

# Incorporación de entornos tecnológicos de aprendizaje a la cultura escolar: proyecto de innovación educativa en matemáticas y ciencias en escuelas secundarias públicas de México

Teresa Rojano (\*)

**SÍNTESIS:** En este artículo se describe la experiencia de un proyecto de innovación educativa desarrollado en México por iniciativa de la Secretaría de Educación Pública y el Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa, en el que se incorpora el uso de las tecnologías de la información y la comunicación a la enseñanza de las matemáticas y las ciencias en la escuela secundaria pública. Las características de este proyecto en cuanto a los principios básicos de su diseño, a la metodología de su implementación, a los grupos participantes provenientes de distintas comunidades (académicos, desarrolladores de *software* especializado, autoridades educativas, maestros y alumnos), a su trasfondo internacional, y a su estrecha relación con una rigurosa investigación educativa, hacen que los resultados que reporta, después de una experiencia de cinco años, puedan tener relevancia en ámbitos que rebasan su contexto local de prueba. Los resultados obtenidos de la puesta en marcha del proyecto en cuestión, *Enseñanza de la Física y las Matemáticas con Tecnología* (EFIT-EMAT), han influido en la elaboración de las secciones de informática educativa del Plan Nacional de Educación 2001-2006, y en la formulación de las actuales propuestas de reforma curricular para las materias de matemáticas y ciencias de la enseñanza secundaria en México. Algunos resultados parciales han servido de referencia para la incorporación explícita al currículo de otros países del uso de entornos tecnológicos de aprendizaje, como el de la hoja electrónica de cálculo para la resolución de problemas aritmético-algebraicos y para la modelación matemática en ciencias.

**SÍNTESE:** Neste artigo se descreve a experiência de um projeto de inovação educacional desenvolvido no México por iniciativa da Secretaria de Educação Pública e do Instituto Latino-americano da Comunicação Educacional, no qual se incorpora o uso das tecnologias da informação e da comunicação ao ensino das matemáticas e das ciências no ensino médio da escola pública. As características deste projeto quanto aos princípios básicos de seu desenho, à metodologia de sua implementação, aos grupos participantes provenientes de distintas comunidades (acadêmicos, desenvolvedores de *software* especializado, autoridades educacionais, professores e alunos), a seu cenário internacional, e a sua estreita relação com uma rigorosa investigação educacional, fazem que os resultados a que remete, depois de uma experiência de cinco anos, possam ter relevância em âmbitos que ultrapasam seu contexto local de prova. Os resultados obtidos da execução do projeto em questão, *Ensino da Física e das Matemáticas com Tecnologia* (EFIT-EMAT), têm influenciado na elaboração das seções de informática educacional do Plano Nacional de Educação 2001-2006, e na formulação das atuais propostas de reforma curricular para as matérias de matemática e ciências do ensino médio no México. Alguns resultados parciais têm servido de referência para a incorporação explícita ao currículo de outros países do uso de entornos tecnológicos de aprendizagem, como o da página eletrônica de cálculo para a resolução de problemas aritmético-algebraicos e para a modelação matemática em ciências.

## 1. Introducción

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación (tic) en la escuela tiene ya una historia de más de 20 años, si consideramos los intentos y los experimentos llevados a cabo en países pioneros en este campo. Sin embargo, la incorporación sistemática y oficial de tales herramientas a los sistemas escolares ha sido mucho más reciente, y aún más recientes han sido los estudios y evaluaciones que dan cuenta de los resultados de dicha incorporación. En general, los resultados más relevantes reportados en distintas latitudes coinciden en que los alumnos experimentan un aprendizaje significativo a través de un *uso apropiado* de las TIC (Dunham y Dick, 1994; Boers-van Oosterum, 1990; Rojano, 1996); que los maestros con poca experiencia en el uso de las TIC tienen gran dificultad en apreciar *su poder como herramientas de aprendizaje*, y, como consecuencia de lo anterior, que de no atenderse la carencia de conocimiento tecnológico de los docentes, las TIC no tendrán una *influencia importante en la cultura del aula* (McFarlane, 2001). A su vez, estos resultados han conducido a instituciones educativas y a instancias políticas de diversos países a definir su posición respecto a distintas concepciones del

uso de tales tecnologías en educación.

En la actualidad se reconocen internacionalmente tres concepciones bien diferenciadas: las TIC como un conjunto de habilidades o competencias; las TIC como un conjunto de herramientas o de medios de hacer lo mismo de siempre pero de un modo más eficiente; las TIC como un agente de cambio con impacto revolucionario (McFarlane *et al.*, 2000). La primera propone a las TIC como materia de enseñanza, lo cual conduce a logros en el nivel de las competencias informáticas mismas; sin embargo, esto no garantiza que dichos logros se reflejen automáticamente en otras áreas curriculares (por ejemplo, las matemáticas o las ciencias naturales).

En la segunda se pone énfasis en la relación de las TIC con el currículo, y consiste en agregar elementos de tecnología informática a las tareas de aprendizaje para un mejor logro de los objetivos planteados por el currículo vigente. Si bien bajo esa perspectiva se está en posibilidad de alcanzar con más eficiencia dichos objetivos, una de las mayores debilidades de tal enfoque reside en que los modelos que de él surgen tienden a medir los resultados de su aplicación, del mismo modo en que se miden los resultados de realizar las tareas sin el uso de las TIC. En otras palabras, esos modelos anticipan el efecto de las TIC en el logro de objetivos, tal y como lo prevén los sistemas de evaluación estandarizados. Esto último ha sido muy cuestionado por los especialistas en aprendizaje mediado por las TIC, que se basan en teorías del *aprendizaje situado* (Lave, 1988; Rogoff y Lave, 1984; Wertsch, 1991), y cuyas consideraciones conducen a concluir que el aprendizaje que se lleva a cabo en un entorno tecnológico no siempre se *transfiere* de manera espontánea a otro tipo de entornos (por ejemplo, el de papel y lápiz), de modo que, aunque existen coincidencias en una variedad de estudios en los que este uso de las TIC promueve el trabajo colectivo y mejora la capacidad de los alumnos para plantear preguntas y tomar decisiones apropiadas, sus logros no se ven reflejados en las calificaciones finales de los estudiantes. De ahí que los intentos de balance del impacto de las TIC sobre los objetivos educativos ha sido, en términos generales y en el mejor de los casos, más o menos favorable. Cabe señalar, además, que la segunda concepción ha recibido severas críticas por el hecho de centrarse en el estudiante como usuario de la tecnología, sin dar la debida importancia al papel del maestro.

Finalmente, la tercera concepción, que considera a las TIC como agentes de cambio y con una gran potencialidad de revolucionar las prácticas en el aula, está hoy muy difundida en los medios académicos (comunidad de especialistas y de investigadores del uso de las TIC en educación; véase por ejemplo Crook, 1994); sin embargo, es difícil encontrar ejemplos de su implementación en los sistemas educativos. Este acercamiento que posibilita reformular a fondo lo que hay que enseñar, cómo enseñarlo y el rol del profesor, ha entrado en conflicto en algunos países con la cultura escolar existente, generada en buena medida por un *currículo conservador*, que no da espacio a un alumno que ha adquirido cierta autonomía en el aprendizaje a través de un uso intensivo de las TIC fuera de la escuela (Facer *et al.*, 2000). Esta situación es propia de los países en los que el acceso de la sociedad a las TIC, directo y generalizado, ha tenido lugar en el hogar antes que en la escuela. Este no es el caso de países en desarrollo, como México, en donde los alumnos, en su mayoría, tendrán su primer acercamiento al uso directo de las TIC en el ámbito escolar.

Lo anterior representa un doble reto para los sistemas educativos en los países en desarrollo, pues además de incorporar las TIC a la escuela a través de un uso *apropiado* para la enseñanza y el aprendizaje, se debe afrontar el hecho de que la mayor parte de los docentes y de los alumnos no posee las *competencias informáticas básicas*. Concebir modelos de incorporación de las TIC con la tercera concepción implica, junto a ese doble reto, lidiar con las prácticas generadas por un currículo conservador, tal como ya se señaló.

A pesar de las dificultades que pueden anticiparse con la aplicación de la tercera concepción, es precisamente la condición de agentes de transformación la que dicha concepción asigna a las TIC, lo que las hace dignas de tomarse en cuenta en el momento de concebir intervenciones deliberadas para cambiar en lo esencial los modelos pedagógicos, las prácticas en el aula y los contenidos curriculares en sistemas educativos en los que se ha planteado la necesidad de emprender reformas de esta naturaleza, a fin de conducir a los estudiantes hacia un aprendizaje significativo y satisfactorio.

En este artículo se estudia de manera sucinta la experiencia de un proyecto de innovación educativa desarrollado en México, en el que se incorporó el uso de las TIC a la enseñanza de las matemáticas y las ciencias en la escuela secundaria desde la perspectiva de la tercera concepción. El principal propósito de este proyecto fue poner a prueba modelos de uso de las TIC en los que, a la vez que se incidiera en el mejoramiento del aprendizaje de temas curriculares clásicos, se tuviese una influencia en la transformación de las prácticas en el aula, y se incursionara en la enseñanza de nuevos contenidos que permitieran al alumno el acceso a ideas importantes en matemáticas y ciencias mediante el trabajo en entornos tecnológicos. Los propios componentes del propósito del proyecto explican su ubicación en la tercera concepción y no en otra, pero a medida que se avance en la lectura de este documento se hará más clara la toma de posición que sirvió de premisa para su diseño, implementación, evaluación y seguimiento.

Los resultados obtenidos de la puesta en marcha del proyecto *Enseñanza de la Física y las Matemáticas con Tecnología* (EFIT-EMAT), sirven hoy de referencia para el programa de reforma educativa en puertas en el sistema de educación secundaria en México.

Si bien se trata de modelos que en su fase piloto muestran bondades y limitaciones en su contexto local de prueba, tanto los fundamentos que permiten concebirlos como la metodología de investigación aplicada que los valida, pueden resultar relevantes para sistemas educativos con motivaciones similares acerca del uso de

