

## EL ALUMNADO COMO PROTAGONISTA DE LA JORNADA CIENTÍFICA SOBRE EL AGUA

*M<sup>a</sup> Ángeles Sánchez Guadix y M<sup>a</sup> Begoña Carretero Gómez*

*IES Isabel la Católica Guadahortuna Granada*

[Recibido en Marzo de 2008, aceptado en Junio de 2008]

### RESUMEN<sup>(Inglés)</sup>

*Presentamos una nueva experiencia desarrollada en nuestro centro, el IES Isabel la Católica, para fomentar el interés por la ciencia, combinando las estrategias propias de las competencias científicas y lingüísticas con la divulgación. El hilo conductor de la misma ha sido el agua y el desarrollo sostenible, tema de gran actualidad, propicio para un tratamiento interdisciplinar y apto para impulsar la alfabetización científica.*

**Palabras claves:** *agua y desarrollo sostenible; investigación escolar; informe Pisa; alfabetización y competencias científicas; evaluación.*

### INTRODUCCIÓN

Ya viene siendo habitual en nuestro centro celebrar unas jornadas científicas (Carretero, 2006; Carretero y Sánchez 2007, Carretero y Sánchez 2008) con el objetivo principal de acercar la ciencia al alumnado. Este año el nexo común de los talleres ha sido el agua y el tratamiento interdisciplinar que ofrece este tema, principalmente por dos razones:

- Los alarmantes resultados arrojados por el estudio Pisa, especialmente en el caso de Andalucía, nuestra comunidad. En dicho informe se evalúa, no de forma curricular, la funcionalidad de lo aprendido por los jóvenes para responder a situaciones reales que se plantean en la vida cotidiana y que se encontrarán en la vida adulta. (Informe Pisa 2006)
- La celebración de la Exposición Internacional de Zaragoza. Precisamente por su carácter de internacional, y no universal, debe girar en torno a un tema de gran interés y el elegido ha sido el agua y el desarrollo sostenible. Éste será el hilo conductor al que se atenderán tanto los contenidos expositivos como los espectáculos que aporten la parte más lúdica. Los pilares de esta exposición son el medioambiente, la cooperación internacional para el desarrollo y las dimensiones tecnológicas y económicas del agua y el desarrollo sostenible.


Esto último nos aporta una nueva justificación para elegir estos importantes temas para la formación integral de las personas, más teniendo en cuenta que nos

encontramos en plena Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014) según la UNESCO. Ahora bien, es la primera razón la que nos obliga a reflexionar, una vez más, sobre la funcionalidad de los contenidos que impartimos en el centro, y puesto que éste es de secundaria obligatoria, a dejar de primar sobremanera el carácter propedéutico de los mismos, por otra parte en crisis (Furió y otros, 2001; Acevedo, 2004). Tampoco queremos quedarnos en hacer sólo ciencia divulgativa, recreativa o divertida, que aunque loable, nos parece quedarnos en las anécdotas sin conseguir una verdadera alfabetización científica como la propugnada en la Declaración de Budapest: "*Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad, a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a la aplicación de los nuevos conocimientos*".

## MÉTODO DE TRABAJO

Ante esta situación era necesario replantear tanto los contenidos como la metodología así como las formas de evaluación, sin olvidarnos de la parte divulgativa.

En cuanto a los contenidos nos decantamos pronto por una perspectiva CTS (Ibarra 2007), y tendría que ser el propio alumnado quien determinase qué asuntos iba a abordar para preparar una exposición para el resto de sus compañeros y compañeras. Lo primero era investigar usando los distintos medios a su alcance, tanto por parte de las TICs, como por otros más clásicos: libros de texto (centrándose fundamentalmente en experiencias prácticas cuyo protagonista fuese el agua y el fundamento teórico de las mismas), publicaciones periódicas (centrada en noticias medioambientales relativas al recurso agua), etc.




■ **pH BASICO:**

- Mayor presencia de iones  $\text{OH}^-$  (mujeres gordas).  
Esto provoca: problemas de incrustación tapando tuberías y EQUIPOS. También se forman sarros y manchas blancas en paredes y pisos.
- El **CLORO** deja de actuar en forma germicida aunque se tenga presencia de **CLORO LIBRE**.
- En el **USUARIO** provoca deshidratación en la piel (resequedad).

■ **pH ACIDO:**

- Mayor presencia de iones  $\text{H}^+$  (Hombres con hambre).  
Esto provoca: problemas de corrosión en los EQUIPOS y TUBERIAS, disolviéndose los METALES en el agua los cuales al oxidarse le imparten coloración.
- El **CLORO** se torna mucho mas agresivo liberandose (gastandose) con mayor rapidez.
- En el **USUARIO** provoca irritación en ojos, piel y vías respiratorias.



**Figura 1.-** El panel de la figura expone la necesidad de regular el pH del agua de la piscina.

Pronto se vio abrumado por las numerosas posibilidades de trabajo, así que hubo que consensuar dos grandes temáticas: el agua en los ecosistemas y la parte lúdica del agua. Se dejaban en el tintero otras cuestiones de importancia por lo que se optó por que éstas fueran expuestas en paneles. Dichos paneles temáticos completarían los talleres prácticos, facilitando la generalización de conclusiones y aplicaciones prácticas de los mismos.

a) Los protagonistas

El alumnado de diversificación curricular, tanto de tercero como de cuarto, así como el perteneciente a la asignatura de Biología y Geología de 4º de la ESO, ha sido el encargado de preparar y desarrollar los talleres científicos para el resto de la comunidad educativa. Han sido ellos y ellas fundamentalmente por la necesidad de motivación, por la necesidad de fomentar actitudes positivas hacia el estudio y, no menos importante, para poner en juego la parte afectiva del conocimiento y potenciar su autoestima (Vázquez y Manassero, 2007).

b) La investigación

Se trataba de hacer la ciencia que sirva para aprender, creando el escenario adecuado para que lo que haga, piense y escriba esté relacionado significativamente y a la vez, sea lo que requiere el currículo (Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999). Con esta premisa, y de forma semidirigida, se fueron seleccionando contenidos y experiencias entrando en el mundo de la ciencia en la medida que el alumnado tenía la necesidad de utilizar los instrumentos conceptuales y procedimientos que la cultura científica ha ido construyendo, entidades para hablar, escribir y leer, es decir para comunicarse (Sardá y Sanmartí, 2000). La forma de dirigir al alumnado estaba basada en las sugerencias de Campanario (2001) de cómo trabajar con los libros de texto o con otras informaciones extraídas de Internet. Así el alumnado generaba y clasificaba preguntas, imaginaba o modificaba experimentos, buscaba la teoría que está detrás de un dato experimental..., y sobre todo toma conciencia del carácter constructivo del propio aprendizaje calibrando la propia comprensión y la aplicación de lo aprendido.

Como el proceso de investigación tenía que acabar en una exposición al resto de compañeros y compañeras del centro, la forma más adecuada era a través de prácticas que facilitaran la comprensión, primando el carácter manipulativo de las mismas, tal como lo se puede encontrar en una feria científica o en un museo interactivo de ciencia. Por lo tanto el diseño de estas experiencias tenía un gran nivel de apertura: era una investigación abierta y cooperativa, que después se presentaría como una demostración (Jiménez, Llobera y Llitjós, 2005).

c) Los temas y experiencias escogidos

Una vez organizado el alumnado del centro por grupos, este fue pasando alternativamente y por orden por:

- La presentación de la jornada: De forma amena y motivadora el alumnado reparaba en la importancia cultural de los temas que íbamos a tratar gracias a paneles en los que se podían leer numerosos refranes populares sobre el agua, así como, a través de la dramatización dibujada de un cuento alusivo a la dependencia del planeta del agua, titulado "La casa del Sol y la Luna" (Figura 2).

- Un primer taller sobre el agua y los ecosistemas: en dicho taller se visualizó con una maqueta el ciclo del agua, se construyeron filtros de agua como paso previo a la potabilización y se debatió sobre ella, se realizaron experiencias sobre la circulación de la savia bruta en las plantas, se trabajaron distintas propiedades térmicas del agua o su poder disolvente, se construyeron psicómetros y se reflexionó sobre buenas prácticas medioambientales. Asimismo, se estudió la sed biológicamente y cómo es el proceso físico de beber. Terminamos construyendo una sencilla máquina de diálisis (Figura 3).



**Figura 2**



**Figura 3**

- Un segundo taller, en el que se trató la parte más lúdica del agua estudiando Física y Química en la piscina. Se trabajó y demostró el Principio de Arquímedes, así como la dependencia de la flotabilidad con la densidad, se realizaron experiencias sencillas para averiguar qué era el centro de gravedad y el centro de empuje, y así valorar, por ejemplo, la técnica de la natación sincronizada. Vimos cómo disminuir la fricción o el rozamiento, facilitar la propulsión en el agua...; en definitiva, se aplicaron los principios de Newton a la natación. Se razonó sobre la necesidad de mantener el agua de una piscina y se presentaron experiencias relativas a la desinfección, control de pH, alcalinidad..., siendo especialmente llamativos los cambios de color de las sustancias indicadoras obtenidas con vegetales y flores, o del sulfato de cobre con la orina (Figura 4).



**Figura 4**

- Exposición de conclusiones y aplicaciones sobre lo aprendido. Una vez que el alumnado había pasado por estos talleres, se encontraba con una exposición presentada en forma de preguntas. Se les invitaba a reflexionar sobre lo aprendido y a aplicarlo en casos prácticos y cotidianos. De cualquier forma se le ofrecía una respuesta y se establecía un debate (Figura 5).



**Figura 5**

## **EVALUACIÓN**

La parte fundamental de esta experiencia fue la evaluación de los conocimientos adquiridos a través de la investigación. Nos referimos al término investigación como la forma de aprendizaje a través de la cual el alumnado desarrolla habilidades y actitudes que le permiten generar, organizar y valorar el conocimiento. El objetivo final es el desarrollo de estudiantes independientes equipados con los contenidos, habilidades y actitudes necesarias para vivir en un medio en constante cambio, cuestión ésta ampliamente estudiada en didáctica de las ciencias experimentales desde hace décadas (George, Dietz y Abraham, 1977; Chamizo e Izquierdo, 2007).

De nuevo nos remitimos al Informe Pisa para tomar de referencia la definición de alfabetización que él se plantea: la formación o preparación acumulada hasta una determinada edad que proporciona a la persona un bagaje suficiente para enfrentarse a lo retos de la vida real. No se define en términos del conocimiento curricular sino en términos de conocimientos y habilidades necesarias para una participación plena. Por otra parte, se introduce el concepto de competencia como la capacidad de los estudiantes de aplicar conocimientos, destrezas y habilidades y de analizar, razonar y transmitir ideas con eficacia al tiempo que plantean, resuelven e interpretan problemas en situaciones diferentes.

En Pisa se define la competencia científica como la capacidad para emplear el conocimiento científico para identificar preguntas y extraer conclusiones basadas en hechos, con el fin de comprender y poder tomar decisiones sobre el mundo natural y sobre los cambios que la actividad humana produce en él. El desarrollo de un conocimiento científico implica comprender los elementos característicos del área (lenguaje científico, tablas, gráficos, diagramas, etc.) y también aprender a utilizarlos para resolver problemas en una gran variedad de situaciones sociales.

Con estas premisas se procede a calificar a cada miembro de los grupos de tercero y cuarto de diversificación. Con anterioridad era conocido que una de las características fundamentales del trabajo cooperativo que desarrollaban era la responsabilidad

individual, que sólo existe cuando se evalúa el rendimiento de cada cual personalmente, ya que si este ajuste no se realizaba, quienes hubiesen optado por una actitud pasiva recibirían la misma calificación que quienes hubiesen mostrado gran actividad y trabajo, lo que es injusto (Jiménez, Llobera y Llitjós, 2005).

La evaluación se ha centrado en tres aspectos: las destrezas en la investigación bibliográfica, las habilidades de la investigación experimental y las capacidades orales durante la exposición pública.

Con respecto a las *destrezas en la investigación bibliográfica* se ha realizado un seguimiento a través del cuaderno del profesorado que incluía aspectos tales como:

- Selección de la información distinguiendo lo relevante de lo accesorio, la opinión de la teoría, la ciencia de la pseudociencia publicitaria...
- Organización de la información de forma inteligible y crítica.
- Generación y clasificación de preguntas.
- Relación entre hechos y experimentos.
- Búsqueda de la teoría que justifique diversos hechos.
- Interrelación entre estos hechos, experimentos y teorías con la vida cotidiana.

Con respecto a la valoración de las *habilidades propias del ámbito de la investigación experimental* y de acuerdo con la bibliografía a la que va unida indiscutiblemente, se estableció una escala de análisis que incluía aspectos tales como:

1. Observación.

- a) Recogida de datos empleando todos los órganos de los sentidos.
- b) Expresión y registro de las observaciones en términos cualitativos y cuantitativos.
- c) Comparación. Desarrollo de la capacidad para reconocer y establecer semejanzas y diferencias entre objetos y fenómenos.

2. Identificación.

- a) Selección entre varias alternativas de una secuencia experimental.
- b) Diseño de un método que permita medir propiedades.

3. Clasificación.

- a) Formar conjuntos basándose en una o más de las propiedades o hechos observados.
- b) Construcción de gráficos a partir de una tabla de datos.
- c) Medición o capacidad para cuantificar una observación utilizando un marco de referencia.

4. Inferencia.

- a) Formulación de un juicio a partir de una serie de observaciones y comparaciones.

- b) Interpretación de tablas de datos. En algunas tablas los datos eran obtenidos por el propio alumnado, caso del estudio de la dependencia de la flotabilidad de los cuerpos, y otras venían establecidas, como en el caso del estudio de la humedad relativa con un higrómetro. Se valoró en ambos casos el uso de las mismas como recurso para ordenar datos, observar dependencias de variables, facilitar el trabajo, etc...
- 5. Predicción o habilidad para anticipar la ocurrencia de un acontecimiento basándose en observaciones previas.
- 6. Verificación o capacidad para someter a prueba el grado de precisión de una predicción.
- 7. Formulación de hipótesis o respuestas a un problema partiendo de una serie generalizada de observaciones y comparaciones.
- 8. Aislar variables.
  - a) Discriminación, entre varios factores, aquellos que afectan o no al resultado de un experimento.
  - b) Identificación de aquellos factores que se mantienen constantes y los factores o variables que se manipulan.
- 9. Experimentación.
  - a) Planificación y ensayos que pongan a prueba la hipótesis.
  - b) Utilización de los resultados obtenidos y establecer una posible respuesta para el problema planteado.

Con respecto a las *capacidades orales* en la exposición pública se han tenido en cuenta aspectos, tales como, si la explicación concretó los objetivos de un experimento, resumió lo esencial del mismo, explicó el uso de un determinado instrumento o material, justificó la necesidad de simplificar para su estudio la realidad, discutió e interpretó correctamente los datos y resultados, presentó correctamente conclusiones, favoreció el debate y fue amena.

## **CONCLUSIÓN**

Se desarrolla mejor la comprensión conceptual y se aprende más acerca de la naturaleza de la ciencia cuando se participa en investigaciones científicas, con tal de que haya suficientes oportunidades y apoyo para la reflexión. Un aliciente añadido es comunicar el resultado de nuestro trabajo al resto de la comunidad educativa. El único y más importante problema es la falta de costumbre tanto por nuestra parte, lo reconocemos, como por parte del alumnado, en esta forma de trabajar y aprender. Estamos en el camino y de los errores aprendemos.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ACEVEDO DÍAZ, J. A (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica de la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza*

- y *Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), pp. 3-16. En línea en: <http://www.apac-eureka.org/revista>.
- CAMPANARIO, J. M. (2001). ¿Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de actividades poco convencionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), pp 351-364.
- CARRETERO, M. B. y SÁNCHEZ M. A. (2007). Recuperar el afán de conocimientos de leonardo da vinci en la era de las nuevas tecnologías: arte, ciencia y vida cotidiana. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 4(3), pp 526-538. En línea en: <http://www.apac-eureka.org/revista>.
- CARRETERO, M. B. (2006) Celebremos el primer centenario de la teoría de la Relatividad conociendo los científicos y su trabajo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 3(2), pp 287-299. En línea en: <http://www.apac-eureka.org/revista>.
- CARRETERO, M. B. y SÁNCHEZ M. A. (2008). Talleres para celebrar la semana de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 5(1), pp 62-74. En línea en: <http://www.apac-eureka.org/revista>.
- CHAMIZO, J. A. e IZQUIERDO, M. (2007). Evaluación de las competencias de enfoque científico. *Alambique*, 51, pp 9-19.
- FURIÓ, C.; VILCHES, A.; GUIASOLA, J.; ROMO, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la Secundaria Obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19, pp. 365-376.
- GEORGE, K.D., DIETZ, M.A., ABRAHAM, E.C. (1977). *La enseñanza de las ciencias naturales. Un enfoque experimental para la educación básica*. Aula XXI Santillana. Madrid.
- IBARRA, J. (2007). Nuevos contenidos educativos sobre el agua y los ríos desde una perspectiva CTS. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3). En línea en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/Volumenes.htm>.
- IZQUIERDO, M. SANMARTÍ, N. Y ESPINET, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), pp 45-59.
- JIMÉNEZ, G., LLOBERA, R. Y LLITJÓS, A. (2005) Los niveles de abertura en las prácticas cooperativas de química. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(3). En línea en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/Volumenes.htm>.
- SARDÁ, J., SANMARTÍ, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3) pp 405-422.
- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (2007). Las actividades extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 9 (1). En línea en: <http://redie.uabc.mx/vol9no1/contenido-vazquez3.html>

## **STUDENTS AS PROTAGONISTS OF THE SCIENTIFIC DAY ABOUT THE WATER**

### **SUMMARY**

*This paper presents a new research experience at IES Isabel la Católica. We want our students to be interested in science. To fulfil this main objective, we have combined different scientific and linguistic strategies with science divulgation. Water and sustainable development have been the conductors of these activities. This has been a very interesting and interdisciplinary experience to work on. At the same time, it has been a good opportunity to improve the scientific behaviour.*

**Keywords:** *water and sustainable development; scholar researches; Pisa report; scientific behaviour; scientific competence; evaluation.*