

## ***El método científico como recurso pedagógico en el bachillerato: Haciendo ciencia en clase de biología***

Francisco Javier Diego-Rasilla\*

### **RESUMEN**

*En este artículo se plantea la necesidad de llevar a cabo una innovación educativa en la enseñanza de las ciencias experimentales en el Bachillerato. Se describe una experiencia pedagógica realizada de modo coherente con el modo de producción del conocimiento científico actual. Esta experiencia consiste en promover la realización de trabajos de investigación dirigida, que permitan a los alumnos cuestionarse la realidad mediante la emisión de hipótesis y el diseño de experimentos. De este modo, estimulamos la inquietud científica de los alumnos, y les obligamos a poner en práctica diversas actitudes y procesos intelectuales propios de la investigación científica cuyo dominio facilita su utilización fuera del ámbito científico. Por lo tanto, este proceso no solamente favorece la formación científica de los estudiantes, sino que puede también contribuir a lograr una educación para la ciudadanía.*

### **Introducción.**

Si reflexionamos sobre lo que es la ciencia, veremos que ésta no consiste simplemente en un conjunto ordenado de conocimientos acerca de la naturaleza, o en una investigación sistematizada de la misma. La ciencia es un método de investigar la naturaleza, un modo de conocer, un método fiable de descubrimiento. El método utilizado para justificar el conocimiento científico y

hacerlo digno de confianza es conocido como método científico. Su utilización implica necesariamente la puesta en práctica del pensamiento científico, un modo de indagar en la realidad no necesariamente reservado a los científicos. Cualquiera que sea capaz de aplicar el método científico, independientemente de que lo emplee en el estudio de la naturaleza o no, está usando el pensamiento científico. En la vida cotidiana solemos llamarlo pensamiento crítico y nos permite abordar de modo seguro todos los aspectos de nuestra vida, no estando necesariamente restringido al estudio formal de la naturaleza.

El desarrollo de la actividad científica precisa de grandes dosis de imaginación y de una actitud crítica ante lo observado, además de perseverancia para encarar las dificultades que surgen (Ausubel et al., 1983; Valdés y Valdés, 1994). Por ello, constituye una práctica efectiva para la educación en valores que contribuyen a la formación del estudiante como ser social, tales como la disciplina, la voluntad, la tenacidad y las relaciones interpersonales (Alejandro Alfonso et al., 2004), sin olvidar los valores característicos de la ciencia (Rojas Garcidueñas, 2000):

- La visión objetiva, que hace ver las cosas y fenómenos en su propia realidad y no conforme al gusto o prejuicios del observador.
- El pensamiento lógico, que exige explicaciones de las causas de los fenómenos que sean razonables y verificables, excluyendo causas imposibles de comprobar.
- El pensamiento crítico, comparando las construcciones teóricas con los hechos observados.

Los alumnos deben aprender ciencia, aprender a hacer ciencia y aprender sobre la ciencia (Hodson, 1994) y el método experimental proporciona al alumno la oportunidad de conocer cómo elabora un científico el conocimiento. Sin embargo, la realidad es que habitualmente no hacemos ciencia en los colegios, sino que únicamente la enseñamos con la intención de que nuestros alumnos la aprendan. Con frecuencia identificamos el trabajo en el laboratorio con el método científico, cuando meramente estamos realizando experiencias a partir de «recetarios». Los educadores hemos de ser inconformistas e innovadores, dado que es posible transmitir un conocimiento científico actualizado y además enseñar a nuestros alumnos a producir conocimientos (Fumagalli, 1993).

Este planteamiento es lo que nos llevó a diseñar una estrategia educativa a través de la que los alumnos fueran capaces de utilizar el pensamiento científico y conocer, a través de su propia experiencia, cómo se construye la ciencia.

## **Estrategia.**

Primeramente, es preciso lograr la motivación de los alumnos por el trabajo científico, consiguiéndola no sólo desde el justo premio de la calificación. Esto implica la necesidad de dialogar en clase sobre el mundo de la ciencia, haciéndolo real y cercano a los alumnos. Deben conocer la realidad del trabajo del científico y cómo se divulgan los nuevos descubrimientos en los congresos científicos o a través de las publicaciones científicas. Es imprescindible explicarles cómo funcionan las revistas científicas: normas de publicación, papel del editor y los revisores, la existencia de los índices de impacto y su relevancia. Además necesitan saber cómo debe escribirse un manuscrito que aspire a ser aceptado para su publicación en una revista científica, indicándoles sus apartados y el modo de elaborar cada uno de ellos siguiendo estrictamente las normas de publicación de la revista.

Si pretendemos conseguir una motivación desde el conocimiento de la realidad y la fascinación por reproducir el trabajo de los científicos, es imprescindible proporcionarles un medio en el que puedan publicar las investigaciones científicas que ellos mismos realicen. En nuestro caso editamos una revista electrónica, Ciencia y Aula, que, como cualquier revista científica, tiene sus propias normas de publicación y sus propios criterios a la hora de publicar los artículos. Los manuscritos recibidos son gestionados de modo semejante a como lo hace cualquier revista científica, asumiendo siempre que se trata solamente de una revista científica colegial.

Una vez que los alumnos conocen este planteamiento previo, expuesto en dos sesiones, dedicamos una sesión a explicar detalladamente los pasos del método científico:

Definición del problema. Antes de comenzar cualquier estudio, deben preguntarse qué es lo que quieren saber.

Obtención de información relacionada con el problema. Consultando libros y revistas científicas y realizando búsquedas a través de internet.

Formulación de hipótesis. Efectuarán predicciones que respondan al problema planteado, basándose en la información obtenida.

Diseño, realización e interpretación de experimentos. Tales experimentos estarán encaminados a la verificación de las hipótesis planteadas.

Establecimiento de conclusiones. Elaborarán las conclusiones obtenidas en su investigación y las plasmarán en un manuscrito siguiendo las normas de publicación establecidas.

Seguidamente, debemos facilitarles posibles temas de investigación, en el ámbito de la Biología, que susciten su interés y que posean cierta complejidad, facilitando todo tipo de apoyos y nuestra total colaboración en cualquiera de las fases de la investigación (bibliografía, programas informáticos, discusión crítica durante el diseño de los experimentos, ayuda en la realización de análisis estadísticos,...). Naturalmente, el grado de complejidad de la investigación es algo que los equipos de trabajo, constituidos normalmente por 2 ó 3 personas, eligen libremente en función de sus intereses y posibilidades. Lo cierto es que muy frecuentemente y con el apoyo suficiente realizan investigaciones con alto grado de complejidad. Remitimos al lector a Ciencia y Aula si desea consultar los artículos elaborados por los alumnos ([http://usuarios.lycos.es/auladeciencias/revista\\_ciencia\\_aula.html](http://usuarios.lycos.es/auladeciencias/revista_ciencia_aula.html)).

### **Evaluación de los manuscritos.**

La evaluación de los manuscritos en los que los alumnos presentan sus investigaciones pretende mostrar al estudiante el modelo comúnmente seguido por las revistas científicas internacionales. De este modo, pueden conocer el tipo de revisión que experimentan los científicos cuando pretenden publicar sus trabajos en una revista científica (Tabla 1). Es también un modo de realizar una revisión crítica del trabajo, aportando sugerencias que contribuyan a la mejora del mismo. Así, los autores pueden perfeccionarlo, reelaborarlo y someterlo a un nuevo proceso de revisión antes de su aceptación definitiva.

La evaluación propuesta tiene la ventaja de proporcionar información al alumnado que le permitirá mejorar y ampliar el conocimiento que tiene de sí mismo y de su trabajo. Además, la valoración que realiza esta evaluación tiene en cuenta todo el proceso seguido por el alumnado, de modo que las conclusiones alcanzadas permiten mejorar el rendimiento de los estudiantes (Orden, 1985; Belmonte, 1996). En la evaluación, como sugiere Belmonte (1996), se pretende proporcionar al alumnado datos que:

- Le faciliten el conocimiento de sus propias posibilidades, así como de sus carencias.
- Motiven su actividad en el proceso de enseñanza-aprendizaje al conocer su evolución y mejora progresiva.
- Aumenten su autonomía y protagonismo en el proceso de autoformación.

- Le permitan reorientar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el cual él es protagonista.

### **Valoración.**

Ante la estructura curricular de las ciencias el docente ha de cuestionarse sobre lo que desea enseñar cuando enseña ciencia. La enseñanza de las ciencias está directamente relacionada con la alfabetización científica y la educación para la ciudadanía (Aguilar, 1999), formando personas más críticas, responsables y comprometidas con el mundo y sus problemas (Martín-Díaz, 2002).

No obstante, el carácter propedéutico del Bachillerato debe concretarse en unos altos niveles de conocimiento y en una exigencia académica propia de esta etapa post-obligatoria, que nos demanda objetivos adicionales. Hemos de adoptar unos planteamientos que, contribuyan a profundizar y ampliar los conocimientos desarrollados en Enseñanza Secundaria Obligatoria, incorporando la perspectiva analítica propia de las disciplinas científicas, así como un mayor rigor en la formulación del conocimiento. Partiendo de esta base, si nuestro propósito es que los alumnos muestren una actitud científica, seguramente la simple transmisión de contenidos no es la mejor estrategia para lograrlo. Conviene, por lo tanto, diseñar una estrategia de enseñanza de las ciencias experimentales coherente con el modo de producción del conocimiento científico (Fumagalli, 1993).

Esta experiencia educativa pretende contribuir a la mejora de la calidad en la enseñanza de las ciencias a través de la innovación. Es posible facilitar una renovación en las aulas de ciencias promoviendo en clase trabajos de investigación dirigida, que permitan a los alumnos cuestionarse la realidad mediante la emisión de hipótesis y el diseño de experimentos (Barrios, 1997). El educador ha de promover la discusión y ha de mediar en el proceso, facilitando estrategias que les permitan enfocar su investigación y les ayude a valorar las posibles soluciones a las dificultades que inevitablemente surgen en todo proceso científico. Esta forma de trabajar es enriquecedora puesto que no genera en los estudiantes la idea de un conocimiento acabado y rígido impuesto desde el docente. Al mismo tiempo, este modo de trabajar en equipo, en el que el educador es un mediador en todo el proceso, permite una relación más cercana y dialogante que estimula las relaciones interpersonales.

El hecho de que sean los propios alumnos los que se cuestionen sobre la realidad, estudiándola mediante sus propios diseños experimentales, sin que el educador condicione la temática de las investigaciones, permite atender a la diversidad de intereses e inquietudes científicas del alumnado. Esto posibilita

un mayor grado de implicación de los estudiantes en la tarea, puesto que su motivación es mayor, logrando resultados altamente satisfactorios y de notable calidad. Su motivación e interés por el proyecto les lleva, en algunos casos, a un grado mayor de exigencia. Así, por ejemplo, al escribir el artículo científico deciden incluir dos resúmenes, uno en español y otro en inglés, o bien optan por escribir todo su trabajo en inglés.

Resulta de interés que todo el proceso de investigación sea interdisciplinar. Múltiples materias se ven involucradas además de la Biología. Consultan bibliografía escrita en inglés, escriben todo o parte de su trabajo en este mismo idioma, utilizan conceptos característicos de otras ciencias, aprenden a redactar textos científicos, manejan herramientas estadísticas e informáticas, aparatos de medida,...

Finalmente, los alumnos se ven obligados a poner en práctica diversos procesos intelectuales propios de la investigación científica cuyo dominio facilita su utilización fuera del ámbito científico. Por ejemplo, la capacidad de observación, comparación y descripción, el pensamiento crítico, la búsqueda de información y el rigor del razonamiento. De este modo, este proceso puede también contribuir a lograr una educación para la ciudadanía (Aguilar, 1999; Martín-Díaz, 2002).

## **BIBLIOGRAFÍA**

- AGUILAR, T. (1999): *Alfabetización científica y educación para la ciudadanía*. Madrid, Narcea.
- ALEJANDRO ALFONSO, C. A., SÁNCHEZ RUIZ, R. y HERRERA LEMUS, K. (2004): Familiarización de los estudiantes con la actividad científico-investigadora: Método dinámico para caracterizar el movimiento de traslación de un cuerpo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 3, nº 1. <http://www.saum.uvigo.es/reec>
- AUSUBEL, D., NOVAK, J. y HANESIAN, H. (1983): *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México, Trillas.
- BARRIOS, A. M. (1997): Reflexiones epistemológicas y metodológicas en la enseñanza de las Ciencias para todos. *Proyecto Principal de Educación*, boletín 44, 24-30.
- BELMONTE, M. (1996): *La práctica de la evaluación en la enseñanza secundaria obligatoria. Aplicación al área de Ciencias Experimentales*. Bilbao, Ediciones Mensajero.
- FUMAGALLI, L. (1993): *El desafío de enseñar ciencias naturales*. Buenos Aires, Editorial Troquel, S.A.

- HODSON, D. (1994): Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 299-313.
- MARTÍN-DÍAZ, M. J. (2002): Enseñanza de las ciencias ¿Para qué?. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 1, nº 2. <http://www.saum.uvigo.es/reec>
- ORDEN, A. DE LA (1985): *Investigación educativa. Diccionario de Ciencias de la Educación*. Madrid, Anaya.
- ROJAS GARCIDUEÑAS, M. (2000): La ciencia y la sociedad mexicana. *Ciencia UANL*, 4, 127-129.
- VALDÉS, R. y VALDÉS, P. (1994): Utilización de los ordenadores en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 412-415.

---

\* Dr. Francisco Javier Diego-Rasilla  
Departamento de Biología Animal, Universidad de Salamanca.  
Colegio Marista Champagnat, Salamanca.  
[fjdiego@herpetologica.org](mailto:fjdiego@herpetologica.org)

## Anexos

<b>Ciencia y Aula</b>						
<b>Hoja de evaluación</b>						
Revisor:						
Autor(es):						
Título del manuscrito:						
<b>Informe del revisor</b>						
	<b>(No 1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5 (Si)</b>	
1. ¿Presenta el manuscrito un material original?	( )	( )	( )	( )	( )	
2. ¿Es acertado el razonamiento teórico?	( )	( )	( )	( )	( )	
3. ¿Es lógico el orden de presentación?	( )	( )	( )	( )	( )	
4. ¿Han sido aplicadas correctamente las pruebas estadísticas?	( )	( )	( )	( )	( )	
5. ¿Son necesarias todas las figuras y tablas?	( )	( )	( )	( )	( )	
6. ¿Están las conclusiones relacionadas con los datos aportados?	( )	( )	( )	( )	( )	
7. ¿Ha sido convenientemente revisada la bibliografía?	( )	( )	( )	( )	( )	
8. ¿Es amena la lectura del artículo?	( )	( )	( )	( )	( )	
9. ¿Cumple el manuscrito las normas de publicación establecidas?	( )	( )	( )	( )	( )	
10. ¿Existe algún problema ético relacionado con la investigación?	( )	( )	( )	( )	( )	
<b>Recomendación</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
¿Cómo valora el contenido y la presentación de este manuscrito?		( )	( )	( )	( )	( )
Este manuscrito debiera ser:						
<input type="checkbox"/> Aceptado						
<input type="checkbox"/> Aceptado, sujeto a pequeñas correcciones						
<input type="checkbox"/> Aceptado, sujeto a importantes correcciones						
<input type="checkbox"/> Rechazado. Debe ser reelaborado y sometido a un nuevo proceso de revisión						
<input type="checkbox"/> Rechazado						
<b>Comentarios para los autores:</b>						

**Tabla 1. Hoja de evaluación de los manuscritos presentados por los alumnos.**