

Aplicaciones de las nuevas tecnologías en la educación científica: análisis crítico, perspectivas y propuestas

ALFONSO PONTES

Internet va a modificar de forma radical muchos aspectos de la formación humana

Introducción

El rápido desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC), entre las que destaca Internet, está modificando en muchos aspectos el panorama educativo actual. En el plano estructural hay que destacar el continuo desplazamiento de muchas funciones educativas desde el ámbito escolar local (el centro, el aula, los profesores, los compañeros de clase...) hacia un ámbito transnacional, a través de la red informática mundial. En lo que concierne a la metodología de enseñanza y a los contenidos de la educación, también se abren nuevas perspectivas relacio-

nadas con las aplicaciones formativas de las nuevas tecnologías.

En diversos artículos se ha abordado el fenómeno de Internet, citando desde una perspectiva genérica algunas de las múltiples aplicaciones educativas (y de otro tipo) de esta nueva tecnología^(1,2). En otras obras más amplias se ha analizado el fenómeno de la red destacando su influencia en el plano económico, político, social, cultural y educativo⁽³⁾. En principio hay que considerar que Internet es una tecnología moderna que surge como consecuencia del avance científico en el campo de la informática y la telemática. Se trata de un producto elaborado por el ser humano para dar respuesta

a una serie de problemas científicos o técnicos y, por tanto, al igual que otros inventos (los aviones, los productos químicos, la ingeniería genética, la inteligencia artificial, los robots, ...) puede producir beneficios indudables para la humanidad, pero también puede originar problemas y riesgos que conviene valorar detenidamente.

En torno a los avances tecnológicos se producen, a veces, posturas enfrentadas entre quienes defienden siempre la tecnología como símbolo de progreso y quienes adoptan posturas tecnofóbicas, los cuales sólo subrayan los inconvenientes o los riesgos y problemas que originan. Para muchos expertos, Internet no es un producto positivo o negativo por sí mismo, ya que depende de la utilización concreta que se haga de esta tecnología⁽³⁾. A pesar de las múl-



Esteban © 2002

tiples aplicaciones de Internet, descritas en los citados trabajos, creemos que para sacar provecho de toda la potencialidad educativa de esta herramienta es necesario formar personas con sentido crítico y capacidad para aprender de forma autónoma y permanente, haciendo uso adecuado de las nuevas tecnologías.

Este objetivo supone un gran reto para el sistema educativo en general y para los profesores en particular, ya que no se trata sólo de enseñar a los jóvenes a usar el ordenador o a navegar por la red, sino que lo importante es proporcionarles la motivación y las herramientas intelectuales que les permitan manejar de forma adecuada las fuentes de información, para poder situarse en el camino del autoaprendizaje permanente. Por ello conviene adoptar una postura crítica ante las nuevas tecnologías, valorando tanto sus inconvenientes como sus beneficios en el campo de la enseñanza o de la formación en general, que es lo que se pretende realizar en este trabajo.

Aspectos problemáticos del uso educativo de Internet

El impacto de las NTIC en la sociedad de nuestro tiempo puede llegar a ser tan importante y transformador como lo han sido otros avances tecnológicos en el pasado (la máquina de vapor, el automóvil o la corriente eléctrica). Casi todas las tecnologías tienen sus ventajas e inconvenientes (el automóvil, por ejemplo, facilita el desplazamiento de las personas y les proporciona gran libertad pero produce ruidos, contaminación y accidentes de tráfico). Lo mismo ocurre con Internet, que presenta indudables beneficios para muchas personas pero también presenta algunos problemas o inconvenientes derivados de una utilización inadecuada.

Desde una perspectiva crítica, pero sin pretender caer en la tecnofobia, se pueden considerar una serie de riesgos relacionados con el uso de Internet, cuyo análisis debe llevarse a cabo de forma objetiva para intentar solucionar, con tiempo suficiente, los posibles problemas o inconvenientes. En

primer lugar, hay que señalar la existencia de una cantidad superabundante y cambiante de información, junto a la dificultad de seleccionar contenidos verdaderamente formativos para los jóvenes, tanto desde el punto de vista de los conocimientos como de los valores.

Un segundo problema a considerar es que Internet, junto con otros medios audiovi-

Internet proporciona un acceso rápido y cómodo a la mayor biblioteca informativa que ha estado a disposición de la humanidad en ninguna época

suales muy extendidos (CD-rom, TV, cine...), puede favorecer demasiado el desarrollo de un tipo de aprendizaje basado exclusivamente en la información audiovisual, que podría llegar a anular por completo las capacidades para el aprendizaje de tipo verbal y conceptual, relacionado con la lectura de un libro o la explicación de un profesor. Para algunos autores esto supone pasar de la cultura del «homo sapiens» a la del «homo videns»⁽³⁾. Si los jóvenes se acostumbran a procesar sólo la información que procede de la cultura icónica y audiovisual, que llega hasta el individuo de una forma más fácil, pero más rápida y probablemente más superficial, esto podría resultar letal para la supervivencia de la cultura del libro (de gran importancia para el desarrollo de la cultura, de las artes, de la ciencia, de la técnica y del conocimiento humano en general), ya que la lectura de un libro requiere un mayor grado de concentración para imaginar situaciones o para comprender ideas abstractas.

El posible predominio de la cultura audiovisual sobre la oral y escrita también resultaría una amenaza importante para la enseñanza transmisiva que practicamos todavía la mayoría de los profesores, basada generalmente en el discurso verbal (porque no sabemos o no podemos hacer otra cosa). Para algunas personas, esto no re-

-
- (1) ALAMÁN, X. (1998). *Internet: el impacto social de una tecnología*. INETemas, 11, pp.18-22
 - (2) GALLEGO, D.J., ALONSO, C.M., y RELINQUE, S. (2000). *Internet: ¿Territorio libre?* INETemas, 17, pp.28-31
 - (3) CEBRIÁN, J.L. (2000). *La Red*. Madrid: Punto de Lectura.

sultaría tan grave como la desaparición de la cultura del libro, porque puede que la metodología educativa de transmisión de conocimientos sólo sea útil para los alumnos de gran capacidad e interés, pero no favorezca la participación activa y la implicación de la mayoría de los jóvenes en el aprendizaje.

Este problema, que puede estar relacionado con el fracaso escolar y el desinterés de muchos alumnos por el aprendizaje, no tiene su origen necesariamente en las nuevas tecnologías pero es probable que el avance de la cultura audiovisual esté influyendo en el rechazo a las explicaciones del profesor en el aula. Por otra parte, la falta de ideas claras y la escasez en la asignación de medios materiales para integrar las NTIC de forma adecuada en la educación, y no de forma caótica o imprevisible, como parece ocurrir ahora, no ayuda demasiado a mejorar la situación. Por tanto, habría que utilizar de forma racional las nuevas tecnologías para servir de complemento a la acción docente, no para sustituir dicha acción, lo cual requiere mayor inversión en formación del profesorado y asignar mayores recursos a los centros de enseñanza.

Un problema de índole social y económica, pero que repercute lógicamente en el plano educativo, es la aparición de nuevas desigualdades entre las personas que aprenden en función de las posibilidades que tienen de acceder o no acceder a Internet y al uso de las NTIC en general. Esta desigualdad tiene su origen en las diferencias de

PC o una TV con conexión a Internet, como ocurre con otros productos tecnológicos de tipo doméstico (lámparas eléctricas, frigorífico, lavadora...), pero mientras llega ese día sería conveniente que los poderes públicos de cada país realicen un esfuerzo por incorporar de forma efectiva y generalizada el uso de las nuevas tecnologías dentro de los centros educativos.

Otros problemas relacionados con el desarrollo de Internet, que tienen menos relación con la educación, pero que conviene considerar y debatir son los que se refieren a la expansión y homogenización de los valores de la cultura dominante (norteamericana o anglosajona) a través del avance de las NTIC, junto al predominio generalizado del idioma inglés (muchas veces deformado) frente a otras lenguas. También hay que considerar el problema de la adicción enfermiza de muchos jóvenes a Internet, dedicando bastante tiempo y dinero a practicar, por entretenimiento o evasión, diversas actividades que no resultan demasiado formativas (tertulias en chats, juegos de ordenador, acceso a pornografía...) o que no favorecen una buena comunicación humana sino más bien lo contrario, es decir, aislamiento e incomunicación.

Beneficios o ventajas del uso de Internet en la educación

Todos los hechos comentados anteriormente ponen de manifiesto que la utilización de Internet implica una serie de problemas e inconvenientes que conviene tener en cuenta y tratar de resolver. No obstante, al hacer un balance crítico hay que ser objetivos y considerar también los aspectos positivos o beneficiosos que aportan las NTIC en muchos aspectos de la vida moderna y, sobre todo, en el plano educativo que es el que estamos considerando en este trabajo. En este sentido hay que comenzar señalando que Internet proporciona un acceso rápido y cómodo a la mayor biblioteca informativa que ha estado a disposición de la humanidad en ninguna época anterior.

Las posibilidades de utilizar este gran volumen de información con fines educativos o formativos son enormes, tanto desde el punto de vista individual (de la persona que necesita recoger cualquier tipo de información) como desde el punto de vista académico o colectivo (cuando diversos alumnos realizan actividades educativas propuestas por el profesor de una determi-

La utilización del ordenador como instrumento educativo auxiliar favorece la participación activa y el interés de nuestros alumnos por el aprendizaje

tipo socioeconómico y cultural que existen en todos los lugares, pero se produce en el plano formativo y repercute en la aparición de un nuevo tipo de analfabetismo (desconocimiento o exclusión del acceso a la red) y en el crecimiento de las diferencias culturales, sociales y económicas que separan a los individuos de una misma sociedad globalizada a nivel mundial. Es posible que el abaratamiento de los productos informáticos y telemáticos permita en el futuro que todas las familias puedan disponer de un

nada materia utilizando las NTIC para alcanzar unos objetivos de aprendizaje concretos). En el primer caso los usuarios de estas nuevas herramientas pueden ser estudiantes de diversos niveles (universidad, educación secundaria, formación profesional...), o también pueden ser adultos ya formados (investigadores, técnicos, médicos, profesores o profesionales de cualquier rama) que utilizan la gran biblioteca de la red para realizar cualquier tipo de consulta, relacionada con la adquisición de conocimientos que les resultan necesarios. En el segundo caso, cuando se utilizan las NTIC a nivel colectivo en el ámbito académico o escolar, los usuarios son alumnos de cualquier nivel que realizan una actividad de aprendizaje (consulta informativa, análisis, discusión...) organizada por un profesor y que está dirigida a lograr un fin educativo concreto en su área de conocimiento.

En lo que respecta a las posibilidades formativas que ofrecen las NTIC en el plano individual, además de poder consultar la gran biblioteca de la red o los materiales educativos de todo tipo, disponibles en diversos soportes informáticos, habría que destacar el creciente desarrollo de universidades y centros formativos de carácter virtual que permiten impartir conocimientos de todo tipo: cursos de máster y de postgrado, carreras universitarias completas mediante educación a distancia, asignaturas no presenciales de cualquier carrera, cursillos específicos sobre cualquier materia educativa o actividad profesional humana, vídeo-conferencias y apuntes u otros materiales educativos ubicados en la red para complementar la acción docente de un profesor, etc.

Si se analiza el proceso educativo desde una perspectiva transnacional, el hecho de que todas las universidades estén ampliando al máximo la oferta de recursos y actividades educativas a través de la red puede suponer, a corto o medio plazo, que los habitantes de los lugares más remotos del planeta puedan acceder por la vía digital a la formación virtual que ofrecen las universidades y centros de educación más prestigiosos del mundo⁽³⁾. Es de suponer que dicho acceso no resulte gratuito, si se trata de adquirir conocimientos reglados que

conducen a la obtención de un título académico determinado, como ocurre a nivel del estado español en el caso de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC), que ofrece un amplio catálogo de cursos de formación en diversas áreas y materias mediante el pago de la correspondiente matrícula. Pero también es cierto que todas las universidades del mundo permiten navegar libremente a través de las páginas Web desarrolladas por sus facultades y escuelas técnicas, departamentos, grupos de investigación o profesores concretos, donde se proporcionan contenidos formativos de todo

Resulta necesario definir los valores éticos y sociales de la nueva cultura que se está desarrollando en torno a las nuevas tecnologías de la información

tipo (en diferentes grados de calidad y extensión) a sus alumnos y al resto del mundo en general. Por todo ello va cobrando cada vez más valor el objetivo clásico de aprender de forma autónoma⁽⁴⁾ para afrontar los desafíos cognitivos que origina una sociedad moderna en continuo cambio.

En este contexto también hay que tener en cuenta que el uso de Internet y del correo electrónico ofrece una posibilidad de mejorar la comunicación entre un profesor y sus alumnos, a la vez que permite a los jóvenes estudiantes ampliar sus posibilidades formativas y comunicativas, adquiriendo una visión más global de la sociedad humana a nivel mundial, lo cual puede favorecer la superación de visiones estrechas de miras: dogmatismos ideológicos o religiosos, localismos y patriotismos exagerados, actitudes etnicistas y xenófobas, etc.

Otros aspectos que se relacionan con esta nueva perspectiva transnacional de la formación se refieren a la mejora del aprendizaje de los idiomas modernos (y especialmente el inglés que es el idioma de uso mayoritario en la red), al contacto telemático y transferencia de información entre investigadores de un mismo tema o entre

(4) NOVAK, J.D. (1988). *Learning Science and the Science of Learning*. *Studies in Science Education*, 15, 77-101.

profesionales de un área de trabajo determinada, al reciclaje y formación permanente de técnicos o profesionales de empresas que operan con tecnologías avanzadas (o en continuo cambio), o a la posibilidad de adquirir información útil por parte de personas con dificultades o necesidades especiales: discapacitados, enfermos afectados por una determinada dolencia, habitantes de zonas rurales y del tercer mundo que necesitan algo disponible en la red, etc. Incluso los desempleados, amas de casa y personas mayores podrían utilizar Internet para dar un nuevo uso a su tiempo libre ampliando sus horizontes formativos, su cultura o sus posibilidades de comunicación.

Conviene adoptar una postura crítica ante las nuevas tecnologías, valorando tanto sus inconvenientes como sus beneficios

Nadie puede dudar, por tanto, que la existencia de toda esta gran oferta formativa a través de Internet supone una ampliación impresionante de las fronteras de la educación al comenzar el siglo XXI, que va a modificar de forma radical muchos aspectos de la formación humana. Este profundo cambio no va a estar exento de problemas e inconvenientes (como los que se han analizado anteriormente y otros que están por venir), pero también supone un desafío para los profesores y para el sistema educativo en el que caben muchas posibilidades de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, de modo que habrá que prepararse para aprovechar tales posibilidades. A continuación, y tratando de avanzar desde el plano del análisis general hacia lo concreto, se van a exponer algunas propuestas relacionadas con el uso de las NTIC en el campo específico de la educación científica, pero que pueden servir de guía para profesores de cualquier otro área de conocimiento.

Algunas propuestas para mejorar la educación científica con ayuda de las NTIC

Uno de los fines generales de la educación científica en la actualidad consiste en

tratar de mejorar los recursos y estrategias de enseñanza con objeto de favorecer la motivación de los alumnos y el aprendizaje significativo de la ciencia⁽⁴⁾. Esta meta también es necesaria y deseable para la enseñanza de la física, que es el área de conocimiento donde desarrolla nuestra experiencia docente. Entre las muchas aplicaciones de las NTIC en la enseñanza de la física, que ya hemos analizado en un trabajo anterior⁽⁵⁾, hay que destacar el uso del ordenador como simulador de modelos o teorías físicas, como instrumento de laboratorio que permite agilizar los procesos de obtención y tratamiento de datos cuando está conectado a sensores o aparatos de medidas, como laboratorio virtual donde se realizan simulaciones de fenómenos o experimentos, como tutorial o sistema de enseñanza orientada e individualizada, como instrumento de evaluación y recuperación de deficiencias, como herramienta de consulta y búsqueda de información para el estudiante (enciclopedias multimedia, Internet...) y como asistente del profesor en el aula o en el laboratorio⁽⁶⁾.

De todas estas aplicaciones la de mayor interés educativo en nuestra materia es el análisis de simulaciones de fenómenos físicos y el desarrollo de experiencias virtuales, debido a que los métodos educativos más convencionales o tradicionales no muestran la forma de trabajar del científico y dejan de lado los aspectos más creativos del mismo. Por el contrario, delante del ordenador el estudiante puede intervenir activamente y llegar a actuar en algunas ocasiones como lo haría un investigador: emitiendo hipótesis, modelando, comprobando y analizando los resultados, etc.

Desde una perspectiva pragmática, creemos que se pueden utilizar de forma efectiva muchos de los programas de ordenador existentes si los profesores elaboran o proponen tareas que orienten el trabajo de los alumnos durante la interacción con el programa, siempre que tales tareas impliquen una actividad reflexiva durante el aprendizaje. Para llevar estos planteamientos a la práctica educativa hay que proporcionar a los alumnos las fuentes de información adecuadas y diseñar actividades (cuestiones, problemas experiencias, etc.) que les permitan tener en cuenta sus propias ideas sobre un tema y reflexionar sobre los nuevos conocimientos que se van adquiriendo. La justificación de estos planteamientos se basa en los resultados de algunas experiencias educativas⁽⁵⁾, en las que hemos utilizado diversos recursos de software

disponibles en Internet para la enseñanza y aprendizaje de diversos temas de física, a nivel de primer curso de universidad. En tales experiencias hemos observado que la utilización del ordenador como instrumento educativo auxiliar favorece la participación activa y el interés de nuestros alumnos por el aprendizaje de algunos temas de física que resultan bastante dificultosos en la enseñanza tradicional.

Además del uso sistemático de los programas de ordenador en la enseñanza de las ciencias, siguiendo una propuesta metodológica como la que se ha expuesto anteriormente, se pueden citar otras aplicaciones complementarias de las NTIC que también están relacionadas con la educación científica. Por ejemplo, para el profesorado de ciencia o tecnología que tenga interés por fomentar la divulgación de tales materias, por mostrar el carácter recreativo e imaginativo de la ciencia, o por abordar con sus alumnos y alumnas el estudio de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad (CTS), puede resultar bastante recomendable el acceso a las páginas Web de instituciones o asociaciones que fomentan la divulgación científica y tecnológica, como es el caso de las administraciones educativas de todo tipo o de los museos de ciencias tales como la exposición científica permanente de La Caixa (www.lacaixa.es:8090/cosmocaixa/web) o la del Parque de las Ciencias de Granada (www.parqueciencias.com), que a su vez ofrecen enlaces con otras aplicaciones de ese tipo.

De forma similar puede actuar el profesor que desee abordar en su actividad docente el tratamiento de temas relacionados con la educación para la salud, la educación medioambiental o la educación para la cooperación y el desarrollo sostenible. En la búsqueda de información de cualquier tipo sobre tales temas también se puede utilizar Internet consultando numerosas páginas Web sobre tales materias. Por ejemplo, con relación al tema del desarrollo sostenible y la cooperación se puede la página Web de alguna ONG como Ingeniería sin Fronteras (<http://www.ingenieriasinfronteras.org>) que coopera en el desarrollo tecnológico sostenible de todos aquellos

pueblos que se encuentran sumidos en la pobreza o la marginación, tanto dentro como fuera de nuestro país. También se puede visitar la página web de ASDE (<http://www.asde.org>) que es una organización de ayuda a movimientos sociales y organizaciones de base vinculados a la problemática del hábitat, el medio ambiente y el desarrollo rural integral. En tales lugares el profesorado puede encontrar información interesante sobre aspectos sociales y tecnológicos relacionados con los problemas mundiales de la vivienda, el saneamiento, la utilización del agua o el uso de las energías renovables, desde la perspectiva del desarrollo humano sostenible y el respeto al medio ambiente.

Si los jóvenes se acostumbran a procesar sólo la información que procede de la cultura icónica y audiovisual, podría resultar letal para la supervivencia de la cultura del libro

Para finalizar, podemos indicar que el uso de Internet y las NTIC en la educación científica abre importantes perspectivas, pero también se ha puesto de manifiesto la necesidad de llevar a cabo un amplio debate sobre sus ventajas e inconvenientes, clarificando los aspectos beneficiosos y problemáticos de su utilización (nuevas desigualdades, nuevo concepto de analfabetismo, nuevas formas de relación y comunicación humana, utilización formativa adecuada...). Al mismo tiempo resulta necesario definir los valores éticos y sociales de la nueva cultura que se está desarrollando en torno a las nuevas tecnologías de la información, con objeto de tratar de favorecer, desde el sistema educativo y los medios de comunicación, una utilización de Internet acorde con dichos valores.

Alfonso Pontes Pedrajas es Catedrático E.U. de Física Aplicada de la Universidad de Córdoba (fa1popea@uco.es)

- (5) PONTES, A. (2001). *Nuevas formas de aprender Física con Internet: una experiencia educativa sobre aprendizaje de conceptos y procesos científicos*. *Alambique*, 29, pp. 84-94.
- (6) GIL, S. (1997). *Nuevas tecnologías en la enseñanza de la Física: Oportunidades y desafíos*. *Educación en Ciencias*, 1(2), pp.34-44