

# COMO INTRODUCIR LAS TIC EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

**TRAYER, MANEL; SOLBES, JORDI y SOUTO, XOSE**

IES S. Vicent Ferrer (Algemesí), IES Rodrigo Botet (Manises), IES Ballester Gozalbo (Valencia).

---

**Palabras clave:** NTIC; Implicaciones sociales; Enseñanza de las ciencias.

## INTRODUCCIÓN

El uso de las TIC en la enseñanza secundaria y primaria en nuestro país es muy escaso (Solbes et al., 2004). Pero no se trata de usarlas porque están de moda sino en la medida que la utilización de las TIC en la educación responde a la búsqueda de soluciones para los problemas planteados en el campo de la investigación educativa, es decir, en la medida que las TIC contribuyen al aprendizaje significativo de los estudiantes y a la construcción reflexiva de sus conocimientos (Pontes, 1999) y a facilitar la atención personalizada, la retroalimentación y el trabajo en el aula necesarios para mejorar el aprendizaje (Sanmartí e Izquierdo, 2001). Porque el uso de las TIC no es una garantía de aprendizaje significativo, aunque parece ejercer un efecto favorable en la motivación, efecto que tiende a desaparecer cuando las cosas dejan de ser una novedad.

Esto nos permite plantear los siguientes problemas: ¿qué TIC se pueden utilizar en la enseñanza de las ciencias?, ¿cómo hacerlo para cambiar las ideas de los estudiantes sobre las TIC?

La primera de estas cuestiones ha sido contestada por muchos autores (Valdés y Valdés, 1994; Pontes, 1999; Sanmartí e Izquierdo, 2001), que han realizado una selección de las TIC que puedan ser coherentes con el enfoque constructivista, ya que nadie parece descartar su uso por el creciente papel que están teniendo las TIC en la sociedad. Señalan las siguientes:

- a) la utilización de programas para la realización de trabajos (tratamiento de textos, presentación y análisis de resultados, es decir, tablas, gráficas, etc., mediante hojas de cálculo, etc.). Sin embargo, se plantea el problema de que los alumnos sepan utilizarlas, lo que quizá limite su uso al Bachillerato (salvo el procesador de textos)
- b) los programas tutoriales de EAO, que incluyen información, ejercicios, problemas, como un libro de texto, y programas de simulación y posibilidades de evaluación (controlan el ritmo de trabajo, los fallos cometidos en las actividades, etc), pero como son muy cerrados, no se adaptan al profesor y, por ello, se recomiendan sólo como instrumentos de repaso y autoevaluación.
- c) los programas de simulación se basan en la representación mediante modelos del funcionamiento de un sistema determinado. Son particularmente interesantes los interactivos, que permiten modificar variables del sistema y obtener resultados que muestran la influencia de dichas variables en el sistema y se recomiendan para sistemas cuyo tratamiento en la realidad plantea grandes dificultades

d) el laboratorio asistido por ordenador (LAO) en el que se utilizan sistemas informáticos para la adquisición y tratamiento de datos y control de aparatos e instrumentos. En la secundaria, pese a las expectativas iniciales que despertó su utilización y a sus grandes prestaciones (acceso a experiencias rápidas y lentas, representación y ajuste de gráficas, etc.), lo cierto es que se han implantado muy escasamente por su coste y por la obsolescencia del material informático.

e) Internet, facilita mucho el acceso a la información (páginas web de todo tipo). El principal problema es la sobreabundancia de la misma, lo que hace necesario saber buscar la información, saber seleccionarla y procesarla, es decir, transformarla en conocimiento, lo que no es nada fácil ni siquiera para el propio profesorado. También facilita la comunicación (correo electrónico, chats, etc.), lo que permiten la interacción con personas y escuelas de todo el mundo.

En cuanto al 2º problema nuestra hipótesis afirma que es posible realizar un tratamiento con las y los estudiantes de secundaria y bachillerato que muestre los fundamentos físicos de las TIC y sus múltiples posibilidades y que les haga conscientes de sus implicaciones sociales.

En efecto, la simple utilización de las TIC en las clases de ciencias, en particular, de las que acabamos de enumerar, contribuiría a alfabetizar a los y las estudiantes en las TIC, pero sería una alfabetización acrítica, porque no cambiaría las ideas de los y las estudiantes que hemos detectado (Solbes et al 2004).

## **DISEÑO**

El tratamiento se ha realizado con 18 alumnos de Física Aplicada, una materia optativa de 2º de Bachillerato del "País Valencià" que incluye temas como Aproximación al trabajo científico, Sólido rígido, Termodinámica, Corriente continua y alterna, Electrónica (y Fluidos que no se impartido), con un enfoque predominantemente experimental y CTS.

En clase se han utilizado las siguientes TIC: programas como Word (todos los alumnos) para la realización de las memorias de los trabajos prácticos y como Excell (algunos alumnos), para el tratamiento con gráficas y tablas de los datos de dichas memorias; simulaciones para el tratamiento en clase de fenómenos no accesibles en el laboratorio, por ejemplo, algunos de Física moderna como los pozos de potencial periódicos y sus niveles energéticos (bandas) y funciones de onda (periódicas); búsqueda de información para la exposición en clase de un tema, "las máquinas térmicas: problemas y alternativas" (por ejemplo, los nuevos motores de hidrógeno). No se han utilizado materiales de Laboratorio Asistido por Ordenador (LAO), no disponibles en el centro, ni programas de Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO).

En todo el curso se han realizado actividades CTS (3 o 4 por tema) que permiten una visión más contextualizada y crítica de la Física. En particular, en el tema de electrónica se ha mostrado el papel de la Física (desde las ondas electromagnéticas y los satélites a la microelectrónica y la fibra óptica) en el desarrollo de las TIC (especialmente ordenadores e Internet). Así mismo se han realizado actividades sobre los siguientes temas: "Las primeras redes de telecomunicación", "La electrónica y sus aplicaciones", "Los ordenadores", "Las TIC y la globalización" (Solbes 2002) y que, sin responder explícitamente a las preguntas del cuestionario, han permitido a los alumnos reflexionar sobre las implicaciones sociales y ambientales de las TIC, sin limitarse meramente a su uso descontextualizado.

Al finalizar el tratamiento, se les ha pasado el mismo cuestionario que a los estudiantes del grupo de control de Bachiller constituido por N=97 alumnos, pertenecientes a 2 grupos de Ciencias y 2 de Humanidades.

## RESULTADOS

Los ítems del cuestionario se pueden ver a continuación. Los resultados se presentarán en el Congreso.

1. *¿Tienes ordenador? ¿Está conectado a Internet?*
2. *¿Qué tecnologías han hecho posibles el ordenador e Internet?*
3. *En que aspectos de tu vida utilizas el ordenador e Internet*
4. *El teléfono móvil e Internet ¿te ofrecen más libertad? ¿Por qué?*
- 5.1. *¿Conoces algún organismo que controle Internet?*
- 5.2. *¿Pueden conocer lo que tú chateas o comunicas por e-mail a otras personas?*
- 6.1 *¿Qué entiendes por globalización?*
- 6.2. *¿Cómo contribuyen las TIC a la globalización?*
7. *¿Las TIC han dado lugar a nuevas profesiones y nuevos negocios para los jóvenes? Enuméralas.*
8. *¿Crees que las TIC hacen que los jóvenes tengan menos puestos de trabajo? ¿Cómo?*
9. *¿Promocionan las TIC las desigualdades sociales? ¿Cómo?*
10. *¿Las TIC producen un aumento de la contaminación ambiental? Justifícalo*
11. *Cómo pueden mejorar las TIC la educación  
la democracia  
el ocio*

La muestra del grupo experimental es muy reducida (N=18) y, por tanto, es difícil realizar generalizaciones. Por otra parte, aunque el grupo control incluye alumnos de ciencias y humanidades y el experimental sólo de ciencias, pensamos que esto no puede afectar mucho a los resultados, ya que todos, salvo el ítem 2, hacen referencia a implicaciones sociales de las TIC. Por último señalar que se trata de un cuestionario más descriptivo que valorativo y eso dificulta la comparación del grupo control y del experimental. Pese a estas limitaciones podemos realizar las siguientes observaciones.

En la primera cuestión encontramos en ambos grupos que la gran mayoría de los alumnos de Bachillerato disponen de ordenador, pero sólo la mitad de ellos están conectados a Internet.

Los alumnos del grupo control de Bachillerato desconocen las tecnologías que han hecho posible el ordenador e Internet (ítem 2), como se puede comprobar por el elevado porcentaje de NS/NC (72.2 %). Sólo mencionan la electrónica (22.7 %) y líneas telefónicas y otras (15.5 %). La suma de porcentajes excede en poco de 100, lo que pone de manifiesto que pocos alumnos han dado más de una respuesta. Lo contrario sucede en el experimental donde el % de NS/NC se ha reducido al 11.1 %. El 66.7 % menciona la electrónica y el 88.9 % las líneas telefónicas y otras. En otras mencionan fibra óptica, almacenamiento magnético, CDs, etc., que apenas han sido mencionados por el grupo control.

En el ítem 3 todos los alumnos de Bachillerato dicen usar el ordenador e Internet, pero en el grupo experimental aumentan los que dicen usarlo para estudios. Por las diferencias con el ítem 1, cabe suponer que muchos alumnos acceden a Internet a través de los centros escolares, amigos, etc. Muy pocos alumnos utilizan el correo electrónico.

Muchos alumnos del grupo control Bachillerato coinciden en el tópico de que las TIC dan más libertad (ítem 4), porque estás más comunicado o por la comodidad que supone. En el grupo experimental son más conscientes de que a la vez estás más localizado y controlado y por eso aumenta el porcentaje de depende, ya que ellos se inclinaban por ambas opciones. Ninguno de ellos la deja en blanco (NS/NC).

A partir de aquí podemos señalar que en todos los ítems se ha producido una disminución de los NS/NC del grupo experimental.

En el ítem 5, encontramos que la mayoría del alumnado del grupo control desconoce que se controle Internet y en todo caso atribuyen el control a multinacionales (citan mayoritariamente Microsoft o

Telefónica y algunos Ono o los servidores). En menor medida mencionan a los gobiernos. Lo contrario sucede en el grupo experimental, donde la mayoría de ellos consideran que se está controlado. Ambos grupos desconocen el papel del ICANN, sociedad privada que elige su consejo de administración por votación entre cualquier usuario, que distribuye los dominios, acuerda los protocolos, etc. En el grupo control desconocen que se puedan conocer sus correos o chats, es decir, que no existe privacidad en Internet, pero atribuyen el control a particulares (los hackers). Por el contrario en el experimental son conscientes de que las multinacionales y los gobiernos pueden controlar la información que circula.

El ítem 6 pone de manifiesto que la globalización es un concepto de difícil comprensión para el alumnado. En el grupo de control de bachillerato muchos NS/NC. El resto de las respuestas se distribuyen en 3 grupos: los que hablan de una economía (o libre comercio) global sin valorarla o con una valoración positiva, los que mencionan comunicación global o mismo modelo de vida y los muy contados que hacen valoraciones críticas, hablando de una economía dominada por multinacionales o que beneficia a los países ricos. El % de los que realizan valoraciones críticas aumenta en el grupo experimental.

Respecto a las nuevas profesiones o negocios propiciados por las TIC (ítem 7) en el grupo control se mencionan muchas menos que en el grupo experimental de bachillerato. En ambos grupos la profesión más nombrada es la informática. También se mencionan programadores, profesores de informática, diseñadores de páginas Web.

En el ítem 8, en el grupo control del Bachillerato es superior el porcentaje del alumnado que opina que las TIC generan nuevos puestos de trabajo que los que opinan que los destruye. Estos últimos argumentan que los ordenadores (las máquinas en general) sustituyen a las personas. En el experimental encontramos que la mayoría piensan que crean y destruyen.

En el grupo control de Bachillerato la mayoría de alumnos opinan que las TIC aumentan las desigualdades sociales (ítem 9), porque generan personas y países retrasados o excluidos (out en concisa expresión de uno de ellos) y, sobre todo, porque son productos caros, problema al que ellos son directamente sensibles. En el grupo experimental en este caso la distribución es similar.

También hay bastantes alumnos del Bachillerato control que opinan que las TIC producen un aumento de la contaminación ambiental (ítem 10), sobre todo por la radiación de las antenas de telefonía móvil, tema de actualidad en el curso 2001-2, en el que se pasaron los cuestionarios, por el caso del colegio de Valladolid. Menos alumnos mencionan otras posibles formas de contaminación debidas a la fabricación y consumo de los ordenadores y otros dispositivos cuya rápida obsolescencia los transforma irremediablemente en residuos. Algunos mencionan el consumo de energía eléctrica. En el grupo experimental en este caso también la distribución es similar, aunque no mencionan tanto las antenas.

En el ítem 11 los estudiantes del grupo control de Bachillerato escriben frases que se pueden agrupar bajo el epígrafe de información. Pocos hablan de la enseñanza a distancia o de la utilización de Internet para facilitar el estudio. En el grupo experimental en este caso la distribución es similar. En ambos casos, ninguno habla de conocimiento, porque la mayoría de los estudiantes no son conscientes de la diferencia entre información y conocimiento.

En cuanto a las aportaciones a la democracia son muy desconocidas para todos ellos. Sólo se menciona su papel en votaciones y recuentos o en la difusión de ideas o noticias sin censura. Desconocen las posibilidades de la red para favorecer una democracia más participativa (con la posibilidad de intervenir en las discusiones y decisiones importantes para los ciudadanos), porque lo que más se ha desarrollado en ese campo son las páginas Web de propaganda de instituciones y partidos políticos. Incluso en estos últimos años en que Internet ha favorecido tanto la movilización (globalización alternativa, Prestige, guerra de Irak, etc.) no se menciona nada de ello. En el grupo experimental, como el ítem 11 aparecía en la página trasera de la hoja del cuestionario, algunos alumnos no se dieron cuenta de ello y no contestaron y, pese a ello, se ha reducido el % de NS/NC, incrementándose sensiblemente los restantes apartados.

En ocio, en el grupo control repiten las aportaciones mencionadas en la cuestión 3 (música, xat, juegos). Observamos que más estudiantes del grupo experimental de Bachillerato mencionan las implicaciones de las TIC en el juego, lo que disminuye el de NS/NC. En las otras 2 categorías los resultados son similares.

## **CONCLUSIONES**

Aunque los resultados de los grupos experimentales son provisionales hasta que podamos aumentar la muestra, lo que realizaremos a lo largo del presente curso, los resultados obtenidos ponen de manifiesto que se ha producido un ligero aumento del uso del ordenador e Internet en los estudios, un mayor conocimiento de los desarrollos científicos y tecnológicos que han hecho posibles el ordenador e Internet, así como de las implicaciones sociales y ambientales de las TIC.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- PONTES, A. (1999). Utilización del ordenador en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 19, pp. 53-65.
- SANMARTÍ, N. y IZQUIERDO, M. (2001). Cambio y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC. *Alambique*, 29, pp 71-84.
- SOLBES, J. (2002). *Les emprentes de la ciencia*. Alzira: Germania.
- SOLBES, J., SOUTO, X., TRAVER, N., JARDÓN, P. y RAMÍREZ, S. (2004). Visión del alumnado de las TIC y sus implicaciones sociales. *Investigación en la Escuela*, 54, pp 81-92.
- VALDÉS, P. y VALDÉS, R. (1994). Utilización de los ordenadores en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (3), 412-417.