

De escuelas, docentes y TICs

Vicente Talanquer*

ABSTRACT (Schools, Teachers, and ICTs)

The central purpose of this paper is to review, discuss, and analyze the main factors that seem to constrain the meaningful integration of information and communication technologies (ICTs) in the classroom. We have grouped these factors into five major categories: a) available resources; b) educational system; c) attitudes and beliefs; d) knowledge and skills; e) subject-matter educational culture, and use them as a guide to suggest actions that can help promote and facilitate teachers' use of ICTs in systematic and meaningful ways.

KEYWORDS: Educational technology, teaching, teacher thinking, teacher preparation.

Introducción

La lenta adopción y el uso limitado de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TICs) en la mayoría de los salones de clase alrededor del mundo (OECD, 2005a) es un ejemplo prototípico de la dificultad y complejidad de la introducción de cambios fundamentales en los sistemas educativos. Dada la amplia disponibilidad y variedad de estos recursos resulta difícil identificar las barreras que hay que derribar para lograr su integración en la práctica docente cotidiana. Una salida fácil sería culpar a los maestros por su falta de voluntad o su ineptitud para sacar provecho de estas novedosas herramientas educativas con capacidades prácticamente ilimitadas. Desafortunadamente, hoy día se nos ha vuelto costumbre pensar que los docentes son altamente resistentes al cambio, o que carecen de la preparación necesaria para adoptar e implementar desde simples estrategias didácticas hasta los elementos más fundamentales de cualquier reforma educativa.

Nadie puede negar el papel central que los docentes juegan en la adopción e implementación de nuevas estrategias y modelos de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, sería simplista suponer que su resistencia o inhabilidad para sacar ventaja de las nuevas tecnologías de la información y comunicación es el resultado de su terquedad o ineptitud. Es por ello que el objetivo central de este trabajo es explorar y analizar de manera crítica los distintos factores que influyen o determinan las actitudes y prácticas docentes en cuanto al uso de estas tecnologías en el aula. Adicionalmente se presentan algunas sugerencias para facilitar la adopción sistemática y significativa de las TICs como herramientas didácticas.

Un recurso disponible

El rápido desarrollo y popularización de las TICs en los últimos 30 años ha puesto en nuestras manos herramientas que,

potencialmente, podrían transformar de manera radical tanto el qué como el cómo se enseña en los diversos niveles educativos. La posibilidad de acceder de manera rápida y eficiente a múltiples fuentes de información, capturar, transformar y comunicar datos e ideas en diversos medios y formatos, monitorear de manera sistemática y en tiempo real el comportamiento de sistemas de interés, o generar e interactuar con modelos dinámicos de sistemas complejos hace pensar que las TICs son vehículos ideales para transformar nuestras aulas en espacios de exploración e indagación centrada en los estudiantes que favorezcan el desarrollo de aprendizajes significativos. Para muchos, las TICs no sólo proveen una oportunidad para desarrollar una educación más personalizada que responda a las características e intereses de cada alumno, sino son también una avenida para liberar a la educación formal de los confines del aula (OECD, 2005; NSF, 2008).

Es quizá la promesa de su impacto educativo, junto con el reconocimiento de la importancia de formar individuos tecnológicamente literatos, la que ha llevado a múltiples países alrededor del mundo a invertir cuantiosos recursos económicos para asegurar el acceso a las TICs en cada escuela y en cada aula, desde el nivel preescolar hasta el universitario. En Estados Unidos, por ejemplo, cerca del 100% de las escuelas y del 94% de las aulas tienen acceso a la Internet hoy día y, en promedio, las escuelas cuentan con una computadora por cada cuatro alumnos (NCES, 2006). Los niveles de acceso a la Internet son similares en escuelas en los países de la Comunidad Europea, en las que existe un cociente promedio de nueve estudiantes por computadora (Korte y Hüsing, 2007). Aunque no podemos esperar el mismo nivel de acceso a las TICs en países en vías de desarrollo, los datos existentes también revelan avances significativos en esta área. En México, por ejemplo, el número de estudiantes de secundaria por computadora pasó de 81 a 12 alumnos entre los años 2000 y 2003 (OECD, 2005a). En general, las tendencias mundiales en cuanto a la disponibilidad de las TICs más comunes (computadora, Internet) indican que, en unos cuantos años, el acceso a estos recursos difícilmente podrá considerarse como la principal barrera para su uso en la escuela.

* Departamento de Química. Universidad de Arizona. Tucson, AZ 85721.

Correo electrónico: vicente@u.arizona.edu

Un recurso desperdiciado

Desgraciadamente, la disponibilidad de un recurso educativo no es condición suficiente para su uso en el aula. De hecho, los reportes publicados y las investigaciones realizadas en los últimos diez años señalan de manera consistente que la mayoría de los maestros no utilizan las computadoras escolares como herramientas comunes para la instrucción (NCES, 2000; Cuban, Kirkpatrick y Peck, 2001; OECD, 2005a; Trucano, 2005). Por ejemplo, en el año 2000, tan sólo 44% de los maestros en escuelas secundarias y preparatorias públicas en los Estados Unidos con acceso a computadoras reportaron hacer uso de ellas con fines educativos (NCES, 2000). El porcentaje de maestros de la Comunidad Europea que reportaron hacer uso de la computadora en el año 2006 es considerablemente mayor, 74% (Korte y Hüsing, 2007). Sin embargo, dada la tendencia de los maestros a exagerar el uso de tecnologías en el aula (Kopcha y Sullivan, 2007), estos resultados deben tomarse con cautela. Un estudio de la OECD basado en encuestas a estudiantes de 15 años que participaron en el examen PISA de 2003 (OECD, 2005b) indica que sólo 44% de ellos usaba la computadora frecuentemente (cada día o varias veces por semana) en la escuela. Este mismo estudio presenta ejemplos claros de la diferencia entre disponibilidad y uso de las TICs como herramientas educativas. Por ejemplo, en Corea, donde hay un promedio de cuatro estudiantes por computadora, sólo 29% de ellos reporta hacer uso de ellas con frecuencia, mientras que en México, en donde se tienen doce estudiantes por computadora, 54% de ellos parecen usarlas con regularidad.

Más allá del nivel de uso de las TICs en la escuela, es también importante analizar cómo se utilizan estos recursos en el aula. Estudios realizados en los Estados Unidos (NCES, 2000) indican que el 41% de los maestros que reportan uso extensivo o moderado de computadoras en el aula las utilizan como herramientas para facilitar la escritura (procesadores de texto) o para tabular y representar datos (hojas de cálculo). 31% de ellos las usan para que los estudiantes desarrollen habilidades mecánicas de resolución de ejercicios y 30% se sirve de ellas para facilitar la búsqueda de información en la Internet. Las computadoras se utilizan con menos frecuencia para tareas con mayor demanda cognitiva, como resolver problemas (27%) o realizar proyectos (24%). De acuerdo con los reportes de la OECD (OECD, 2005a, 2005b), 67% de los estudiantes de 15 años en los países integrantes de esa organización usan las computadoras escolares para obtener información a través de la Internet, mientras que sólo 19% de ellos las utilizan para aprender de manera individualizada.

La integración limitada de las TICs en el trabajo educativo dentro y fuera del aula constituye un serio desperdicio de recursos dada la evidencia existente sobre su impacto positivo en el aprendizaje (Webb y Cox, 2004; Webb, 2005; Cox y Marshall, 2007). Aunque es verdad que no hay resultados concluyentes que demuestren que el uso de las TICs mejora el rendimiento académico de los estudiantes en pruebas estandarizadas (Trucano, 2005), diversas investigaciones reve-

lan mejoras en múltiples áreas. Por ejemplo, el uso apropiado de las TICs puede favorecer el desarrollo de habilidades para la captura, manipulación, representación e interpretación de datos (Linn y Hsi, 2000). Las animaciones y simulaciones computacionales de estructuras y fenómenos que no pueden observarse directamente facilitan la comprensión y el aprendizaje significativo de conceptos e ideas abstractas (Chiu y Wu, 2009). La elaboración y uso de modelos interactivos tiene un efecto benéfico en el desarrollo de habilidades para resolver problemas (Mellar, Bliss, Ogborn y Tompsett, 1994). Desde el punto de vista afectivo, el uso de TICs en el aula tiene un efecto benéfico sobre la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje (Cox, 1997; Mistler-Jackson y Butler-Songer, 2000). Dada la tremenda inversión en estas tecnologías y sus probados beneficios educativos, uno puede preguntarse por qué no se utilizan de manera más sistemática en las aulas.

¿Un recurso incómodo?

Diversos autores han identificado distintas causas para tratar de explicar el uso limitado de TICs en escuelas y aulas (Mumtaz, 2000; Cuban, Kirkpatrick y Peck, 2001; Zhao y Frank, 2004; Hew y Brush, 2007). Estos factores pueden clasificarse en distintos grupos como se resume en la tabla 1. Cuáles de estos factores determinan el nivel y tipo de uso de tecnologías educativas en el salón de clases puede variar de un docente a otro. Sin embargo, es probable que la mayoría de estos factores influyeran, ya sea de forma explícita o implícita, la decisión de los docentes para hacer uso de TICs con base en el análisis de los costos y beneficios personales y educativos que perciban. Al final del día, es de esperar que los docentes utilicen las TICs en formas que satisfagan sus necesidades y demandas más directas, con el mínimo costo y el máximo beneficio (Zhao y Frank, 2003). Si el recurso es incómodo, ya sea porque es difícil accederlo o utilizarlo, porque demanda mucho tiempo, porque no es más efectivo en el desarrollo de las competencias que se valoran, o porque cuestiona o requiere la reorganización de la práctica docente cotidiana, difícilmente será utilizado.

Recursos disponibles

Restricciones en la disponibilidad y acceso a las TICs ciertamente tienen un impacto importante en su nivel de uso (Mumtaz, 2000). Aunque cada día más y más escuelas cuentan con más computadoras, limitaciones de espacio, así como consideraciones de distribución efectiva y equitativa de recursos, normalmente llevan a concentrarlas en laboratorios especializados. Sin embargo, la evidencia disponible sugiere que esta decisión limita tanto el nivel como el tipo de uso. El acceso directo a unas pocas computadoras en el salón de clases facilita la planeación e implementación de actividades, lo que incrementa tanto la frecuencia de uso de estos recursos como el nivel cognitivo de las tareas en las que se les emplea (Trucano, 2005). Desgraciadamente, la distribución de computadoras en las aulas dificulta el acceso a apoyo técnico.

Tabla 1. Barreras potenciales para el uso de TICs en la escuela.

| Tipos | Factores |
|-------------------------------|---|
| Recursos disponibles | <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad y acceso limitados. • Falta de apoyo técnico para resolver problemas (confiabilidad de los recursos). |
| Sistema educativo | <ul style="list-style-type: none"> • Estructura escolar. • Naturaleza del currículo. • Competencias valoradas y evaluadas. • Tiempo docente disponible para la planeación de actividades. |
| Actitudes y creencias | <ul style="list-style-type: none"> • Tecnofobia y confianza en los recursos. • Creencias del docente sobre la enseñanza y el aprendizaje de su disciplina. • Percepciones del docente sobre restricciones, costos y beneficios asociados al uso de TICs. |
| Conocimientos y habilidades | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de preparación técnica de los docente para usar las TICs o los programas computacionales disponibles. • Falta de conocimientos y preparación técnica y pedagógica para sacar ventajas de las aplicaciones de las TICs en la disciplina. • Limitado conocimiento pedagógico del contenido. |
| Cultura didáctica disciplinar | <ul style="list-style-type: none"> • Usos y costumbres en la enseñanza de la disciplina. • Tipos de recursos y apoyos disponibles y aceptados para la enseñanza de temas en el currículo. |

Sistema educativo

La estructura y prácticas del sistema educativo tradicional dificultan y desalientan el uso e integración de las TICs en el aula de diversas maneras (Zhao y Frank, 2003; Hennessy, Ruthven y Brindley, 2005; Somekh, 2008). El horario escolar, por ejemplo, comúnmente basado en secuencias de clases de 50 minutos o una hora de duración no facilita el desarrollo de proyectos o investigaciones prolongadas, particularmente si los estudiantes tienen que movilizarse a un laboratorio de cómputo, instalar o cargar programas, o ensamblar diferentes tipos de tecnología (e.g. detectores electrónicos). Por su parte, el currículo escolar, tradicionalmente sobrecargado de contenido, ofrece pocas oportunidades para el uso sistemático y significativo de las TICs. En situaciones en las que el currículo se reforma para favorecer la integración de tecnologías educativas, es común que los maestros no participen en el diseño de dichos cambios y que éstos se les presenten de manera impositiva, sin mucho tiempo y apoyo sostenido para su implementación.

En gran medida, una de las mayores barreras sistémicas a enfrentar en la adopción significativa de TICs es el mensaje implícito en las pruebas estandarizadas para la evaluación de competencias de aprendizaje (Hennessy, Ruthven y Brindley, 2005). En este tipo de exámenes, la demostración exitosa de "competencia" no depende de los conocimientos y habilidades del estudiante en el uso de TICs para generar explicaciones, diseñar modelos, hacer predicciones o resolver problemas. De hecho, resulta paradójico que en la mayoría de los exámenes o pruebas estandarizadas con trascendencia académica para los alumnos, el uso de tecnologías (calculadoras, computadoras portátiles, etc.) esté explícitamente prohibido. Así, por un lado, la política educativa sugiere o demanda que los docentes y estudiantes hagan uso de las TICs de manera significativa en el aula, pero excluye de los medios de evaluación las competencias así adquiridas. Dado el papel central que la evaluación juega en la definición de lo que los maestros

consideran importante enseñar y lo que los estudiantes juzgan importante aprender, no es de extrañar que las TICs estén relegadas a un segundo plano.

Actitudes y creencias

Los estudios realizados sobre la actitud de los maestros hacia las TICs indican que la mayoría de ellos no son tecnófobos y reconocen el valor potencial, a nivel tanto académico como motivacional, de dichas tecnologías (Cuban, Kirkpatrick y Peck, 2001; Ertmer, 2005; Belland, 2009). De hecho, las diferencias en actitud en términos de edad, experiencia, o género son mínimas. Sin embargo, esto no implica que los maestros no sean suspicaces o tengan preocupaciones sobre el uso de dichas tecnologías. Muchos de ellos parecen tener sentimientos contradictorios sobre su uso en educación. Por un lado reconocen su valor en la facilitación y enriquecimiento de múltiples actividades (escritura de textos, búsqueda y representación de información, etc.); por el otro les preocupa que su uso impida o dificulte el desarrollo de habilidades que valoran (ortografía, lectura de comprensión, cálculo mental, graficación, manipulación de equipo de laboratorio) al proporcionar "escapes" de baja demanda cognitiva para realizar las mismas tareas (Hennessy, Ruthven y Brindley, 2005).

En general, los docentes hacen uso de las nuevas tecnologías en formas que son consistentes con sus creencias personales sobre la enseñanza y el aprendizaje (Trucano, 2005). La mayoría de ellos las adaptan a las prácticas docentes que ya tienen establecidas. Desde esta perspectiva, las innovaciones tecnológicas se utilizan más para apoyar que para transformar la enseñanza tradicional. La mayoría de los maestros probablemente juzga y evalúa a las TICs de la misma manera que a cualquier otro recurso educativo o método de enseñanza, considerando compromisos, valores, metas, potencialidades, pérdidas, demandas y restricciones. El recurso será utilizado en la medida que les permita alcanzar de manera más efectiva las metas que se valoran, proporcione los máximos beneficios

sin demandar demasiado tiempo y esfuerzo, y no requiera cambios mayores en las prácticas docentes ya establecidas (Zhao y Frank, 2003; Hennessy, Ruthven y Brindley, 2005). De ahí el éxito de los pizarrones electrónicos y sistemas de respuesta personal ("clickers") en comparación con otras TICs.

Conocimiento y habilidades

Hoy día, la mayoría de los docentes usa computadoras personales fuera de la escuela de manera más frecuente y variada que en su propia aula (NCES, 2000; Cuban, Kirkpatrick y Peck, 2001). Es de esperar que posean, por lo tanto, competencias tecnológicas básicas. Adicionalmente, la fuerte inversión en TICs en diversos países normalmente se ha visto acompañada de cursos de capacitación tecnológica básica para los docentes en servicio (OECD, 2005a). Sin embargo, en la mayoría de los casos se trata de una capacitación genérica que no satisface las necesidades específicas de los docentes en sus diversas disciplinas. Si bien es cierto que las TICs pueden utilizarse en todas las materias escolares, cada área de especialidad ha desarrollado nichos de aplicación cuyas características reflejan en gran medida la naturaleza del conocimiento y de las formas de conocer en cada disciplina. Por ejemplo, en el área de la Química se han desarrollado una gran cantidad de recursos educativos para animar, simular, y modelar la estructura y comportamiento de sustancias y procesos a nivel molecular (Chiu y Wu, 2005). En Física se cuenta con una diversidad de detectores electrónicos que permiten medir y modelar una gran variedad de propiedades y fenómenos físicos en tiempo real (Wells, Hestenes y Swackhamer, 1995). En el área de Ciencias de la Tierra, los sistemas de información geográfica en línea ofrecen la oportunidad de obtener y visualizar una enorme cantidad y variedad de datos sobre nuestro planeta.

Muchos docentes desconocen el tipo y variedad de recursos tecnológicos disponibles en su área de especialidad y no tienen tiempo ni para buscarlos ni para aprender a usarlos. Aun cuando los conozcan y tengan acceso a ellos, es de esperar que su habilidad para utilizarlos esté limitada por su propio conocimiento disciplinar y su conocimiento pedagógico del contenido (Talanquer, 2004). Por ejemplo, un maestro que desconozca las concepciones alternativas de sus estudiantes sobre la estructura de la materia difícilmente podrá diseñar una situación de aprendizaje en la que el uso de una simulación del modelo cinético molecular confronte las ideas de los alumnos y promueva el cambio conceptual. La integración significativa de las TICs aun dentro de la práctica docente más tradicional requiere que el maestro sea capaz de reconocer los beneficios educativos de los recursos disponibles en un contexto específico, y tomando en cuenta la naturaleza del conocimiento y habilidades específicas que desea que los alumnos desarrollen.

Cultura didáctica disciplinar

Las creencias y prácticas comunes en la enseñanza de una disciplina también tienen una gran influencia en el uso de

TICs en el aula (Hennessy, Ruthven y Brindley, 2005). La cultura didáctica disciplinar define lo que es deseable, lo que es esperado y lo que es aceptado. Los maestros que perciben presiones o reciben ayuda de colegas para integrar las TICs, o cualquier herramienta o método de enseñanza, tienden a utilizarlas con más frecuencia (Zhao y Frank, 2003). Los docentes que perciben que la adopción de una tecnología es incompatible con las normas y expectativas de la cultura didáctica disciplinar, tienden a rechazarla. En Química, por ejemplo, la cultura didáctica moderna enfatiza la importancia de ayudar a los estudiantes a entender, manipular y traducir entre diferentes tipos de representaciones, icónicas y simbólicas, de la estructura atómica y molecular de las sustancias (Gilbert y Treagust, 2009). Este enfoque no sólo dirige la naturaleza de los recursos computacionales que están a la disponibilidad de los maestros (en línea, en discos compactos, en libros de texto, etc.), sino también ejerce presión sobre la práctica docente. Por otro lado, considérese la resistencia de los maestros de química a aceptar el uso de laboratorios virtuales como una forma efectiva de capacitar a los estudiantes en el uso de ciertas técnicas experimentales, a pesar de las ventajas potenciales (repetición sistemática, eliminación de distractores, control de variables, etc.) y los efectos positivos de tales tecnologías en el aprendizaje (Webb y Cox, 2004; Evans, Yaron, Leinhardt, 2008). En una disciplina que se jacta de su carácter experimental, el laboratorio virtual es juzgado como anatema.

Implicaciones

El análisis presentado indica que la problemática asociada a la integración significativa de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje requiere de una acción concertada a varios niveles (Somekh, 2008). Entre las acciones posibles se sugieren:

- Continuar la inversión y los esfuerzos para incrementar la disponibilidad, acceso y apoyo a las TICs en los salones de clases.
- Eliminar la incongruencia en políticas educativas que por un lado imponen el uso de las TICs como mandato y por el otro sabotean sus propios esfuerzos al no valorar los conocimientos y habilidades que se desarrollan con tales tecnologías. Cuando el uso de TICs para construir modelos, hacer investigaciones y resolver problemas se vuelva sujeto de las evaluaciones de progreso académico, es probable que más maestros y estudiantes estén dispuestos a invertir el tiempo y los esfuerzos necesarios para desarrollar tales competencias.
- Abrir espacios para la colaboración, reflexión y el aprendizaje docente donde maestros con diferentes filosofías educativas y niveles de experiencia y capacitación tecnológica puedan intercambiar ideas, contrastar opiniones, cuestionar sus propias creencias y prácticas educativas, y crear redes de apoyo. Los maestros necesitan oportunidades para observar, practicar y analizar estrategias y métodos educativos que los ayuden a desarrollar competencias técnicas y didácticas en el uso de nuevas tecnologías.

- Invitar a organizaciones profesionales reconocidas en cada disciplina a invertir y concertar esfuerzos para crear bibliotecas o repositorios digitales donde se concentren recursos tecnológicos de alta calidad, junto con materiales de apoyo y ejemplos de actividades educacionales que hagan uso de ellos. Hoy día contamos con una gran variedad de recursos tecnológicos educativos en las distintas disciplinas, pero los docentes deben invertir una gran cantidad de tiempo y esfuerzo para identificarlos, localizarlos y analizarlos.

Es claro que la simple disponibilidad y el acceso a las TICs no son condiciones suficientes para asegurar la transformación de la práctica docente. De hecho, normalmente sirven para facilitar y reforzar las prácticas existentes. Sin embargo, también hay evidencia de que los usos más efectivos de estas tecnologías favorecen la enseñanza centrada en el alumno y el aprendizaje significativo (Webb y Cox, 2004; Webb, 2005). La planeación e implementación de este tipo de métodos y estrategias didácticas requieren que los maestros posean algo más que conocimientos técnicos sobre el uso de las TICs. Su conocimiento disciplinar y su conocimiento pedagógico del contenido determina en gran medida el efecto que el uso de estas tecnologías tiene sobre el aprendizaje y el rendimiento académico de sus estudiantes.

Más allá de la falta de preparación, los temores o las reservas en el uso de las nuevas tecnologías, los docentes necesitan aprender a imaginar y visualizar el tipo de educación que es posible haciendo uso de las TICs. Los maestros deben tener oportunidades para repensar y recrear el contenido y las habilidades que enseñan haciendo uso de estas nuevas herramientas. Por más voluntad que tengan, por más que modifiquen sus creencias pedagógicas fundamentales, por más recursos que se les pongan en las manos, si no pueden usar sus conocimientos y habilidades para crear oportunidades de aprendizaje que promuevan el razonamiento crítico y el aprendizaje conceptual en su disciplina, los esfuerzos y recursos invertidos en la revolución tecnológica en educación serán, probablemente, vanos.

Referencias

- Belland, B.R., Using the theory of habitus to move beyond the study of barriers to technology integration, *Computers & Education*, **52**, 353-364, 2009.
- Chiu, M.H. y Wu, H.K., The roles of multimedia in the teaching and learning of the triplet relationship in chemistry. En: J.K. Gilbert y D. Treagust (eds.), *Multiple representations in chemical education*, (pp. 251-283), US: Springer, 2009.
- Cox, M.J., *The Effects of Information Technology on Students' Motivation*. Coventry, UK: Council for Educational Technology, 1997.
- Cox, M.J. y Marshall, G., Effects of ICT: Do we know what we should know?, *Education and Information Technologies*, **12**(2), 59-70, 2007.
- Cuban, L., Kirpatrick, H., y Peck, C., High access and low use of technologies in high school classrooms: Explaining an apparent paradox, *American Educational Research Journal*, **38**(4), 813-834, 2001.
- Ertmer, P., Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration?, *Educational Technology Research & Development*, **53**(4), 25-39, 2005.
- Evans, K.H., Yaron, D., y Leinhardt, G., Learning stoichiometry: A comparison of text and multimedia formats, *Chemical Education Research and Practice*, **9**(3), 208-218, 2008.
- Gilbert, J.K. y Treagust, D. (eds.), *Multiple Representations in Chemical Education*, US: Springer, 2009.
- Hennessy, S., Ruthven, K., y Brindley, S., Teacher perspectives on integrating ICT into subject teaching: commitment, constraints, caution, and change, *J. Curriculum Studies*, **37**(2), 155-192, 2005.
- Hew, K.F. y Brush, T. Integrating technology into K-12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research, *Education Technology Research Development*, **55**, 223-252, 2007.
- Kopcha, T.J., y Sullivan, H., Self-presentation bias in surveys of teachers' educational technology practices, *Educational Technology Research and Development*, **55**(6), 627-646, 2007.
- Korte, W.B. y Hüsing, T. Benchmarking Access and Use of ICT in European Schools 2006, *eLearning Papers*, **2**(1), 1-6, 2007, reporte consultado por última vez en mayo 15, 2009, en la URL: <http://www.elearningeuropa.info/files/media/media11563.pdf>
- Linn, M.C. y Hsi, S., *Computers, teachers, peers: Science learning partners*. London: Erlbaum, 2000.
- Mellar, H., Bliss, J., Ogborn, J. y Tompsett, C. *Learning with artificial worlds: Computer based modeling in the curriculum*. London: Framer Press, 1994.
- Mistler-Jackson, M. y Butler-Songer, N., Student motivation and internet technology: Are students empowered to learn science?, *Journal of Research in Science Teaching*, **37**(5), 459-479, 2000.
- Mumtaz, S., Factors affecting teachers' use of information and communication technology: A review of the literature, *Journal of Information Technology for Teacher Education*, **9**(3), 319-341, 2000.
- National Center for Education Statistics (NCES), *Teachers' tools for the 21st century: A report on teachers' use of technology*, Washington, DC: US Department of Education, 2000, reporte consultado por última vez en mayo 15, 2009, en la URL: <http://nces.ed.gov/pubs2000/2000102A.pdf>
- National Center for Education Statistics (NCES), *Internet access in the US public schools and classrooms*, Washington, DC: US Department of Education, 2006, reporte consultado por última vez en mayo 15, 2009, en la URL: <http://nces.ed.gov/pubs2007/2007020.pdf>
- National Science Foundation (NSF), *Fostering Learning in the Networked World: The Cyberlearning Opportunity and Challenge*, Washington, DC: NSF, 2008, reporte consultado por última vez en mayo 15, 2009, en la URL: <http://www.nsf.gov/pubs/2008/nsf08204/nsf08204.pdf>

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), *Education policy analysis 2004*, Chapter 2. Getting returns from investing in educational ICT (pp. 48-73), Paris, France: OECD, 2005a.

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), *Are students ready for a technology-rich world?* Paris, France: OECD, 2005b.

Somekh, B., Factors affecting teachers' pedagogical adoption of ICT. En: J. Voogt y G. Knezek (eds.), *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education*, (pp. 449-460), New York: Springer, 2008.

Talanquer, V., Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química?, *Educ. quím.*, 15(1), 52- 58, 2004.

Trucano, M., *Knowledge maps: ICTs in education*. Washington,

DC: infoDev / World Bank, 2005, reporte consultado por última vez en mayo 15, 2009, en la URL: <http://www.infodev.org/en/Publication.8.html>.

Webb, M. y Cox, M., A review of pedagogy related to information and communication technology, *Technology, Pedagogy and Education*, 13(3), 235-285, 2004.

Webb, M. E., Affordances of ICT in science learning: Implications for an integrated pedagogy, *International Journal of Science Education*, 27(6), 705-735, 2005.

M. Wells, D. Hestenes, and G. Swackhamer, A Modeling Method for High School Physics Instruction, *American Journal of Physics*, 63, 606-619, 1995.

Zhao, Y. y Frank, K. A., Factors affecting technology uses in school: An ecological perspective, *American Educational Research Journal*, 40(4), 808-840, 2003.



Gracias a la DGAPA-UNAM PAPIME PE200406

Educación Química agradece a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México el apoyo otorgado, que fue utilizado parcialmente para la construcción de esta nueva página para la venta electrónica de la revista, a través del Proyecto PAPIME PE200406, denominado 'El vigésimo aniversario de la revista *Educación Química*'.