profesor piensa que es muy arriesgado ir con grupos completos. El 32% cree que al hacer experimentos se pierde tiempo

necesario para explicar las lecciones. De nuevo las respuestas suelen atinar en el diagnóstico de la situación, exonerando al profesorado de responsabilidad de no desarrollar experimentaciones de algún tipo. La respuesta los profesores no quieren hacerlas sólo alcanza el 13%.

Considero que es bueno hacer experimentos porque..., el 85 % cree que porque se entienden mejor los conceptos que explicamos los profesores y profesoras, el 63% porque las clases son más amenas y divertidas, el 50% porque entienden mejor cómo trabaja la Ciencia, el 35 % porque estamos más motivados, el 27% porque trabajamos en equipo y nos relacionamos más y sólo un 23% porque así ven cosas espectaculares o un 5% por perder una hora de clase. Si las respuestas son sinceras, nos deben hacer reflexionar sobre el desuso que hacemos de la herramienta más poderosa de las que disponemos los profesores de Ciencias.



La experimentación, en el aula o en el laboratorio, debería hacerse..., el 59% cree que siempre o casi siempre, y sólo un 4% que nunca o casi nunca.

Valora el material y las instalaciones que tiene tu Instituto para la realización de prácticas, el 52% cree que hay bastante material y sólo el 5% que poco o muy poco. De nuevo atinan en su respuesta. Sin conocer en su totalidad los laboratorios de los Institutos, sí creo que el material no es el problema principal para la realización de algún tipo de trabajo práctico, en la clase o en el aula.

Prefiero los experimentos..., el 83% prefieren los que se hacen en el laboratorio, el 62% aquellos en los que vemos algo espectacular o llamativo, el 49% las demostraciones del profesor, el 38% los que sirven para ilustrar algún concepto teórico, y un 30% aquellos en las que los alumnos y alumnas tienen que medir o investigar algo. Curiosamente sólo un 2% opta por los que se realizan en clase. Resulta curiosa la elección clara de la experimentación en laboratorio frente a la realizada en el aula. En la primera, nuestros alumnos y alumnas tienen el protagonismo y en la segunda, la tenemos nosotros. Sin embargo, otras opciones son posibles, opciones híbridas entre la clásica experiencia de cátedra o la práctica de investigación por grupos.

Sin embargo, hay formas de integrar la experimentación en la práctica diaria. Porque se trata de eso, de romper la brecha -a veces, el abismo- existente entre la teoría y la práctica, de normalizar la concepción que se tiene de lo experimental como algo exclusivamente divertido y espectacular, algo que se ve a cambio de nada.

La principal ventaja de experimentar en la propia aula es precisamente esa, la inclusión de una factible y rápida visualización de los conceptos y leyes de la Ciencia como un recurso didáctico más. Las demostraciones nunca deben salir "gratis", deben ser, en cambio, un reto mental mediante el que proponemos el establecimiento de hipótesis, pedimos un diseño experimental, obtenemos valores de forma conjunta, utilizamos los valores obtenidos para trabajar la competencia matemática, desarrollamos las destrezas necesarias para guardar y presentar datos y su capacidad analítica para sacar conclusiones.

Y todo lo anterior se puede hacer dentro del aula con una mínima organización. Nada de lo anterior está en el plano de lo imposible.

Si aplicamos la experimentación en el aula:

- Se gana tiempo al no tenerse que mover el grupo.
- Se “normaliza” la experimentación al estar integrada en una clase normal.
- El ambiente suele ser, en general, más tranquilo.
- Pueden hacerse sin demasiado material.
- El tiempo de preparación se reduce.

Por otra parte:

- Será más difícil realizar experimentos de investigación.
- La distribución de las mesas y espacios suele dificultar los movimientos y las agrupaciones.
- En grupos numerosos no todos los alumnos y alumnas visualizan lo que se hace.
- El transporte de materiales tendrá que hacerse de una forma muy organizada.

Los experimentos en el aula deberán ser de riesgo físico nulo, simples, rápidos, atractivos y que permitan trabajar en escala reducida (para abaratarlos y disminuir los riesgos).

Se podría argumentar la pérdida de tiempo aunque no tendría por qué haberla si se tiene una buena organización y clasificación previa del material,

el alumnado está bien instruido y se sabe elegir el mejor momento. El tiempo “perdido” se recupera al diversificar nuestra actividad, trabajando en momentos en los que una mayor carga teórica no sería realmente aprovechada por nuestro alumnado.

También se podría argumentar que el aula no es el sitio adecuado. ¿Por qué no? ¿Qué es realmente un aula?

Tendremos que usar materiales polivalentes y sencillos, los armarios nos podrán servir como armario-laboratorio, el material propio del aula como aliados inmóviles de nuestras explicaciones (puertas para explicar pares de fuerzas, tubos de calefacción para colgar péndulos, loseta para medir distancias etc). Podremos usar con un poco de imaginación muebles, armarios, pizarra, tizas, rotuladores, radiadores, papeleras, puertas, cuadros, reglas, libros, cronómetros...

También podremos usar ordenadores, video proyector, retroproyectores, cámaras de video, aparatos de sonido, etc. Los alumnos y alumnas, además, estarán encantados de ayudarnos e incluso aportarán materiales. Trabajar en el aula establecerá la idea de que lo que hacemos no es algo excepcional, no se trata de un rato de diversión.

Entremos en el terreno de lo real. Veamos sólo algunos ejemplos que pretenden ilustrar que lo expuesto anteriormente no es una fantasía (de hecho todo lo he llevado a cabo en algún momento). Podemos realizar en el aula

- Visualizaciones colectivas de experimentos usando el retroproyector:
lunes ad fuerza sobre papel de acetato, cubeta de ondas u

oscurecimiento de una disolución de tiosulfato sódico al reaccionar con un ácido: la “puesta de sol química”. En este experimento implicamos desde sus posiciones en el aula a todos los alumnos y alumnas al medir el tiempo que se tarda en producir la puesta de sol a distintas concentraciones, realizando conjuntamente algunas fases del método científico.

- Visualizaciones colectivas de experimentos usando una videocámara. Situamos una balanza electrónica en la mesa del profesor, una cámara de vídeo o una webcam enfoca el display cuya imagen es proyectada mediante un vídeo proyector. Un vaso de precipitados descansa sobre la balanza con un poco de ácido. Añadimos una pastilla de carbonato de calcio y ponemos rápidamente la balanza a cero. Los alumnos y alumnas trabajan por parejas desde su sitio y van anotando, periódicamente, en una tabla, las pérdidas de masa que van viendo en la pantalla. Mientras, les pedimos que emitan hipótesis sobre lo que está ocurriendo. ¿Por qué disminuye la masa? ¿Qué sustancia puede ser la que se va? ¿Podríamos recuperarla? ¿De qué forma? ¿El ritmo de cambio es siempre el mismo? ¿Qué podemos concluir de la constancia final de masa? Sacamos conclusiones parciales y repetimos el experimento cambiando la concentración de ácido. Representamos, volvemos a sacar conclusiones. El proceso completo nos llevará una hora de clase completa y generará trabajo al terminar la clase.
- Cálculo colectivo de errores: Sobre un experimento concreto como la caída de una cinta de carroceros con algo de peso para simular un

movimiento uniforme, se pueden calcular los tiempos de caída, repartiendo cronómetros. Los alumnos y alumnas pueden anotar en la pizarra sus valores y a continuación aplicarles un tratamiento de cálculo de errores.

- Un dinamómetro, sacado del equipo de mecánica, anclado al picaporte de la puerta o a cualquier otro punto de la misma y usado en varias direcciones nos permitirá entender el concepto de momento y medir de forma numérica el “esfuerzo” realizado para producir el giro. ¿Por qué empezar una explicación realizando complejos dibujos que plasmen la realidad si la tenemos ahí mismo?

El esfuerzo a veces es importante, pero, ¿qué obtenemos a cambio? Una cantidad enorme de beneficios. Hemos desarrollado y trabajado con casi todas las competencias y sobre todo ha saltado por los aires el concepto clásico de clase: exponemos, mandamos ejercicios, los revisamos y volvemos a exponer. Con estos simples experimentos de aula (híbrido entre práctica de laboratorio y la clásica experiencia de cátedra) conseguimos que el aprendizaje sea verdaderamente significativo, construido desde dentro del alumnado, vivenciado y asimilado fácilmente, partiendo de sus ideas preestablecidas, erróneas o no, y generando desde su esfuerzo personal (recuerda, nada es gratis) conocimiento enraizado en su propia experiencia.

La exploración de ideas previas, la generación de conflictos conceptuales, produce como resultado una idea corregida y fortalecida. Acoger la nueva idea, asumirla, no siempre es fácil. La renuncia al pensamiento original es inmediata si se les muestra la falsedad de aquello que parecía tan seguro. La pregunta

clásica de cómo caerán un folio y un libro desde una cierta altura producirá en el alumnado de ciertos niveles un 90% de respuestas equivocadas. Si a continuación, colocamos folio sobre libro y repetimos el experimento, ambos llegarán al mismo tiempo. Difícilmente se podrá olvidar lo que se ha observado. Es Ciencia en vivo. Cambiamos palabras por percepciones.

En la lectura de una tesis doctoral, ya en el turno de preguntas, uno de los miembros del tribunal matizó que el doctorando había usado siempre la palabra "experiencia", que según él era lo que aquel tenía, en lugar de "experimento científico". Creo que tenía razón, pero cada vez tengo más claro que en lo que los profesores y profesoras de Ciencias debemos concentrar nuestros esfuerzos es en hacer que nuestro alumnado vivencien experiencias científicas reales y no tanto experimentos ajenos. El arte, lo verdaderamente difícil, radica en inventar experiencias, sencillas, accesibles, estimulantes e integradas en el currículum y en el día a día que permitan construir conocimiento perdurable y emular la metodología científica para usarla como metodología didáctica.

Vaya desde aquí, para terminar, mi admiración por todos los compañeros y compañeras que se esfuerzan por realizar lo imposible, por todos los que se complican la vida, por los que se sorprenden todavía cuando descubren una nueva forma de ilustrar un principio o ley científica, por los que llevan años empleando algún Sábado de primavera en mostrarle a todo el mundo, orgullosos de lo que hacen, que hay otra forma de explicar Ciencia. Sentirla.