

USO DE TECNOLOGÍAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. EL CASO DE UNA MAESTRA DE BIOLOGÍA DE SECUNDARIA.

José Luis Blancas Hernández*
Diana Patricia Rodríguez Pineda**

Blancas Hernández, José Luis y Rodríguez Pineda, Diana Patricia. (2013). "Uso de tecnologías en la enseñanza de las ciencias. El caso de una maestra de biología de secundaria". *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. No. 1, Vol. 9, pp. 162-186. Manizales: Universidad de Caldas.

RESUMEN

En este trabajo se presenta, desde una perspectiva situada y cualitativa, una descripción de las formas en que una maestra de biología de educación secundaria usa algunas herramientas tecnológicas en su trabajo en el aula. El análisis descriptivo permite caracterizar la práctica docente de la maestra, así como identificar matices en el uso de las herramientas. Los hallazgos indican una práctica donde las herramientas tecnológicas se mezclan con ciertas relaciones y estilos de enseñanza centrados en la transmisión de información. El trabajo responde a la necesidad, en el contexto de la Reforma a la Educación Secundaria en México, de realizar estudios empíricos que indaguen las dimensiones del cambio en la enseñanza de las ciencias a través de la incorporación de tecnologías. Los resultados del trabajo permiten discutir aspectos relevantes cuando se trata de dar cuenta de qué es lo cambia, o no, cuando se incorporan tecnologías en las prácticas de enseñanza.

PALABRAS CLAVE: uso de tecnología, enseñanza de las ciencias, práctica docente, secundaria, México.

* Maestro en Ciencias en la especialidad de Investigaciones Educativas por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), México. E-mail: jlblanher@gmail.com

** Doctora en Educación por la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), México. Profesora Titular del Cuerpo Académico de Educación en Ciencia. E-mail: dpineda@upn.mx

Recibido 16 de noviembre de 2012, aprobado febrero 4 de 2013.

USE OF TECHNOLOGY IN SCIENCE TEACHING. THE CASE OF A HIGH SCHOOL BIOLOGY TEACHER.

ABSTRACT

From a situated and qualitative perspective, a description of, the ways a secondary school biology teacher uses some technological tools in her classroom work is presented in this work. The descriptive analysis allows to characterize the practice of the teacher as well as to identify shades in the use of the tool. The findings indicate a teaching practice where technological tools are mixed with certain relationships and teaching styles that focus on information transmission. The work responds to the need, in the context of the Secondary Education Reform in Mexico, to carry out empirical studies to probe the dimensions of change in teaching practices through the introduction of technologies. The results of this paper allow discussion of relevant issues when it comes to realize what changes or does not change, when incorporating technologies into teaching practices.

KEY WORDS: uses of technology, Science teaching, teaching practice educational change, Secondary school, Mexico.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, el avance y desarrollo tecnológico ha buscado ser aprovechado por los sistemas educativos con el fin de convertir la educación que ofrecen en una educación de calidad. Particularmente desde la entrada de este siglo, la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación se ha ofrecido como la piedra filosofal capaz de mejorar y transformar los procesos y prácticas escolares. Esta incorporación se ha considerado como indispensable en el contexto de un mundo cada vez más globalizado (Carneiro, Toscano y Díaz, 2009). Sin embargo, durante más de una década, la investigación educativa ha ofrecido valiosas evidencias de que dicha incorporación plantea a los sistemas educativos apremiantes retos de distinta naturaleza; como de infraestructura, dotación de equipos tecnológicos, capacitación docente, poca utilización, brechas digitales, etc. (Cuban, 2001; McFarlane, 2003; Jara, 2008).

En el campo de la “Educación en Ciencias”,¹ se ha venido reconociendo que la integración de las TIC para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias tiene un alto potencial de desarrollo (Sanmartí e Izquierdo, 2001; Blancas, 2010). Las TIC –por su naturaleza y características– brindan una amplia variedad de herramientas para el diseño y ejecución de actividades didácticas a fin de que, en el contexto del aula o fuera de ella, los alumnos aprendan lo que es objeto de enseñanza. Pontes (2005) hace una clara distinción entre herramientas tecnológicas de carácter general y las específicas de enseñanza y de aprendizaje. Respecto a las primeras, el autor señala que son aquellas que pueden ser útiles para todo tipo de actividad; tales como procesadores de texto, bases de datos, hojas de cálculo, presentaciones, entornos de diseño gráfico, navegadores de Internet, gestores de correo electrónico y recursos para la edición y diseño de páginas Web, entre otros. Por su parte, las herramientas específicas consisten en la utilización de estas tecnologías generales pero articuladas en un diseño didáctico o instruccional sobre aspectos concretos de las diversas materias y/o contenidos escolares; entre las cuales el autor destaca los programas de ejercitación y autoevaluación, tutoriales interactivos, animaciones y simulaciones informáticas, laboratorios virtuales, etc.

En el contexto del presente número, es conveniente argumentar que la utilización de herramientas tecnológicas en la enseñanza de la biología, y de las ciencias en general, ofrece grandes posibilidades y potencialidades para alcanzar ciertos objetivos y contenidos asociados con la didáctica de las ciencias. Por ejemplo, las herramientas tecnológicas facilitan el acceso a información y, por ende, bien pueden influir en el aprendizaje de determinados conceptos científicos. Por su carácter interactivo y dinámico, las herramientas tecnológicas facilitan el desarrollo de procedimientos y destrezas científicas, como la observación de fenómenos naturales animados, la sistematización de información, la medición, etc. Además, el uso de las herramientas tecnológicas ayuda a fomentar la actividad de los alumnos en el aula y su interés por aprender ciencias. Algunas de estas posibilidades y potencialidades han sido ya señaladas por algunos autores (López y Morcillo, 2007; Webb, 2009).

Si bien la introducción de las tecnologías en la educación científica ofrece grandes posibilidades para mejorar la enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Pintó, La

¹ Con ‘Educación en Ciencias’ hacemos referencia a un particular campo de investigación educativa y también a un campo de intervención y desarrollo, el cual busca identificar y resolver cuestiones relacionadas con la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales –biología, física y química– a partir de determinadas áreas de trabajo e interés.

Saez y Tortosa, 2008; Webb, 2009), no es suficiente con poner a la disposición de profesores y alumnos herramientas tecnológicas que potencialmente son complejas y poderosas o, en su caso, propuestas didácticas innovadoras. Es necesario estudiar la forma en que profesores y alumnos usan las herramientas tecnológicas en el desarrollo real de los procesos que ocurren en el aula de ciencias, para con ello trazar las coordenadas de los caminos más factibles que permitan una certera y atinada incorporación de las tecnologías en la educación científica. Avanzar en esta línea se vuelve relevante dado el papel crítico que tienen las ciencias en la formación integral de las nuevas generaciones.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En México, una de las vías privilegiadas de la política educativa para promover la introducción de las TIC en las prácticas escolares, ha sido la de las reformas curriculares de los niveles que conforman la educación básica –preescolar, primaria y secundaria–. Las reformas curriculares son de carácter nacional, diseñadas y planteadas de manera centralista, por las respectivas autoridades educativas y diseminadas a través de documentos y materiales oficiales. Estas reformas se han concebido como instrumentos poderosos para promover cambios y transformaciones en las prácticas educativas a través de introducir enfoques didácticos, metodologías de enseñanza, materiales educativos, programas de estudio, de formación docente, innovaciones educativas, etc.

Particularmente en la Reforma de la Educación Secundaria (RS)² –que entró en vigor en el año 2006– hay un profundo interés por introducir las TIC en el trabajo docente en el aula (Miranda y Reynoso, 2006). Lo anterior, bajo el supuesto –planteado en los nuevos planes y programas de estudio de la secundaria– de que las TIC generan cambios positivos en los procesos de enseñanza, que su empleo en las aulas propicia el interés y motivación de los estudiantes por aprender, que promueven la interacción y el trabajo colaborativo y facilitan el acceso a diversas fuentes de información y a herramientas para su tratamiento (SEP, 2006a). En esta reforma subyace, de manera general, una visión benevolente en torno a las

² Esta reforma se conoció primero con el nombre de Reforma Integral de la Educación Secundaria (RIES), después como Reforma de la Educación Secundaria (RES) y finalmente con este mismo nombre pero con las siglas RS. El 31 de julio de 2007 una nota periodística dio cuenta del cambio de denominación (<http://www.eluniversal.com.mx/nacion/152958.html>).

tecnologías y sus implicaciones en la educación que se sostiene más en ideales o imaginarios didácticos sobre su uso, que en ejemplos o evidencias concretas que guíen a los actores educativos sobre cuáles son los mejores caminos para ello.

La propuesta curricular para enseñar ciencias en secundaria, producto de la RS, tiene entre sus orientaciones de fundamentación el “incorporar, como parte de las herramientas que apoyan el estudio, el empleo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación” (SEP, 2006b: 7). En el programa de estudios se sostiene que las tecnologías favorecen los procesos de construcción del conocimiento científico, y que la enseñanza de las ciencias requiere de su uso para favorecer en los alumnos la comprensión y acercamiento a distintos fenómenos naturales, así como el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes científicas (SEP, 2006c). En los programas de cada asignatura hay sugerencias didácticas que demandan el uso de tecnologías en la enseñanza de ciertos contenidos científicos escolares, las cuales provienen de proyectos institucionales y oficiales que, en menor o mayor medida, se encuentran vigentes.³ Con base en estos planteamientos, los libros de texto sugieren a profesores y alumnos una variedad de contenidos, actividades prácticas o ejercicios, que promueven la utilización de tecnologías.

Un elemento que constituyó la RS fue la estrategia de dotar a los profesores de materiales educativos como una ruta hacia la innovación educativa. Al respecto, las autoridades educativas de la Secretaría de Educación Pública (SEP) propusieron el software *Enseñanza de las Ciencias con Tecnología* (ECIT) para que los profesores de ciencias de secundaria utilizaran tecnologías en su práctica docente (SEP, 2007a). En la fundamentación de este material se sostiene que “es una herramienta tecnológica estructurada a partir de una propuesta de enseñanza-aprendizaje de corte constructivista”⁴ y en él se proponen una variedad de secuencias didácticas (llamadas ‘experiencias de trabajo’) que se corresponden con un contenido particular de biología, física y química. Estas sugerencias se articulan de distintas actividades que, para su realización, demandan la utilización de una o varias herramientas tecnológicas; por ejemplo: Internet, simulaciones, sensores, videos, animaciones, etc.

³ Estos proyectos son Enseñanza de las Matemáticas con Tecnología (EMAT), Enseñanza de las Ciencias a través de Modelos Matemáticos (ECAMM) y Enseñanza de la Física con Tecnología (EFIT). La fundamentación de cada proyecto se puede encontrar en la siguiente página de Internet: <http://www.efit-emat.dgme.sep.gob.mx/>
⁴ <http://www.efit-emat.dgme.sep.gob.mx/ecit/ecitmodelos.htm>

Al respecto, hemos realizado diversos trabajos de análisis que buscan ofrecer evidencia empírica sobre la incorporación e implementación de ECIT en las prácticas de enseñanza de los profesores de ciencias de educación secundaria. En estos trabajos hemos señalado que la implementación de las estrategias didácticas de ECIT está orientada por las concepciones que los profesores tienen respecto a la ciencia, el aprendizaje y el uso de tecnologías (Blancas, 2010; Blancas y Rodríguez, 2010, 2011). También hemos abordado las interacciones y acciones que profesores y alumnos despliegan cuando se implican en una actividad mediada por computadora (Sandoval y Blancas, 2011).

En el estudio que aquí reportamos, describimos las formas concretas en que una maestra de biología de educación secundaria usa las tecnologías en el contexto de determinadas actividades provenientes de ECIT, para con ello identificar rupturas y continuidades entre lo propuesto y lo realizado en el aula. Consecuentemente, las preguntas que guiaron el estudio fueron las siguientes: a) ¿De qué forma una profesora de ciencias hace uso de las tecnologías en la enseñanza de un particular contenido científico escolar?, y b) ¿Cuáles propiedades de las tecnologías son aprovechadas por la profesora para favorecer su acción de enseñar?

REFERENTES TEÓRICOS

Herederas del concepto de *praxis*, la práctica de enseñar ciencias acentúa la actividad productiva y creativa del maestro, tanto material como simbólica. La práctica de enseñar implica hacer algo en un contexto sociocultural e histórico que le imprime estructura y coherencia a lo que el maestro hace (Wertsch, 1993). Las acciones del maestro en su práctica diaria de enseñanza, están determinadas por el contexto en que ocurren; en consecuencia, lo que sucede en el aula de clase –espacio más próximo en el que se realiza su actividad– no está del todo determinado por las disposiciones normativas, sino más bien, por las situaciones que se generan en ese espacio donde se dimensiona su práctica docente.

La configuración de la práctica de enseñar ciencias está dada, en buena medida, por las interacciones y relaciones que se construyen en el contexto del aula entre el maestro, los alumnos, el contenido y los significados atribuidos a las actividades y herramientas (Colomina, Onrubia y Rochera, 2001). En esta configuración intervienen diversos factores propios de las condiciones materiales y contextuales

en que se desarrolla la práctica. En este sentido, la configuración de la práctica de enseñanza abarca tanto el espacio físico donde las actividades ocurren así como las herramientas que propician ciertas interacciones y relaciones alrededor de ellas. Para los fines de este trabajo, nos interesa abordar el uso de herramientas en la práctica de enseñar ciencias en función de su capacidad mediadora de la acción.

Desde una perspectiva sociocultural (Wertsch, 1988), el maestro de ciencias, en su práctica de enseñanza, hace uso de determinadas herramientas –psicológicas y técnicas– que facilitan y median su acción de enseñar. Estas herramientas son elementos importantes en la organización, selección y tratamiento de los contenidos curriculares. Entre las herramientas empleadas por el maestro en su acto de enseñar ciencias destacamos los libros de texto, las tecnologías, su lenguaje multimodal, algunos modos de representación simbólica, etc. Es a través de estas herramientas mediacionales que la acción de los maestros se relaciona con los contextos socioculturales en donde estos actúan. La forma en que el maestro hace uso de herramientas particulares, permite definir su participación y la de sus alumnos en las interacciones y relaciones sociales generadas en las actividades de enseñanza.

Consecuente con esta mirada, Coll (2009: 117) conceptualiza a las tecnologías como “instrumentos psicológicos”, en el entendido de que son “herramientas para pensar, sentir y actuar solos y con otros”. De acuerdo con este autor, el hecho de concebir a las tecnologías como instrumentos psicológicos se apoya en su naturaleza simbólica, es decir, en sus posibilidades que ofrecen para representar, procesar, transmitir, compartir información, etc. Esta capacidad mediadora de las tecnologías, si bien es una potencialidad intrínseca, se hace o no efectiva, y en distintos grados y formas, según los contextos particulares, históricos y situados en donde se utilizan. En nuestro caso, consideramos que las aulas de ciencias son contextos educativos particulares en los que pueden, o no, hacerse realidad las posibilidades y potencialidades de las herramientas tecnológicas.

A partir de lo anterior, compartimos con Coll, Onrubia y Mauri (2007) y Coll (2009), la postura de que las tecnologías, en tanto herramientas, posibilitan y amplifican los procesos de interactividad comunicativa y pedagógica entre los elementos que configuran el triángulo didáctico: el objeto de enseñanza –contenidos a enseñar–, la actividad de enseñanza –las acciones del profesor– y las actividades de aprendizaje –las acciones del alumno–. Sin embargo, no se trata de concebir a las tecnologías como meros auxiliares de la acción que posibilitan y facilitan la realización de ciertas

actividades educativas. Más bien, se trata de pensar a las tecnologías como parte inherente de las acciones didácticas y de las relaciones e interacciones sociales en donde los usos que se hagan de ellas, pueden favorecer o restringir la construcción y negociación de significados educativos.

La aproximación al análisis de las tecnologías en la enseñanza de las ciencias que adoptamos en este trabajo, se concentra en su uso situado y contextualizado en determinadas y particulares actividades de enseñanza y de aprendizaje. Al respecto, Coll, Onrubia y Mauri (2007) y Coll (2009), proponen tres niveles de análisis, distintos pero interrelacionados, para aproximarse a los usos situados de las tecnologías en las aulas. Estos niveles son los siguientes:

- *Nivel 1. Diseño tecnológico.* Implica una valoración de la naturaleza y características de las herramientas tecnológicas puestas a disposición de profesores y alumnos. En este nivel el interés está centrado en las posibilidades y limitantes que particulares tecnologías ofrecen para representar, procesar, transmitir y compartir información educativa.
- *Nivel 2. Diseño didáctico.* Implica una valoración de las actividades didácticas propuestas a profesores que les demandan el uso de tecnologías. El interés está puesto en la naturaleza del contenido que se enseña en las actividades, en el objetivo que persiguen, en las sugerencias para llevarlas a cabo y en las herramientas tecnológicas que se proponen usar, etc.
- *Nivel 3. Actividad conjunta.* Implica el reconocimiento e identificación de las formas concretas y particulares en que profesores y alumnos despliegan su actividad en el aula, es decir, en los procesos de construcción conjunta del conocimiento. Este nivel permite reconocer usos situados y contextualizados de las tecnologías.

Nos adscribimos a esta aproximación analítica por dos razones. La primera de ellas porque el Plan de Estudios para educación secundaria de 2006 señala que “habrá que promover modelos de utilización de las TIC que permitan nuevas formas de apropiación del conocimiento, en las que los alumnos sean agentes activos de su propio aprendizaje” (SEP, 2006a: 25). En este sentido, reconocer usos concretos de las tecnologías en la práctica de enseñar ciencias ofrece la posibilidad de vislumbrar formas de manejo y empleo de la misma que permitan enriquecer la

propia práctica, así como también obtener indicios de qué cambios y continuidades se presentan en ella.

En segundo lugar, porque esta aproximación es congruente con una perspectiva sociocultural de la enseñanza y, además, porque reconoce que los usos de las tecnologías están situados en un contexto social, cultural, histórico e institucional (Wertsch, 1993). Es este contexto el que determina poderosamente la capacidad de las tecnologías de transformar la enseñanza y mejorar el aprendizaje. Así, al identificar usos concretos de las tecnologías buscamos discutir la posibilidad que tienen de convertirse en herramientas valiosas en la práctica de enseñar ciencias. Esto constituye un paso para arribar a propuestas innovadoras que promueven el uso didáctico de tecnologías más adecuadas para enseñar y aprender ciencias.

ESTRATEGIA METODOLÓGICA

Los objetivos principales del trabajo que aquí se reporta son: a) identificar y describir las formas concretas en que una maestra de ciencias usa determinadas herramientas tecnológicas en la realización de actividades didácticas provenientes de ECIT, y b) señalar rupturas y continuidades entre el diseño tecno-didáctico de las actividades provenientes de ECIT y los usos efectivos que la maestra hace de las tecnologías. Para abordar los objetivos anteriores optamos por realizar un estudio de caso con una perspectiva analítica de carácter cualitativa (Dorio, Sabariego y Massot, 2004). Los estudios de caso se caracterizan por su particularidad y descripción analítica profunda, así como por poner a flote nuevos significados del fenómeno de estudio (Merriam, 2001). En el trabajo aquí reportado tomamos como referencia el caso de la maestra Rosa (llamada así para fines de confidencialidad).

Rosa participó inicialmente en un estudio exploratorio con una muestra de 96 maestros de secundaria –provenientes de diferentes escuelas y con formación y experiencia diversa– a quienes se les aplicó un cuestionario de 18 preguntas para identificar sus concepciones respecto a la ciencia, el aprendizaje y el uso de las tecnologías. Particularmente las respuestas de los profesores sobre el uso de las tecnologías se asociaron a partir de números de acuerdo con alguno de los enfoques teóricos propuestos por Bautista (1994): 1 = técnico, 2 = práctico, 3 = crítico. A partir de la dominancia de uno de los enfoques se seleccionaron tres profesores de biología que representaron, lo más claro posible, cortes definidos en

sus posiciones conceptuales. Se eligieron profesores de esta asignatura porque, para el momento de la investigación, solo se contaba con el Libro del Maestro para Biología de la propuesta ECIT (SEP, 2007b). En este sentido, Rosa representa el profesor con perfil conceptual “técnico”, asociado a un enfoque tradicional del uso de las tecnologías. En otro trabajo, hemos presentado el caso del profesor que representa el perfil conceptual congruente constructivista, congruente con los planteamientos teóricos de la propuesta ECIT (ver Blancas y Rodríguez, 2011).

El trabajo de campo lo realizamos en una escuela secundaria pública y diurna, de modalidad técnica⁵ donde laboraba Rosa, ubicada al oriente de la Ciudad de México. Se le solicitó a la profesora que realizara actividades de ECIT (SEP, 2007a, 2007b) para el abordaje de un particular contenido curricular. Para ello le entregamos con anticipación dicho material a fin de que lo explorara y decidiera qué actividades incorporaría a su planeación y realizaría con sus alumnos. Posteriormente, observamos y videgrabamos a Rosa durante tres sesiones de clase en uno de sus grupos a cargo. Las observaciones y videgrabaciones se realizaron en el aula de clase, en el laboratorio escolar y en el aula de medios –lugar donde usualmente los maestros de secundaria llevan a sus alumnos cuando incorporan tecnologías en sus actividades de enseñanza–. El análisis de los usos de la tecnología por parte de Rosa está centrado en sus conductas, comportamientos y diálogos con sus alumnos en el aula de medios.

A partir de considerar los niveles analíticos de Coll, Onrubia y Mauri (2007) y Coll (2009), referidos anteriormente, realizamos dos tipos de análisis. El primero de ellos implicó una descripción, tanto del diseño tecnológico (nivel 1) como del didáctico (nivel 2) de las actividades de ECIT implementadas por Rosa. La forma en que realizamos este análisis fue mediante cuestionamientos directos a las actividades en ambos diseños:

- *Diseño tecnológico:* ¿Qué herramienta(s) tecnológica(s) se sugiere(n) emplear para realizar la actividad? ¿Qué posibilidades y limitantes tiene(n) esta(s) herramienta(s) para representar, procesar, transmitir y comunicar información? ¿Cómo se sugiere utilizar esta(s) herramienta(s) en el desarrollo de la actividad?

⁵ En México, la educación secundaria se divide en tres modalidades: general, técnica y telesecundaria; las cuales atienden, regularmente, a alumnos de entre 12 y 15 años de edad aproximadamente.

- *Diseño didáctico:* ¿Qué objetivos persigue(n) la(s) actividad(es)? ¿Qué contenidos –conceptuales, procedimentales y actitudinales– asociados a la didáctica de las ciencias se enseñan en la(s) actividad(es)? ¿Cómo y de qué forma se sugiere que se realice(n) la(s) actividad(es)?

El segundo proceso analítico consistió en la identificación y caracterización cualitativa de las formas en que Rosa usó, junto con sus alumnos, las herramientas tecnológicas durante la realización de las actividades de ECIT (nivel 3). Para este análisis, y a partir de una guía de observación, ambos autores tratamos de identificar los usos de las tecnologías durante el desarrollo de la clase. Inicialmente, clasificamos los hechos observados de acuerdo con la propuesta de Bautista (1994). Posteriormente sometimos los usos identificados a un proceso cíclico de reelaboración y reflexión, de acuerdos y desacuerdos, con el cual se refinaron y definieron progresivamente. Finalmente describimos cualitativamente las formas en que Rosa usó la tecnología durante el desarrollo de su clase, para ello tuvimos presente que las acciones de la profesora estuvieron dadas por el contexto en que ocurrieron.

En los siguientes apartados presentamos los resultados de nuestro análisis cualitativo-descriptivo, tanto del diseño tecno-didáctico de las actividades de ECIT que implementó Rosa como de los usos concretos que hizo de las herramientas tecnológicas. Antes de ello, y a manera de contexto, presentamos una descripción general de aspectos que permiten situar la práctica de la maestra.

RESULTADOS

Descripción del contexto

172

Rosa es cirujano dentista titulada de una universidad pública, para el momento del estudio contaba con una experiencia de más de 20 años como maestra de secundaria. Respecto a la formación inicial de Rosa, es importante mencionar que de acuerdo con las condiciones laborales de la educación secundaria en México, los profesores de ciencias naturales provienen de una formación inicial muy variada, se pueden encontrar profesores con carreras universitarias afines a la asignatura (ingenieros, biólogos, físicos, geógrafos) o no afines como pedagogos o psicólogos y/o profesores formados especialmente para impartir docencia en una determinada asignatura (licenciados en ciencias naturales, licenciados en enseñanza de la biología, etc.).

Ahora bien, Rosa ha impartido la asignatura de geografía y, desde hace ocho años, la de biología. En el cuestionario indicó que no ha tomado ningún curso sobre la aplicación de las tecnologías en la educación. A la maestra la observamos abordando el tema “La Nutrición” en uno de los tres grupos que tenía a cargo, el cual estaba integrado por 28 alumnos. Para abordar el tema Rosa dedicó tres sesiones de clase de 50 minutos cada una: la primera se realizó en el salón de clases; la segunda en el laboratorio escolar y la tercera en el aula de medios y, fue en esta última, donde Rosa realizó con sus alumnos algunas actividades de ECIT (SEP, 2007a).

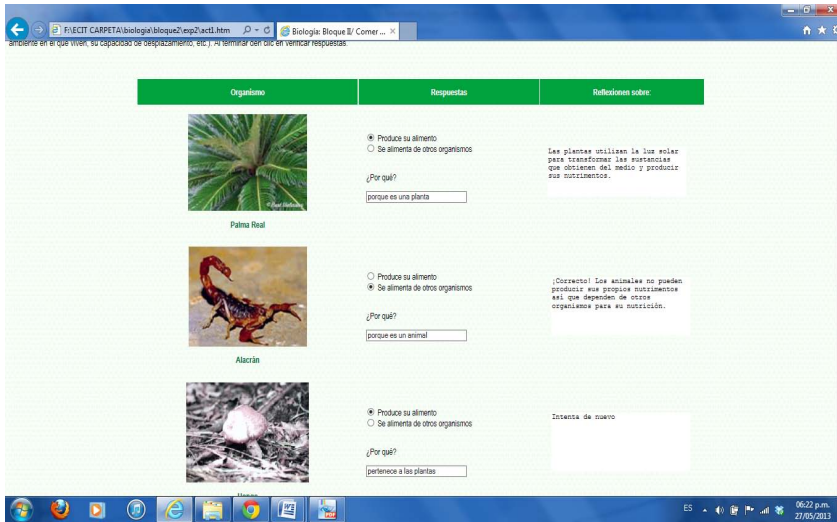
En el aula de medios solo había disponibles siete computadoras, más la computadora del profesor, en las que se encontraba cargado y configurado el software ECIT. Antes de que entraran los alumnos al aula, y con ayuda de uno de nosotros, Rosa abrió en cada computadora el programa ECIT. Posteriormente organizó a sus alumnos en equipos de tres integrantes y asignó a cada uno de ellos una computadora; a un equipo de cuatro de sus alumnos les asignó la computadora que estaba destinada para ella. A esta sesión de clase faltaron tres de sus alumnos.

Una vez organizó a sus alumnos, la profesora los orientó para que se dirigieran a la “Experiencia 2. Tipos de nutrición”, la cual corresponde al segundo de los bloques temáticos de ECIT (SEP, 2007a, 2007b) y se articula por cuatro actividades y dos problemas de aplicación. Posteriormente Rosa pidió a sus alumnos que, de esta experiencia de trabajo, realizaran la *Actividad 1 “Comer para vivir o vivir para comer”* y la *Actividad 2 “¿Cómo obtienen sus nutrientes las plantas?”*. Mientras los alumnos se dedicaron a realizar las actividades, Rosa fue pasando por cada equipo a supervisar la actividad, a aclarar dudas, a ofrecer información, a distribuir tareas, etc.

El diseño tecno-didáctico

El análisis descriptivo de la actividad “Comer para vivir o vivir para comer”, en su diseño tecnológico, señaló el empleo de una herramienta tecnológica conocida como *multimedia interactiva*. Este tipo de herramienta combina e integra diversos lenguajes para comunicar información al instante, ofrece ciertos grados de interactividad y con ello la posibilidad de que los sujetos participen de forma activa. En el caso de la herramienta propuesta por ECIT, esta integra imágenes fijas y texto escrito sobre cada uno de los cinco reinos de los seres vivos (ver Figura 1). Con esta herramienta se pide a los alumnos que den *clic* en el tipo de nutrición que creen que presenta

cada organismo mostrado en la imagen, que expliquen su elección (viene un espacio para escribir la respuesta) y que, al terminar, verifiquen sus respuestas dando *clic* en un botón destinado para ello. Si el alumno da *clic* en el tipo de nutrición correcta, cuando verifica su respuesta la herramienta le ofrece información complementaria; pero si dio *clic* en el tipo de nutrición incorrecta, le dice “inténtalo de nuevo”.



Fuente: SEP (2007a).

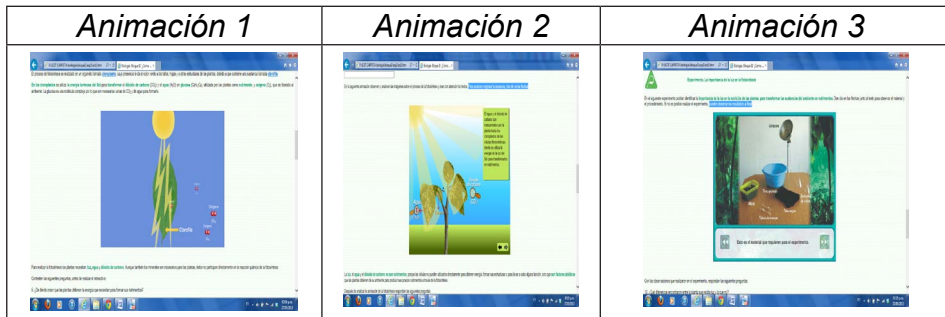
Figura 1. Ejemplo de la multimedia interactiva sugerida por ECIT.

Con respecto al diseño didáctico, la actividad “Comer para vivir o vivir para comer” señala explícitamente en el libro para el maestro tres objetivos: “identificar a la nutrición como un proceso común en los seres vivos”, “distinguir las características de los organismos autótrofos y heterótrofos” y “reconocer el tipo de nutrición que tienen los organismos de cada uno de los cinco reinos” (SEP, 2007b: 215). La estructura de la actividad es la siguiente:

1. **Introducción:** Se pide a los estudiantes que traten de recordar qué es la nutrición y de señalar por qué los seres vivos la necesitan. Después se presenta una definición de nutrición y la importancia de esta para los seres vivos.

2. *Exploración*: Se pide a los alumnos contestar cuatro preguntas que exploran sus ideas respecto a la nutrición. Estas preguntas son las siguientes: a) ¿Por qué creen que todos los organismos necesitan nutrirse para vivir?, b) ¿De qué se nutren sus mascotas?, c) ¿Cómo obtienen sus nutrientes las plantas de su casa? y d) ¿Existen diferencias entre la nutrición de las plantas y la de los animales? ¿Cuáles?
3. *Aplicación*: Esta es la parte más amplia de la actividad. Mediante el *interactivo* llamado “Dime cómo te nutres y te diré quién eres” se pide a los estudiantes clasificar ejemplos de distintos grupos de organismos de acuerdo al tipo de nutrición que tienen. Con ello se busca que tengan un primer acercamiento a los dos principales tipos de nutrición, autótrofa y heterótrofa. Después se pide a los alumnos responder cuatro preguntas para integrar algunos aspectos sobre los tipos de nutrición y cuál de ellos tiene cada uno de los cinco reinos de la clasificación de Whittaker: a) Expliquen qué diferencias encontraron entre los tipos de nutrición de los ejemplos anteriores, b) ¿A qué reino o reinos pertenecen los organismos que producen sus propios nutrientes?, c) ¿En qué reinos se encuentran los organismos que no pueden producir sus propios alimentos?, d) ¿En qué reino o reinos hay organismos que pueden llevar a cabo los dos tipos de nutrición?
4. *Cierre*: Se pide a los alumnos responder cinco preguntas para dar cierre a la actividad. Estas preguntas son las siguientes: a) ¿Qué son los nutrientes?, b) ¿Qué tipo de nutrición tiene un conejo?, c) ¿Las plantas necesitan de otros organismos para nutrirse? ¿Por qué?, d) ¿Qué ejemplos conocen de organismos autótrofos? y e) Mencionen ejemplos de organismos heterótrofos distintos a los del ejercicio.

Por su parte, el análisis descriptivo del diseño tecnológico de la actividad llamada “¿Cómo obtienen sus nutrientes las plantas?”, denotó el empleo de una herramienta tecnológica conocida como *animación en flash*. Esta herramienta es un tipo de animación que emplea gráficos vectoriales, puede o no involucrar sonido, creada y ejecutada en y a través de un particular programa de cómputo y permite la interacción del usuario en diferentes grados. ECIT propone tres animaciones en *flash*, las cuales solo involucran imágenes fijas, en movimiento y texto. A manera de ejemplo, la Figura 2 muestra, respectivamente, cada una de estas animaciones (debido al medio impreso, no es posible incluir el movimiento).



Fuente: SEP (2007a).

Figura 2. Animaciones en *flash* sugeridas por ECIT.

La primera animación representa y muestra información sobre la reacción química del proceso de fotosíntesis. Se pide a los alumnos que den *click* en un botón para que observen dicha reacción química, la cual es representada al final de la secuencia. Una vez terminada la animación, la herramienta ofrece al alumno la posibilidad de repetir la secuencia. La segunda animación representa y muestra información sobre el proceso fotosintético pero, a diferencia de la primera, el alumno puede avanzar o regresar la secuencia dando *click* en las flechas indicadas. La tercera animación muestra un experimento sobre el papel de la luz en la nutrición de las plantas. Se indica a los alumnos que den *click* en unas flechas (que permiten avanzar o retroceder) para observar el material y el procedimiento a fin de que puedan replicar el experimento en el aula; de no ser esto posible, pueden observar los resultados al final de la animación.

Con respecto al diseño didáctico, la actividad “¿Cómo obtienen sus nutrientes las plantas?”, en el libro para el maestro se señalan cuatro objetivos de aprendizaje: “identificar que las plantas tienen nutrición autótrofa”, “conocer en qué consiste la fotosíntesis”, “reconocer los organelos encargados de llevar a cabo la fotosíntesis” e “identificar cuáles son las moléculas que participan y se producen en este proceso” (SEP, 2007b: 219). La estructura de la actividad es la siguiente:

1. **Introducción:** Se presenta a los estudiantes una breve explicación de por qué las plantas presentan nutrición autótrofa.

2. *Exploración:* Se pide a los alumnos contestar cuatro preguntas que exploran sus ideas respecto a la nutrición de las plantas: a) ¿Cómo creen que las plantas transforman las sustancias del ambiente en nutrimentos?, b) ¿Por qué creen que los animales y los hongos no pueden producir sus propios nutrimentos?, c) ¿Qué sustancias necesitan las plantas para producir sus alimentos? y d) ¿Creen que las plantas pueden producir sus nutrimentos a cualquier hora del día? ¿Por qué?
3. *Aplicación:* Con las dos primeras *animaciones en flash* se busca que los estudiantes identifiquen cómo y dónde se realiza la fotosíntesis y que reconozcan la importancia de este proceso para la vida en el planeta. Se incluyen siete preguntas en torno a lo presentado en las animaciones, las cuales están asociadas al proceso de fotosíntesis. Después se presenta una *animación en flash* de un experimento con el que los alumnos pueden identificar la producción de oxígeno durante la fotosíntesis. Con las observaciones realizadas en el experimento, se pide a los alumnos que respondan cinco preguntas relacionadas con los resultados del experimento.
4. *Cierre:* Se pide a los alumnos responder siete preguntas para dar cierre a la actividad: a) ¿Cómo se llama el proceso que llevan a cabo las plantas para nutrirse?, b) ¿Por qué el dióxido de carbono, agua y minerales no son nutrimentos? Expliquen, c) ¿Cuál es el nutrimento que se produce en la fotosíntesis?, d) ¿Cómo es que las plantas transforman las sustancias del ambiente en nutrimentos? Expliquen, e) ¿Una planta podría producir sus nutrimentos en un lugar oscuro? ¿Por qué?, f) ¿Para qué creen que se utiliza el oxígeno que las plantas liberan en el ambiente? y g) ¿Una planta puede producir sus nutrimentos sin clorofila? ¿Por qué?

De manera general, ambas actividades propuestas por ECIT, e implementadas por la maestra Rosa en su aula de clase, denotan que el objetivo principal es que los alumnos apliquen conocimientos científicos y, a su vez, obtengan nuevos. Algunas tareas dentro de las actividades buscan, en cierta forma, explorar las ideas previas de los alumnos en torno a la nutrición. Sin embargo, las actividades aquí analizadas están lejos de desafiar a los alumnos cognitivamente y, al mismo tiempo, de implicarlos en habilidades de naturaleza científica. El análisis del diseño tecnodidáctico sugiere que la información científica es el centro de las actividades, que las herramientas tecnológicas son poseedoras del mensaje didáctico y que pueden

ser vistas como fuentes de información sobre el tema abordado. Los usos de la tecnología sugeridos en ambas actividades se limitan a tareas que promueven la relación de conceptos, el recuerdo de información y la observación de fenómenos naturales.

Los usos de las tecnologías en el aula

En este apartado presentamos los resultados del segundo proceso analítico, el cual estuvo centrado en la descripción de los usos reales de las tecnologías identificados en la práctica de enseñanza de Rosa en el contexto del aula de medios. A través del proceso de análisis identificamos formas y momentos distintos de emplear las herramientas tecnológicas. Esta variedad se debió a la organización de la enseñanza particular a Rosa y sus alumnos. El análisis permitió identificar seis usos de las tecnologías: para recordar información, para demostrar un fenómeno natural, para obtener evidencias de aprendizaje, para apoyar la exposición de un tema, para propiciar el trabajo colaborativo y para complementar el trabajo con otros materiales. A continuación describimos, de manera general, cada uno de estos usos de las tecnologías.

Uso de tipo 1: la tecnología para recordar información

Rosa utilizó las preguntas de las actividades para que sus alumnos recordaran parte de los contenidos temáticos que habían sido abordados en las sesiones previas, pero a la vez para que se reafirmaran estos. En el aula se observó lo siguiente:

Alumno: Maestra ¿nos puede ayudar en esta pregunta? [señala la pregunta que está presentada en la computadora].

Maestra: ¿Qué sustancias necesitan las plantas para producir su alimento?... a ver piénsenle...

Alumno 1: Dióxido de carbono.

Alumno 2: Agua.

Maestra: Ajá... ¿Qué más? A ver... ¿El agua qué contiene?

Alumno 2: Cloroplastos.

Maestra: No, no, los cloroplastos son parte de la planta... recuerden el diagrama de la clase donde vimos la fotosíntesis... si no se acuerdan saquen sus apuntes y contesten las preguntas... después comparen sus respuestas, que tienen que estar en rojo con la presentada aquí [señala el botón verificar respuesta], si no se parecen en nada las cambian...

A través de los cuestionarios interactivos, Rosa promovió la repetición de información en un intento por propiciar su manejo. La interacción con sus alumnos se limitó a la emisión de respuestas esperadas por ella, mediante su discurso, por los apuntes o por las mismas herramientas tecnológicas. Este uso de la tecnología estuvo más asociado, desde un punto de vista didáctico, a una metodología de enseñanza y aprendizaje basada en la ejercitación mecánica de adquirir, más que comprender, la información.

Uso de tipo 2: la tecnología para demostrar un fenómeno natural

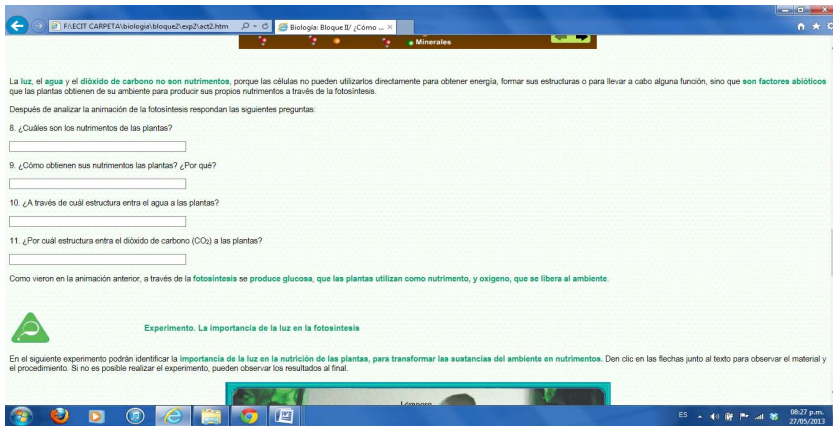
La maestra Rosa utilizó las animaciones para facilitar que sus alumnos apreciaran el comportamiento de ciertos procesos implicados en la fotosíntesis. El sentido que tuvieron estas *herramientas tecnológicas* dentro de la actividad en el aula fue que los alumnos observaran, en forma animada, la representación química de la fotosíntesis y el proceso de la misma. Con ello la maestra Rosa buscó demostrar y/o comprobar lo que ocurre en el proceso fotosintético. Esto fue algo de lo que observamos:

[Mientras los alumnos resuelven la actividad de ECIT, la profesora recurre a la animación de la fotosíntesis]

Maestra: Este proceso ya lo vimos en clase, pero aquí podemos apreciar cómo ocurre este proceso y los elementos químicos que intervienen, y que a simple vista no se ven. Aquí se nota toda la reacción química que ocurre en el proceso de la fotosíntesis... [La maestra comienza a describir el proceso y los alumnos observan].

Uso de tipo 3: la tecnología para obtener evidencias de aprendizaje

Debido a que la maestra Rosa promovió que sus alumnos recordaran la información sobre los temas abordados, recurrió a la multimedia interactiva para obtener datos que le permitieran dar cuenta de lo que sus alumnos habían aprendido sobre el tema. Para ello solicitó a sus alumnos que en su cuaderno dieran respuesta a las preguntas de cada 'cuestionario' a fin de que ella pudiera evaluarlas posteriormente. A manera de ejemplo, en la Figura 3 se muestra parte de uno de estos cuestionarios de la actividad de ECIT titulada "¿Cómo obtienen sus nutrientes las plantas?".



Fuente: SEP (2007a).

Figura 3. Ejemplo de las preguntas propuestas por ECIT.

Uso de tipo 4: la tecnología para apoyar la exposición de un tema

La maestra Rosa utilizó las animaciones en *flash* sobre el proceso de fotosíntesis que vienen en la *Actividad 2* para apoyar la exposición de dicho proceso. En clases anteriores la maestra Rosa había abordado el tema de la fotosíntesis apoyándose en un diagrama y en su exposición oral. Sin embargo, en esta sesión de clase, la maestra recurrió a otras animaciones de la herramienta tecnológica para ampliar la información sobre el tema y para que sus alumnos recordaran lo visto en sesiones anteriores. En este sentido la maestra Rosa utilizó las animaciones como apoyo didáctico para transmitir, reafirmar y retroalimentar la información científica.

Uso de tipo 5: la tecnología para complementar el trabajo con otros materiales

Para realizar las actividades de ECIT, la maestra Rosa promovió también el uso de otros materiales, como el libro de texto y los cuadernos. El sentido de usar estos otros materiales fue obtener y corroborar información para resolver las actividades que se presentaban con la herramienta tecnológica. En el caso del libro de texto, este se usó para obtener información que no se conocía pero que demandaba la actividad de ECIT. Para el caso de los cuadernos, estos fueron empleados para corroborar la información que los alumnos daban en las actividades de ECIT, la cual había sido dada por la maestra en sesiones anteriores. Los cuadernos, además, sirvieron para copiar en ellos información relevante que daba la propia actividad.

Uso de tipo 6: la tecnología para propiciar el trabajo en equipo

La maestra Rosa propició el trabajo en equipo entre sus alumnos para realizar las actividades y ejecutar algunas tareas; esto fue posible porque en el aula no había disponibles equipos de cómputo para cada alumno. Rosa, con ayuda de uno de sus alumnos, recurrió a un proyector para mostrar a todo el grupo las animaciones y así presentarles el proceso de la fotosíntesis y promover una discusión colectiva sobre lo observado. Por otro lado, en algunos equipos de trabajo la profesora orientó el trabajo de sus alumnos y promovió la repartición de tareas, promovió el diálogo entre ellos y además la utilización del equipo de cómputo.

Los anteriores usos de las herramientas tecnológicas en la práctica de Rosa, muestran un contexto de aula en el que se configuran ciertos rituales escolares: la exposición oral de la maestra, la repetición y recuerdo de información, la observación de fenómenos, la comprobación de conceptos y la obtención de información. Estos rituales son favorecidos por 'rituales nuevos' como lo es, por ejemplo, la proyección de una animación para exponer y representar un fenómeno natural y así lograr que los alumnos comprueben la información conceptual brindada por la maestra. En este sentido, en posteriores estudios valdría la pena profundizar, por ejemplo, si los alumnos aprenden de igual manera al realizar un experimento en el laboratorio escolar que cuando observan solamente el fenómeno en una animación, así como las habilidades, procedimientos y actitudes científicas que se ponen en juego en uno y otro entorno de aprendizaje.

En estos usos de las herramientas tecnológicas, Rosa adquiere el papel de transmisor de información, que en este caso es el contenido disciplinario. Al usar las herramientas tecnológicas, Rosa promueve en sus alumnos la repetición y ejercitación mecánica de información. Los alumnos, por su parte adquieren el papel de sujetos pasivos que solo se dedican a recibir información y a repetirla, a seguir instrucciones y a ofrecer respuestas ya esperadas. Las herramientas tecnológicas adquieren una centralidad en la presentación de informaciones, mensajes, temas, contenidos, etc., soportados en diversos formatos y en diversos lenguajes.

Las herramientas tecnológicas son vistas como medio de instrucción autónomo, poseedor y transmisor del contenido, de ahí que el papel de la maestra sea un rol directivo frente al alumno. Esta situación pone en evidencia la necesidad de la maestra de vincular el material base, en este caso ECIT, con otros recursos

que también son medios poseedores del contenido, como los libros de texto o los cuadernos.

DISCUSIÓN FINAL

En este trabajo hemos descrito las formas en que una maestra de biología de educación secundaria usa herramientas tecnológicas –multimedia interactiva y animación en *flash*, articulados en un software para instalar en la computadora– en su práctica de enseñanza. La descripción de los usos observados pone en evidencia la realización de actividades radicalmente poco innovadoras, es decir, la presencia de dicha herramientas parece no modificar la práctica de enseñanza. Hecho que no concuerda con las expectativas de renovación de las prácticas de enseñanza al incorporar tecnologías que subyacen en la retórica del discurso oficial (SEP, 2006a).

Tal parece que la estabilidad permanece en dicha práctica, solo que ahora las herramientas tecnológicas se fusionan con formas y estilos de enseñanza considerados como tradicionales del mundo escolar (Buckingham, 2008), por ejemplo considerar un ‘cuestionario interactivo’ para tener evidencia de que los alumnos repiten la información brindada. Lejos de las grandes transformaciones que se anticipan en la retórica pedagógica oficial sobre la incorporación de tecnologías en la enseñanza de las ciencias, los ejemplos de los usos de las tecnologías aquí identificados denotan, de manera general, relaciones pedagógicas consideradas como verticales y, a su vez, prácticas escolares bastante conocidas y arraigadas en las prácticas escolares, las cuales privilegian procesos de transmisión de información así como la promoción de destrezas técnicas y aisladas. Esto, sin duda sugiere que las políticas educativas actuales, que promueven la incorporación de tecnologías en los espacios escolares, tendrán que ser conscientes de esta realidad, y por ende modificarse en función de ella.

Lograr cambios sustanciales a través del uso de las tecnologías que incidan en las prácticas de enseñanza, implica dar sentido al uso de las mismas. Si bien las tecnologías tienen características reales que posibilitan o amplifican la acción de enseñar, también presentan características que son construidas y percibidas por el maestro, y que en consecuencia le permiten ejecutar ciertas acciones y no otras. En este sentido, lo potencial de la tecnología no solo radica en sus propiedades posibilitadoras, sino en la familiaridad y conocimiento que el maestro tenga para

hacerla operar de un modo en distintas situaciones (McFarlane, 2003). Tenemos que ser conscientes de que la introducción de tecnologías en la enseñanza de las ciencias no es un proceso lineal, más bien, un proceso de aprendizaje que conlleva modificar creencias, saberes, procesos, prácticas, etc. La incorporación de las tecnologías en la enseñanza de las ciencias es una valiosa oportunidad para reflexionar sobre la práctica científica que se configura en los contextos escolares.

En el estudio de caso aquí reportado, la maestra observada, si bien tenía poca familiaridad con las herramientas tecnológicas, en su espectro nocional subyacía una percepción de propiedades posibilitadoras en dichas herramientas para enseñar con un carácter tradicional. Esto denota que si bien el conocimiento y dominio de las tecnologías es importante, también lo son las concepciones de los profesores sobre su uso, pues son estas las que parecen orientar la práctica en el aula. Sin embargo, para poder tener más elementos respecto a cuáles propiedades de las herramientas tecnológicas, y particularmente en este caso de ECIT, son aprovechadas por la profesora para favorecer su acción de enseñar, sería necesario evaluar con mayor detalle y profundidad las herramientas mismas, pues cabe la duda si son realmente de naturaleza constructivista y si están diseñadas para lograr aprendizajes en profundidad en los alumnos.

Las propuestas didácticas que promueven el uso de tecnologías en las prácticas de enseñanza –como el caso de ECIT– son transformadas cuando el maestro las implementa en el aula. Particularmente, frente a la incorporación de las tecnologías en las prácticas de enseñanza, los maestros se ven implicados en procesos de resistencia, de negociación o de apropiación, pues lo que está en juego es su forma de enseñar que ha llevado durante mucho tiempo y que le ha dado identidad como profesional. En consecuencia, los cambios en las prácticas de enseñanza a través del uso de tecnologías serán procesos lentos, dinámicos y situados. En este sentido, y tal como lo sostiene Coll (2009), las expectativas curriculares en torno al uso de las tecnologías en la enseñanza, como vía de mejora educativa, están bien intencionadas y justificadas; empero, hay que reconocer que dichos cambios están en función del contexto en el que se usan.

Compartimos con McFarlane (2003) la postura de que la incorporación de las tecnologías en los ámbitos escolares es un proceso irreversible, pero consideramos que dicha incorporación puede ser pensada –más que como solución o panacea– como el pretexto que nos lleve a propiciar oportunidades y posibilidades de cambios

sutiles, pero contundentes. Al respecto, resulta crucial que desde la investigación educativa se analicen todas y cada una de las aristas que intervienen en el binomio educación-tecnologías para influir en la direccionalidad de esa relación, así como dejar entrever y proyectar las potencialidades o debilidades de los usos, destinos y finalidades de la misma en los ámbitos escolares. Por lo tanto, es importante seguir realizando estudios empíricos que den cuenta de las condiciones conceptuales, operativas y contextuales que los maestros de ciencias enfrentan cuando incorporan tecnologías en su práctica de enseñanza cotidiana. En estos estudios se ha de reconocer que lo potencial de las herramientas tecnológicas radica en su uso, en las relaciones sociales y de contingencia que se configuran en el aula; pues al final de cuentas la enseñanza de las ciencias es un asunto de convivencia humana.

BIBLIOGRAFÍA

Bautista, Antonio. (1994). *Las nuevas tecnologías en la capacitación docente*. Madrid: Aprendizaje Visor.

Blancas, José Luis. (2010). *La práctica docente en ambientes tecnológicos para la enseñanza de las ciencias experimentales, a partir de las concepciones de los profesores sobre ciencia aprendizaje y TIC*. Tesis de Licenciatura en Pedagogía. Universidad Pedagógica Nacional, Distrito Federal, México.

Blancas, José Luis y Rodríguez, Diana Patricia. (2010, julio). *La enseñanza de la biología con tecnología a partir de las concepciones de los profesores: tres estudios de caso*. Memorias II Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología, Asociación Colombiana para la Investigación en Ciencias y Tecnología (EDUCyT), Cali, Universidad del Valle. ISBN: 978-958-99491.

_____. (2011, noviembre). *¡La tecnología entra a clase de biología! Articulación entre concepciones y práctica de un profesor de secundaria*. Memorias Electrónicas del XI Congreso Nacional de Investigación Educativa. México, Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE).

Buckingham, David. (2008). *Más allá de la tecnología. Aprendizaje infantil en la era de la cultura digital*. Argentina: Manantial.

Carneiro, Roberto, Toscano, Juan y Díaz, Tamara (coords.). (2009). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. España: OEI - Fundación Santillana.

Coll, César. (2009). "Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades". En: Carneiro, Roberto, Toscano, Juan y Díaz, Tamara (coords.). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo* (pp. 113-126). España: OEI - Fundación Santillana.

Coll, César, Onrubia, Javier y Mauri, Teresa. (2007). "Tecnología y prácticas pedagógicas: las TIC como instrumentos de mediación de la actividad conjunta de profesores y estudiantes". *Anuario de Psicología*, No. 3, Vol. 38, pp. 377-400.

Colomina, Rosa, Onrubia, Javier y Rochera, M^a José. (2001). "Interactividad, mecanismos de influencia educativa y construcción del conocimiento en el aula". En: Coll, César et al. (comps.). *Desarrollo psicológico y educación*. Vol. 2. (pp. 437-549). Madrid: Alianza Editorial.

Cuban, Larry (2001). *Oversold and underused: Computers in the classroom*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Dorio, Inmaculada, Sabariego, Marta y Massot, M^a Inés. (2004). "Características generales de la metodología cualitativa". En: Bisquerra, Rafael (coord.). *Metodología de la investigación educativa* (pp. 275-279). Madrid: La Muralla.

Jara, Ignacio. (2008). *Las políticas de tecnología para escuelas en América Latina y el mundo: visiones y lecciones*. Santiago de Chile: CEPAL - Naciones Unidas.

López, Marta y Morcillo, Juan. (2007). "Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, No. 3, Vol. 6, pp. 562-576. En: http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N3.pdf [consultado el 8 de marzo de 2008].

McFarlane, Ángela. (2003). *El aprendizaje y las tecnologías de la información: experiencias, promesas, posibilidades*. México: Santillana-SEP.

Merriam, Sharan. (2001). *Qualitative research and case study applications in education: Revised and expanded from "case study research in education"*. New York: Jossey-Bass.

Miranda, Francisco y Reynoso, Rebeca. (2006). "La reforma de la educación secundaria en México: elementos para el debate". *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, No. 31, Vol. 11, pp. 1427-1450. COMIE.

Pintó, Roser, La Saez, Marcel y Tortosa, Montserrat. (2008). "Las tecnologías de la información y comunicación". En: Merino, Cristian et al. (coords.). *Área y estrategias de*

investigación en la didáctica de las ciencias experimentales (pp. 83-110). España: Universitat Autònoma de Barcelona.

Pontes, Alfonso. (2005). "Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, No. 1, Vol. 2, pp. 2-18. En: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_3/Pontes2005b.pdf [consultado el 20 de abril de 2008].

Sandoval, Karla y Blancas, José Luis. (2011). "Interacción en la apropiación del conocimiento científico en una actividad tecnológicamente mediada". En: Jiménez, Francisco y Orozco, Myriam (comps.). *VI Congreso Internacional de Innovación Educativa* (pp. 294-299). México: Instituto Politécnico Nacional. ISBN 978-607-414-248-8.

Sanmartí, Neus e Izquierdo, Merce. (2001). "Cambio y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC". *Alambique: didáctica de las Ciencias Experimentales*, No. 29, pp. 71-83.

SEP. (2006a). *Plan de estudios 2006. Educación básica. Secundaria*. México: Secretaría de Educación Pública.

_____. (2006b). *Reforma de la Educación Secundaria. Fundamentación Curricular. Ciencias, Educación Básica. Secundaria*. México: Secretaría de Educación Pública.

_____. (2006c). *Programa de estudio. Asignatura Ciencias*. México: Secretaría de Educación Pública.

_____. (2007a). *Enseñanza de las Ciencias con Tecnología. Software*. México: Secretaría de Educación Pública.

_____. (2007b). *Enseñanza de las Ciencias con Tecnología. Libro para el maestro*. México: Secretaría de Educación Pública.

Webb, Mary. (2009). "Affordances of ICT in science learning: implications for an integrated pedagogy". *International Journal of Science Education*, No. 6, Vol. 27, pp. 705-735.

Wertsch, James. (1988). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós.

_____. (1993). *Voces de la mente. Un enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada*. Madrid: Aprendizaje Visor.