

Laboratorios de ciencias en el bachillerato: tecnologías digitales y adaptación docente

Science Lab: digital technologies and teachers' adaptation

Elena Calderón Canales

Fernando Flores Camacho

Leticia Gallegos Cázares

Gustavo de la Cruz Martínez

Jesús Ramírez Ortega

Ricardo Castañeda Martínez

CCADET-UNAM, México.

RESUMEN

Los nuevos laboratorios de ciencias para el bachillerato de la UNAM permiten realizar actividades educativas que promueven el aprendizaje por medio de la transformación conceptual y representacional, la colaboración, y que se apoyan en la integración de la experimentación con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en las materias de Biología, Física y Química. En este artículo presentamos los resultados de las formas de uso y el tipo de recursos tecnológicos que los profesores utilizan en la etapa introductoria (primer semestre de uso) de los nuevos laboratorios. Los resultados muestran un proceso inicial de adaptabilidad y aprovechamiento de los recursos, y aunque la mayoría simplemente traslada su práctica habitual, otros han comenzado a incorporar a su práctica docente recursos diversos y aumentar su confianza en el manejo del laboratorio. Este avance revela que los docentes tienen una mejor comprensión del enfoque educativo que acompaña al proyecto de los nuevos laboratorios, lo que les ayudará a desarrollar mejores procesos y estrategias para incorporar las TIC en sus actividades de enseñanza de la ciencia.

Palabras clave:

Enseñanza de las ciencias, TIC, laboratorio de ciencias, formación docente, evaluación.

ABSTRACT

The new science laboratories for the UNAM high-school is a space that allows the development of educational activities that promote learning through conceptual and representational transformation, collaboration and integration of experimentation with the use of ICT in the subjects of Biology, Physics and Chemistry. In this article we present the results of the methods of use and type of technological resources that teachers use in the introductory phase (first time of use in a regular course) of the new laboratories. Results show an initial process of adaptability and use of resources, although most teachers begin transferring their traditional practice to the new space, others have begun to incorporate a variety of resources and increase their skills and confidence in laboratory use. This development shows that teachers have a better understanding of educational approach, which will allow them to develop processes and strategies for incorporating ICT into their science education activities.

Keywords:

Science education, ICT, science laboratory, teacher training, evaluation.

INTRODUCCIÓN

Existe un amplio acuerdo en torno a la idea de que la integración de las TIC aportan grandes beneficios al aprendizaje de los estudiantes; por ejemplo: el aprendizaje es más efectivo, mejora las habilidades de lectura, permite el acceso a grandes fuentes de datos e información, entre otros (Chandra & Lloyd, 2008; Davis, Preston & Sahin, 2009; Earle, 2002). En el caso de la enseñanza de las ciencias, las ventajas de esta integración son innegables, además de considerar la motivación que genera en los estudiantes hacia su uso (McFarlane & Skellariou, 2010).

Sin embargo, diversas investigaciones muestran que, mientras que hay un creciente reconocimiento de la potencialidad de las TIC, su aplicación en aula es limitada (OECD, 2011; Kirkman y Wilson, 2014), sobre todo en entornos donde los profesores se han mantenido alejados de estas propuestas y, por el contrario, se encuentran inmersos en laboratorios tradicionales, en buena medida obsoletos y sin ninguna posibilidad de integrar las tecnologías digitales, como ocurre en la mayoría de los países en desarrollo.

Lo anterior, según Pozo (2015), parece evidenciar que existe una incompatibilidad básica entre la cultura educativa tradicional y las nuevas tecnologías. Entre los supuestos de esta incompatibilidad se puede enunciar la gestión de la información: en tanto en la escuela no se da lugar más que a conocimientos ciertos, la pluralidad en diversos medios de las TIC implica distintas formas de tomar en cuenta los conocimientos; otro sería la dialogicidad: mientras en la escuela el diálogo es escaso y usualmente en una sola dirección, en el ámbito externo es diverso y multimodal. Por último, está la naturaleza plurirrepresentacional, que radica en la necesidad de integrar diferentes sistemas de representación.

Por ello, la introducción de las TIC en los laboratorios escolares requiere, en primer lugar, un proceso de acercamiento por parte de los docentes y alumnos, antes de esperar transformaciones relevantes en sus procesos de enseñanza, así como en el aprendizaje de los alumnos. En este sentido, el diseño y la implementación de un espacio para la enseñanza práctica o de laboratorio de ciencias, que integre TIC ancladas a una visión de aprendizaje centrada en la transformación conceptual y representacional, es muy importante y demanda un proceso de incorporación paulatina que no es siempre sencillo. En este trabajo compartimos los resultados de un análisis exploratorio de cómo los docentes inician este complejo proceso de incorporación de las TIC de los nuevos laboratorios de ciencias

(física, química y biología) del bachillerato de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) a su práctica docente.

INFRAESTRUCTURA Y PROCESOS DE ENSEÑANZA EN LOS LABORATORIOS DE CIENCIAS DEL BACHILLERATO DE LA UNAM

La UNAM cuenta con dos modalidades de bachillerato: la Escuela Nacional Preparatoria con nueve planteles y el Colegio de Ciencias y Humanidades con cinco planteles. Aunque existen diferencias en los planes y programas de estudio, en ambas, los estudiantes cursan materias de Física, Química y Biología, divididas a lo largo de los tres años. En la primera modalidad se utiliza un sistema en el cual los alumnos asisten una vez por semana al laboratorio en cada una de las disciplinas y toman las clases teóricas en un salón distinto. En la segunda se utiliza un enfoque diferente, ya que las clases son impartidas en un aula-laboratorio al que asisten los alumnos entre dos y tres veces por semana.

Hasta 2009 (en un periodo de al menos treinta años), los laboratorios del sistema de bachillerato de la UNAM no habían sufrido modificaciones importantes. Un diagnóstico previo sobre los laboratorios arrojó resultados poco alentadores sobre su estado; por ejemplo, en cuanto a su infraestructura, se reportó equipamiento obsoleto y carencias importantes, instalaciones antiguas y en mal estado, y ninguna presencia de las TIC. En lo referente a las formas de enseñanza, se registró que el laboratorio cumple un rol secundario, ya que se utiliza, primordialmente, como un espacio para la demostración o comprobación y, en pocas ocasiones, como un elemento para llevar a cabo las propuestas de los alumnos o para desarrollar, a través de la reflexión sobre los experimentos, los temas de las disciplinas.

Además, sólo una planta docente ha incorporado a sus procesos de enseñanza escasos elementos de las TIC. La mayoría recurre a herramientas para presentaciones o al procesador de textos y, en contadas excepciones, se utilizan otras herramientas que, en general, los propios profesores no dominan o no emplean en su cotidianidad (Flores et al., 2009).

FUNDAMENTOS EDUCATIVOS, CARACTERÍSTICAS Y ESTRUCTURA DE LOS NUEVOS LABORATORIOS DE CIENCIAS

Ante este complejo panorama, se emprendió un proyecto para dotar de nuevos laboratorios de ciencias a todo el sistema del bachillerato de la UNAM. El objetivo primordial fue crear un espacio para la exploración de actividades escolares que respondiera a los intereses de alumnos y profesores, apoyara el aprendizaje colaborativo dentro y fuera de las instalaciones escolares, e integrara el uso de las TIC como herramientas en las actividades experimentales en las materias de Física, Química y Biología. El fundamento educativo de este diseño se enmarcó en una visión del proceso de aprendizaje basado en la transformación conceptual y representacional, así como en el trabajo colaborativo. Teniendo en cuenta estos elementos, el proyecto consideró el desarrollo de secuencias didácticas y la identificación de las tecnologías adecuadas para dar sustento al enfoque educativo. A continuación describimos cada uno de los elementos previstos para el diseño y la estructura de los nuevos laboratorios de ciencias.

Perspectiva del aprendizaje

En las expectativas descritas en la tabla

1 se manifiestan los deseos de logro que los laboratorios escolares con TIC pueden ofrecer para el aprendizaje. Sin embargo, las expectativas mismas y muchos de los desarrollos educativos con TIC no vienen anclados con un enfoque sobre el aprendizaje (Díaz-Barriga, 2013), lo que ha implicado que predomine una orientación determinada por la tecnología con escasa repercusión en el aprendizaje de los alumnos (De Winter, Winterbottom, y Wilson, 2010). En este proyecto, por el contrario, se parte de considerar los procesos de aprendizaje centrados en la transformación conceptual y representacional (Flores y Gallegos, 2009; Flores y Pozo, 2007) para concretar las propuestas didácticas y la propia configuración tecnológica de los laboratorios.

Concebir el aprendizaje de esta forma supone que el proceso de aprender debe basarse en el conjunto de elementos que componen la conceptualización que los estudiantes tienen para interpretar un fenómeno o proceso natural. Así, los alumnos construyen un marco de representaciones complejamente interrelacionadas que envuelve la articulación entre conceptos, imágenes, símbolos, gráficas, etcétera. La representación, en este sentido amplio, actúa como un entramado conceptual, gráfico y simbólico que posibilita la interpretación y comprensión de los procesos y conceptos físicos, químicos o biológicos bajo situación de aprendizaje.

Tabla 1. Expectativas de logro del laboratorio escolar.

Meta	Expectativa
Dominio de los temas y conceptos Razonamiento científico	Mejor comprensión de las disciplinas científicas Desarrollo de procesos de razonamiento científico (justificación, planteamiento de hipótesis, etcétera)
Comprensión de la naturaleza de la ciencia	Comprender la ciencia como un desarrollo de la comunidad científica, que es histórico y relacionado con su entorno
Interés en la ciencia	Contribuir a despertar interés por la ciencia y la tecnología
Comprender la complejidad y ambigüedad de trabajo empírico	Comprensión de procesos de obtención e interpretación de datos y su contribución a las ideas científicas
Desarrollo de habilidades prácticas	Desarrollo de habilidades para medir, elaborar e interpretar gráficas, usar herramientas para el tratamiento de datos
Desarrollo de habilidades para trabajar en equipo	Desarrollar habilidades para asumir diferentes roles en un equipo, respeto a las opiniones, etcétera

Fuente: adaptado de Singer, Hilton & Scheingruber, 2006.

Propuesta didáctica

Existen diversos trabajos de síntesis que muestran la necesidad de considerar estrategias didácticas que, orientadas por un enfoque educativo, lleven a los alumnos a definir conceptos y habilidades para la ciencia, así como para la comprensión de la naturaleza de la ciencia (Lunetta, Hofstein & Clough, 2007; Sandoval, 2008). Para ello, se elaboraron diversas secuencias didácticas en las que se integraron a las actividades prácticas distintas formas de utilizar las TIC y se propusieron como modelos que podían tomar los docentes para trabajar en los nuevos laboratorios (Gallegos y Flores, 2011a, 2011b, 2011c). Estas

secuencias tienen su fundamento en las teorías del cambio conceptual y representacional, visión que ha llevado a esquemas de intervención en aula y desarrollos metodológicos cada vez más centrados en los procesos de construcción de conocimiento de los alumnos (Gallegos, García y Calderón, 2007).

El diseño de las secuencias de aprendizaje tiene como base tres elementos:

- Aprendizaje como cambio conceptual o representacional: la transformación conceptual y representacional no se lleva a cabo de una sola vez ante una sola acción de enseñanza y de forma estable; por el contrario, requiere un proceso en el tiempo que involucra contextos y situaciones educativas diversas.
- Habilidades y procesos cognitivos y metacognitivos: aunque existen diferentes modos de interpretar las habilidades vinculadas a la ciencia, podemos considerar tres grandes grupos que son importantes para la construcción del pensamiento: a) habilidades para la construcción del pensamiento (por ejemplo, procesos para la contrastación e identificación de ideas centrales); b) habilidades para la comunicación (formas de representación verbal, escrita y gráfica) y c) habilidades de toma de conciencia o reflexión sobre el conocimiento.
- Representaciones externas: se encuentran presentes en todo ambiente de aprendizaje y representan un apoyo en la construcción de conceptos, modelos, explicaciones, etcétera, en los estudiantes.

Infraestructura tecnológica

La incorporación de las TIC en actividades educativas está provocando nuevas e innovadoras estrategias de enseñanza; sin embargo, la desarticulación entre las expectativas pedagógicas y las estrategias para la selección e integración de los recursos tecnológicos ha generado proyectos de integración de tecnología educativa fallidos.

Para ajustarse al marco educativo, la tecnología debe promover: la didáctica de la exploración; el aprendizaje colaborativo; la argumentación; la comprensión a través de la multirrepresentacionalidad; y la evaluación continua. Para lograr este objetivo, en cada laboratorio se instalaron mesas fijas y móviles con capacidad para 32 alumnos. Cada mesa fija dispone de dos monitores, sistemas de conexión de USB y varios tomacorrientes. Todo el sistema llega hasta una torre central de computadoras y un servidor.

Para la infraestructura de telecomunicaciones se dotó de un nodo de red a cada una de las mesas. También cuenta con una mesa para el docente con computadora, desde la que puede supervisar y controlar las computadoras de los estudiantes, así como proyectar información de manera general o personalizada. Se opera con una plataforma Learning Content Management System (LCMS) de uso comercial que fue adaptada a los requerimientos tecnológicos del laboratorio. Las computadoras del laboratorio funcionan con un sistema de virtualización controlado por un servidor desde el cual funcionan los programas de las computadoras (simuladores, programas de cálculo, de escritura, para presentaciones y elaborar mapas conceptuales, etcétera); con ello se logra una homogeneidad visual y funcional tanto para el profesor como para los alumnos.

De igual modo, se dispone de equipamiento diverso, como un sistema de medición por sensores, cámara de video, varios simuladores y equipo de laboratorio para llevar a cabo experimentos. Los sistemas de cómputo virtualizados cuentan con la capacidad suficiente para incrementar los recursos informáticos en función de los desarrollos y las necesidades que los profesores planteen.

Formación docente

Por último, se previó un proceso de formación docente que consideró el fortalecimiento del manejo de las herramientas y los recursos didácticos y tecnológicos en los profesores. Durante este proceso, se realizaron cursos de formación con aproximadamente 450 profesores en el transcurso de dos años, además de brindar asesorías personalizadas y poner al acceso de toda la comunidad documentación en línea y materiales instruccionales (videos) sobre el empleo de las tecnologías, que tenían a su disposición en diversos medios.

Durante los cursos de formación se destacaron tres aspectos: descripción del marco de aprendizaje y sus implicaciones didácticas; descripción y manejo de las TIC y del equipamiento disponible; y desarrollo de actividades experimentales para integrar tanto las TIC como las bases didácticas y de aprendizaje. Los docentes participaron en el empleo de las TIC y en el diseño y elaboración de las diversas actividades experimentales que sirvieron de modelos para todos los docentes.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los resultados de las investigaciones con relación a los efectos que tiene el uso de las TIC en los sistemas escolares es, como reportan varios estudios (De Winter, Winterbotom & Wilson, 2010; Matz, Rothman, Krajcik & Banaszak, 2012), no conclusivo. Si bien en ámbitos que tienen que ver con la comunicación o los negocios dan resultados positivos, en las áreas pedagógicas y, sobre todo, del aprendizaje no parecen, hasta la fecha, tener una influencia notable (Karagiorgi & Charalambous, 2006). De hecho, las investigaciones muestran que mientras que hay un creciente reconocimiento de la potencialidad de las TIC, su aplicación en aula es limitada (Cuban, 2001), como lo reportan también estudios con amplias poblaciones, como los de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD [por sus siglas en inglés], 2011).

Uno de los principales factores que contribuyen a la problemática de incorporar las tecnologías a los procesos educativos tiene que ver con el contexto de los profesores y sus prácticas pedagógicas, donde los procesos de cambio son más complejos y la investigación muestra los mayores problemas para la incorporación de las TIC en la escuela (Karagiorgi & Charalambous, 2006). Así, uno de los grandes retos es transformar las perspectivas de aprendizaje de los docentes para que las nuevas tecnologías tengan un sentido distinto al de una acomodación a procesos educativos que fueron pensados sin ellas.

Es claro que el problema del uso y de las posibilidades de un uso integrado con el contexto y la escuela no está del todo en los alumnos, sino también en las formas en que los docentes las utilizan y en los mismos sistemas escolares. Diversos estudios han mostrado que los docentes no utilizan las TIC a pesar de tenerlas disponibles (Cuban, 2001; Henning, Robinson, Herring & McDonald, 2007), o que su empleo se limita a la presentación y búsqueda de información y como herramienta de administración y evaluación más que como un medio para el aprendizaje (Smith, Rudd & Coghlan, 2008).

Por ello, conocer cómo se incorporan las tecnologías digitales al aula es necesario, en particular, para proponer nuevos apoyos, capacitación y estrategias que promuevan en los docentes un cambio en sus prácticas pedagógicas para la enseñanza de la ciencia. A continuación describimos el estudio llevado a cabo para evaluar cómo los profesores van

introduciendo y apropiándose de los elementos tecnológicos disponibles en los nuevos laboratorios de ciencias del bachillerato de la UNAM.

MÉTODO

Participantes

Éstos fueron 29 docentes de las materias de Física, Química y Biología de cinco planteles del bachillerato que previamente utilizaron los nuevos laboratorios de ciencias durante el ciclo escolar y tomaron al menos un curso de capacitación del proyecto. Los docentes participantes contaban con distintos años de experiencia docente al momento de la evaluación: 48% tienen menos de diez años impartiendo clases; 36%, de diez a veinte años; y 16%, más de veinte años.

Método de análisis

La obtención y el análisis de resultados se realizaron en dos etapas diferentes. En la primera se recabó información sobre su conocimiento y usos de las TIC. En la segunda se analizó lo que ocurre en aula mediante un registro de observación de conducta en el cual se establecieron distintos indicadores para observar la dinámica del aula y la incorporación de los recursos del laboratorio. El laboratorio de ciencias brinda diversas herramientas tecnológicas y es decisión de los docentes la forma en que éstas son utilizadas durante la clase.

Dado que nuestro estudio es de naturaleza descriptiva (exploratorio), debido a que es la primera vez que los profesores utilizan los laboratorios, las categorías de análisis se definieron de modo que mostraran información general sobre cómo los profesores usan y promueven entre sus alumnos la utilización de los recursos tecnológicos disponibles en los laboratorios. De ese propósito se ubicaron diversas categorías para determinar cuáles y cómo se emplean los recursos, en qué momentos y quién es el usuario; así también determinar la integración que se hace de la tecnología al desarrollo de la clase, considerando que la integración es la forma en que la tecnología se convierte en una herramienta de apoyo al docente/alumno durante el proceso de aprendizaje.

Instrumentos

Diseñamos un cuestionario con 48 preguntas para indagar la percepción de los docentes sobre el nuevo laboratorio y sus propias habilidades para usar las TIC. Las preguntas incluyeron su opinión acerca del uso de TIC, percepción respecto a su habilidad para manejar las herramientas, frecuencia de uso y preguntas referentes a la infraestructura del nuevo laboratorio. El cuestionario fue piloteado durante los cursos con profesores para determinar su claridad y comprensión. También calculamos el coeficiente de confiabilidad alfa de Cronbach para analizar qué tan confiable era este instrumento. Obtuvimos un alfa de .671, que puede considerarse como un puntaje mínimamente aceptable (Landro y González, 2009).

Para las observaciones dentro del aula, diseñamos y utilizamos un registro de observación de conducta por intervalos de tiempo (Bakeman y Gottman, 1989). Este instrumento incluye indicadores sobre el desarrollo de la sesión y el uso de herramientas tecnológicas, tanto por el docente como por los alumnos, en un marco temporal. El registro considera diversos

indicadores que permiten advertir cómo trabajan los alumnos, qué herramientas utilizan, quién las usa y para qué, así como registrar estrategias que emplean los docentes.

Toma de datos

El cuestionario se aplicó antes de las sesiones de observación y fue respondido por 25 docentes. Por lo que toca a las observaciones, registraron 57 clases dentro de los nuevos laboratorios (ver tabla 2); en cada caso (excepto uno) se observaron dos sesiones de clases continuas del mismo grupo a fin de tener un panorama más completo de cómo se desarrolla un tema en el laboratorio. Las sesiones observadas fueron filmadas para tener un registro visual del trabajo en el nuevo espacio.

Tabla 2. Número de participantes por asignatura y sesiones observadas.

Asignatura	Docentes observados	Sesiones observadas
Biología	10	19
Química	10	20
Física	9	18

RESULTADOS

A continuación presentamos los resultados de la evaluación en cuatro apartados. En el primero describimos los que corresponden al cuestionario y están relacionados con el conocimiento y la percepción de los usos de las TIC en el laboratorio. Los tres restantes refieren los datos obtenidos durante las observaciones en las sesiones de clase de las tres asignaturas en los nuevos laboratorios de ciencias.

Conocimiento y percepción de las TIC

Conocer la frecuencia con la cual los docentes emplean las TIC y su percepción sobre su autoeficacia es un factor que puede estar vinculado a la forma en que utilizan las herramientas en los nuevos laboratorios. Esta información fue recuperada a través del cuestionario. Los resultados muestran que 100% de los docentes disponen de una computadora personal y 88% tienen acceso a internet en su hogar. El 68% han tomado algún curso o especialidad en línea, en su mayoría sobre el uso de las TIC dentro del aula y 60%, alguno de los cursos de formación organizados como parte del proyecto de incorporación a los nuevos laboratorios.

Respecto a la habilidad para el uso de las TIC, 54% de los profesores consideran que tienen habilidad o mucha habilidad en el uso de las TIC; entre las herramientas que utilizan con más frecuencia están: procesador de palabras, hoja de cálculo, PowerPoint (presentadores), correo electrónico, organizadores gráficos, buscadores y chat. Sólo algunos profesores (10%) se describen con poca habilidad en el uso de esas herramientas y 20% se sienten indecisos en cuanto a su habilidad. Se describen inseguros específicamente con el uso de simuladores (13%), editores de fotografía (10%) y bibliotecas digitales (9%), por mencionar algunos.

También preguntamos con qué frecuencia utilizan la computadora para determinados fines: escribir documentos, elaborar presentaciones, procesar datos, simular experimentos, tomar datos con sensores, enviar o revisar correos electrónicos, obtener información por internet, modificar gráficas y compartir información en línea. Las respuestas muestran que la

elaboración de documentos y la obtención de información por internet (80%) son las actividades que más realizan los docentes a la semana, seguidas del correo electrónico (84%), que se usa varias veces por mes. Con muy poca frecuencia se recurre a la computadora para la simulación de experimentos: 48% señalan que manejan los simuladores varias veces por año y 40%, que nunca hace tomas de datos con sensores.

Por último, indagamos la percepción de los profesores sobre el uso de las TIC. Destaca que la mayoría tiene una opinión positiva de su inclusión en las actividades escolares y consideran que las tecnologías permiten apoyar el desarrollo conceptual de los alumnos (92%), mejoran la comunicación (70%), ayudan a simular fenómenos y facilitan la adquisición de información (80%). Sin embargo, algunos docentes expresan dudas sobre los beneficios de esa incorporación. Ante la afirmación de que las tecnologías saturan de información a los estudiantes, 36% se muestran indecisos en su respuesta y casi en el mismo porcentaje se encuentran aquellos que están de acuerdo con la idea de que las tecnologías distraen a los alumnos durante las actividades escolares (32%).

Organización del trabajo en el aula

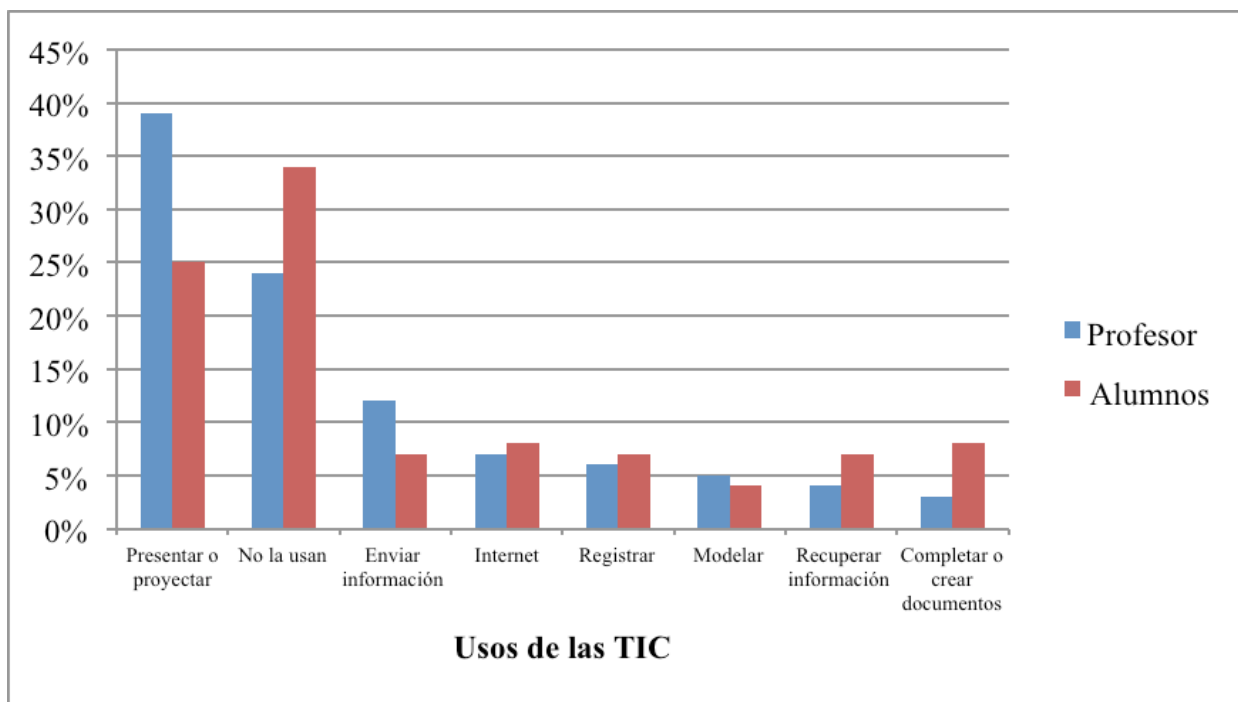
La organización y dinámica del trabajo en el aula fue recuperada con el registro observacional; esto favoreció la descripción de las distintas formas en que los alumnos son organizados dentro del laboratorio para trabajar. Si bien la disposición del laboratorio contribuye al trabajo en equipo, es decisión del docente la organización de este modo de trabajo. El registro observacional arrojó que 47% del tiempo los estudiantes trabajan en equipo; 29% de ese tiempo el trabajo se realiza de forma individual y 24% el grupo completo. Al inicio de la sesión, la mayoría de los estudiantes trabajan de forma individual; posteriormente, a mitad de la sesión, lo hacen por equipos y, hacia el final, hay un mayor porcentaje de trabajo en equipo o con todo el grupo.

El trabajo en equipo consiste, sobre todo, en que los alumnos expongan temas asignados con anterioridad; también se observa durante las actividades experimentales: primero, para realizar el experimento en conjunto y luego para presentar los resultados al resto del grupo. Sólo en algunos casos el profesor utiliza otro tipo actividades, por ejemplo, llenar un cuestionario previo, completar una plantilla, etcétera, para que los alumnos trabajen en colaboración. Cuando se trabaja de modo grupal, en general, es el profesor quien expone el tema mientras los alumnos escuchan y toman notas; si bien durante la clase el docente hace preguntas e interactúa con ellos, no hay una tarea específica para resolver en grupos. En las materias de Biología y Química hay un predominio del trabajo en equipo en contraste con Física, en la cual se privilegia el trabajo entre todo el grupo o de forma individual.

Usos de la tecnología en el laboratorio

Durante las sesiones, las TIC son utilizadas tanto por profesores como por alumnos. En la gráfica 1 se muestra para qué usan, alumnos y docentes, las herramientas a lo largo de las sesiones observadas. En el análisis identificamos ocho formas de emplear las TIC disponibles dentro del laboratorio. La mayor parte del tiempo (39%) el profesor recurre a las herramientas sólo para proyectar información a los alumnos. En este caso, el uso que hacen los alumnos no se vincula de modo necesario a una actividad concreta que deben resolver. En ocasiones, sólo siguen la presentación que hace el docente en los monitores que tienen en sus mesas de trabajo. En menor proporción, y principalmente a la mitad de una sesión, las herramientas se emplean para enviar algún tipo de información a los estudiantes. Por último, destaca el porcentaje (24%) en que el docente no maneja la tecnología.

Si comparamos el uso que se da por asignatura, observamos que en Biología la tecnología se emplea para enviar información a los estudiantes (14% de tiempo). En Química, para enviar información (14%) y para recuperar información de los alumnos (8%) o modelar alguna actividad (7%). En Física, además de la proyección, para buscar información en internet (16%). Los alumnos aprovechan la tecnología para proyectar información, completar o crear documentos y hacer búsquedas en internet. Finalmente, el profesor tiene el control del equipo más tiempo que los alumnos.



Gráfica 1. Usos de la tecnología que hace el docente y los alumnos.

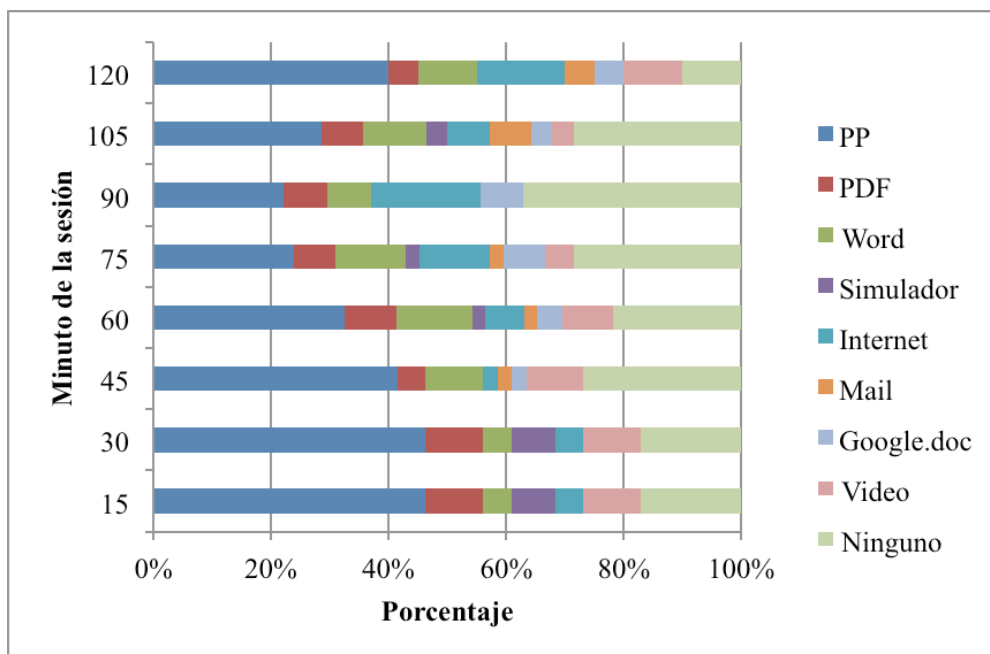
Tipos de herramientas que se utilizan

La elección de las herramientas durante una sesión es diversa y puede depender de muchos factores, desde la disponibilidad de un programa hasta del tema que planea abordar. Para propósito de este estudio, incluimos todas las herramientas que forman parte de los laboratorios de ciencias. A continuación registramos las disponibles y, en la gráfica 2, únicamente algunas de las utilizadas durante la observación. Las disponibles son: PowerPoint, documento en PDF, procesador de textos (Word), tutoriales, simuladores, cámara video/foto, sensores, internet, organizador gráfico, correo electrónico, LCMS,^[1] Google.docs, hojas de cálculo, videos y cuaderno.

Como mencionamos, los profesores utilizan la tecnología principalmente para proyectar información; por ello, la herramienta más usada es el presentador. Es al inicio de la clase cuando esta herramienta tiene mayor porcentaje de uso, va disminuyendo durante la sesión e incrementa al final de ésta (ver gráfica 2). En pocos casos aparece el uso de otras herramientas, como cámaras, simuladores o video. Sólo en las actividades experimentales se dio un incrementó en el uso de otras herramientas; en Química, por ejemplo, observamos

el uso de un simulador y se generaron plantillas Google.docs para que los alumnos trabajaran con ellas. En la materia de Biología se recurrió a sensores y cámara de video. En Física hubo mayor uso de internet y destaca un número considerable de profesores que, comparado con las otras disciplinas, no emplean las herramientas disponibles.

El sistema de monitoreo tiene un porcentaje alto de aparición, ya que, a través de su uso, los docentes pueden proyectar material y tener control de las computadoras de los estudiantes. Las opiniones de los docentes destacan el beneficio de contar con un sistema con estas características, al permitirles, de algún modo, tener control de las acciones de sus estudiantes.



Gráfica 2. Herramientas usadas por el profesor durante la sesión.

En el caso de los estudiantes, también aparece en mayor proporción el uso del presentador. A diferencia de los docentes, el porcentaje de uso se mantiene casi en el mismo nivel a lo largo de la sesión. El cuaderno es el que se ve con mayor porcentaje de uso al inicio y disminuye conforme avanza la sesión; no obstante, es un elemento que siempre está presente durante la clase, porque les ayuda a los estudiantes a llevar un registro de las actividades. En mucha menor proporción está el manejo de otras herramientas. En Química, destaca el presentador, el procesador de texto, los cuadernos, internet y el correo electrónico. En Física, los alumnos casi no se valen de la tecnología durante la sesión; los que sí lo hacen, consultan internet, presentan o proyectan información o modelan alguna acción.

Vinculación entre las actividades y el uso de la tecnología

Las actividades que lleva a cabo el docente en una clase son muy variadas y se relacionan con el tema, los objetivos de la sesión, la habilidad del docente, etcétera. En el formato de observación se consideraron dieciséis indicadores que representan la diversidad de actividades que ejecutan los profesores; si bien los estilos y estrategias que usan los docentes son particulares, el registro de estos indicadores da un panorama general de lo que, usualmente, se hace en una sesión.

Las sesiones observadas se dividieron en tres momentos; inicio, desarrollo y final. Durante los primeros treinta minutos, una estrategia común entre los docentes es dar una introducción y brindar instrucciones al grupo; algunos docentes indagan las ideas de sus estudiantes y otros comienzan con una actividad teórica o de cátedra; se observan con baja frecuencia las actividades experimentales y las demostrativas en ese tiempo. En el posterior avance de la sesión, los profesores dan instrucciones a los equipos de trabajo. Todo el tiempo se desplazan entre los alumnos, aunque esto no implica de modo necesario un seguimiento del trabajo de los alumnos. Hacia el final de la sesión, algunos profesores tratan de relacionar la actividad con aspectos de la vida cotidiana; la mayoría elabora conclusiones, recapitulan la sesión y asignan tareas al grupo.

En particular, durante las clases de Biología observamos que los profesores mantienen encendida su computadora, así como las de los alumnos. Los alumnos hacen exposiciones de actividades asignadas previamente; el resto del grupo toma notas en sus cuadernos. Todos siguen la exposición desde las computadoras que tienen en las mesas de trabajo. Aprovechando la herramienta LCMS, el profesor envía documentos a los alumnos con actividades que deben realizar en el momento: preguntas, imágenes para explicar, etcétera. Después, los equipos presentan sus respuestas y se discuten en grupo.

En una sesión, los alumnos trabajaron revisando partes de plantas recolectadas en sesiones anteriores y utilizaron material impreso proporcionado por el profesor para describir el material (hojas, ramas, semillas...). En las otras dos sesiones experimentales observadas se entregó un protocolo definido para realizar la actividad. Los profesores indagan las ideas y predicciones que los alumnos elaboran sobre la actividad y siempre les solicitan que lleven un registro de las actividades que debe ser entregado como producto final. En un caso emplearon instrumentos para hacer mediciones.

Durante las sesiones de Química se recurre al pizarrón con gran frecuencia; en ocasiones, el pizarrón y la proyección de información se utilizan de manera simultánea, y también se usa para que los alumnos pasen a resolver ejercicios propuestos por el docente. En algunas clases, la computadora del profesor se encuentra prendida y, a través de ella, los profesores proyectan el protocolo que los alumnos deben seguir, aunque es más común que éste se envíe a los alumnos para que cada equipo lo siga y complete desde su computadora.

En esta asignatura (Química) se registraron cuatro actividades experimentales y en los cuatro casos se entregaron protocolos definidos para su desarrollo. Sólo una de las actividades se presentó primero como demostración y a continuación se entregó el protocolo. Es común que el docente se desplace entre los equipos para observar lo que los alumnos hacen, así como indagar las ideas, pedir predicciones y cuestionar lo que los alumnos efectúan durante la actividad. En algunos casos, los alumnos usan la cámara de foto y video para incorporar imágenes a sus reportes. Algunos profesores mantienen contacto con sus estudiantes a través del correo electrónico.

En la materia de Física observamos el menor porcentaje de uso de las TIC y se utilizan con más frecuencia las explicaciones mediante el pizarrón como única herramienta. En un caso se hizo una demostración a todo el grupo con parte del equipamiento disponible y se complementó con la proyección de un video. El uso de la computadora se vio limitado a la proyección de los pasos para que los alumnos realizaran la actividad experimental y luego los alumnos la utilizaron para elaborar un registro gráfico y escrito de ella. En un caso más

se hizo una demostración a los alumnos y se recurrió a la cámara de video para proyectarla a todos los equipos. La búsqueda en internet en general es para encontrar una explicación o definición de algún término establecido por el docente.

Las actividades experimentales observadas fueron muy similares, así como las actividades o estrategias utilizadas por los docentes. En tres de las sesiones experimentales se pidió a los alumnos armar un motor eléctrico. En dos casos, el profesor muestra la actividad utilizando la cámara y la herramienta LCMS; de esta forma, va dando las instrucciones a los alumnos para el armado del motor. En el otro caso entrega un protocolo que los alumnos deben seguir. En estas dos actividades experimentales los docentes se desplazaron entre las mesas de trabajo para observar lo que los alumnos hacían y formularon algunas preguntas sobre sus acciones. Finalmente, les pidió presentar resultados y entregar un producto escrito de la actividad.

Una actividad más fue con la cuba o tanque de ondas: el profesor hizo una demostración y todo el grupo se ubicó alrededor de él para estar atento a la actividad sin usar las TIC (a pesar de que era posible filmar lo observado e, incluso, llevar a cabo mediciones con la filmación).

Por último, estuvimos en dos sesiones de óptica. En una, el profesor hizo una demostración a los alumnos (utilizando un láser, un espejo y humo de cigarro). A partir de esta demostración, pidió tareas específicas. En la otra, los alumnos llevaron a cabo un experimento para medir los distintos ángulos con que se desvían los rayos. En este caso, el profesor pidió a los estudiantes plantear sus propios problemas; posteriormente, indagó las ideas y predicciones que hacen los alumnos y les solicitó efectuar mediciones durante la actividad; al final, en discusión grupal, establecieron vínculos con la vida cotidiana, todo ello sin el uso de la tecnología disponible.

DISCUSIÓN

Los resultados nos confirman que los profesores comienzan el uso de los nuevos espacios trasladando su práctica anterior. Ello implica que intentan recuperar sus formas habituales de trabajo con los alumnos en el nuevo entorno, lo cual se ve reflejado en el tipo de uso que le dan al laboratorio y que se centra, principalmente, en realizar presentaciones, así como en hacer búsquedas de información en internet o enviar protocolos definidos para las actividades experimentales (Smith, Rudd & Coghlan, 2008; Wozney, Venkatesh y Abrami, 2006). A pesar de ello, la configuración de los laboratorios ha ayudado a que los profesores incorporen los procesos de comunicación con sus alumnos en la medida en que aumenta su pericia en el uso de los medios de comunicación tecnológica, puesto que envían y recuperan información de los alumnos y utilizan el bloqueo de las máquinas, así como internet.

Es evidente, además, que con el paso del semestre crece su confianza y sus posibilidades de uso. No obstante que los profesores mencionan que sus alumnos tienen amplio dominio de los recursos tecnológicos durante las clases, no promueven que los alumnos los utilicen así; éstos, en su mayoría, siguen las indicaciones de sus profesores y recurren a la tecnología y a otros recursos del laboratorio según lo demanda la dinámica de la clase.

El aspecto que aún se nota lejano es el uso de recursos tecnológicos que tienen una relación directa con las actividades experimentales, como sensores y toma de video para su posterior análisis, así como los simuladores que permiten tener otras formas de

representación y análisis de los procesos que se estudian en sus disciplinas. Esto es un indicativo que involucra dos aspectos: por un lado, que los profesores no tienen un dominio suficiente de estos recursos y los evitan por la demanda que implica y la inseguridad que les puede generar; por otro, y que consideramos más relevante, porque no han logrado integrar los recursos tecnológicos con la propuesta didáctica, en particular con el favorecimiento de múltiples representaciones externas para apoyar las construcciones conceptuales de los estudiantes. Esto se confirma con el análisis descrito, ya que la dinámica de la clase no cambia lo que los profesores venían haciendo en su práctica anterior. En particular, es notorio que no usan los recursos para una didáctica indagatoria.

Finalmente, hay que apuntar las diferencias que se encuentran en las disciplinas; si bien la muestra es pequeña, coincide con las observaciones realizadas en los cursos de formación, en los que se pudo notar que los profesores de Física son los menos entusiastas en el uso de las TIC, aspecto que se traslada en los datos obtenidos y que merecería una investigación en lo particular. Por su parte, los profesores de Química y Biología tienen mejor disposición de introducir las TIC en sus clases.

CONCLUSIONES

En el proyecto de los nuevos laboratorios de ciencias de la UNAM, la introducción de la tecnología no está orientada por sus características, sino, por el contrario, en función de una propuesta educativa. A pesar de ello, los resultados demuestran que la integración de la tecnología con un enfoque educativo es un proceso que llevará a los profesores mayor tiempo y un acompañamiento de más largo plazo.

De manera consecuente, el logro de expectativas, como una mejor comprensión de los conocimientos científicos, que los alumnos desarrollen mejores argumentaciones y una mejor comprensión de la naturaleza de la ciencia, entre otras (ver tabla 1), que están depositadas, en buena medida, en el uso en las aulas de las TIC y otros medios tecnológicos se encuentran aún lejos y requieren procesos largos y continuados en la transformación de la práctica docente.

Este estudio descriptivo da cuenta de las condiciones de inicio del uso de las TIC por los profesores de ciencias del bachillerato; por ello, para poder describir los alcances de la incorporación de las TIC en un proyecto como éste, será necesario analizar lo que ocurre cuando los profesores tengan más tiempo de utilizarlas, así como de analizar con más detalle las dificultades que surgen en los procesos de integración con los enfoques educativos. De esta forma, la tecnología pasará de ser una herramienta periférica a una herramienta integral con diversos usos y con mayor potencial para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Sin embargo, se espera que lo aquí presentado sea de provecho para otros proyectos de incorporación de las TIC en escuelas con condiciones similares, las cuales, como ha venido ocurriendo, cada vez son más en el entorno de la enseñanza básica y media.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bakeman, R. y Gottman, J. (1989). *Observación de la interacción: introducción al análisis secuencial*. Madrid: Morata.

- Cuban, L. (2001). *Oversold and underused: computers in the classroom*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Chandra, V. & Lloyd, M. (2008). The methodological nettle: ICT and student achievement. *British Journal of Educational Technology*, vol. 39, núm. 6, pp. 1087-1098.
- Davis, N., Preston, C. & Sahin, I. (2009). Training teachers to use new technologies impacts multiple ecologies: Evidence from a national initiative. *British Journal of Educational Technology*, vol. 40, núm. 5, pp. 861-878. doi:10.1111/j.1467-8535.2008.00875.x
- De Winter, J., Winterbottom, M. & Wilson, E. (2010). Developing a user guide to integrating new technologies in science teaching and learning: teachers' and pupils' perceptions of their affordances. *Technology, Pedagogy and Education*, vol. 19, núm. 2, pp. 261-267. doi: 10.1080/1475939X.2010.491237
- Díaz-Barriga, Á. (2013). TIC en el trabajo del aula. Impacto en la planeación didáctica. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, vol. 4, núm. 10, pp. 3-21.
- Earle, R. (2002). The integration of instructional technology into public education: Promises and challenges. *Educational Technology*, vol. 42, núm. 1, pp. 5-13.
- Flores-Camacho, F. (coord), Gallegos, L., García, A., Gamboa, F., Ramírez, J., Albornoz, H., De la Cruz, G., Vega, E., Castañeda, R., Covarrubias, H., Cruz, M., Calderón, E. y Alvarado, C. (2009). *Informe Laboratorio de Pruebas, Laboratorios de Ciencias Bachillerato*. México: Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM (documento interno).
- Flores, F. y Gallegos, L. (2009). *Una propuesta didáctica para el trabajo en el laboratorio de los bachilleratos universitarios*. México: Laboratorios de Ciencias para el Bachillerato, UNAM. Recuperado de <http://www.laboratoriosdeciencias.unam.mx/sites/default/files/fundamentos%20LaboratorioF.pdf>
- Flores, F. y Pozo, J. (2007). Introducción: el cambio conceptual y representacional desde la epistemología, la psicología y la educación. En J. Pozo y F. Flores (eds.). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia* (pp. 7-18). Madrid: Antonio Machado Libros.
- Gallegos, L. y Flores, F. (2011a). *Secuencias didácticas de biología para los laboratorios de ciencias del bachillerato UNAM*. México: Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial.
- _____ (2011b). *Secuencias didácticas de física para los laboratorios de ciencias del bachillerato UNAM*. México: Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial.
- _____ (2011c). *Secuencias didácticas de química para los laboratorios de ciencias del bachillerato UNAM*. México: Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial.
- Gallegos, L., García, A. y Calderón, E. (2007). Estrategias de enseñanza y cambio conceptual. En J. Pozo y F. Flores (eds.). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia* (pp. 239-252). Madrid: Antonio Machado Libros.
- Henning, J., Robinson, V., Herring, M. & McDonald, T. (2007). Integrating technology during student teaching: An examination of teacher work samples. *Journal of Computing in Teacher Education*, vol. 23, núm. 2, pp. 71-76.
- Karagiorgi, Y. & Charalambous, K. (2007). ICT in-service training and school practice: in search for the impact. *Journal of Education for Teaching: International Research and Pedagogy*, vol. 32, núm. 4, pp. 395-411.
- Kirkman, P. y Wilson, E. (2015). Aprender con las tecnologías digitales. En F. Flores (ed.). *Las tecnologías digitales en la enseñanza experimental de las ciencias: fundamentos cognitivos y procesos*. México: UNAM/Porrúa.
- Landero, R. y González, M. (2009). *Estadística con SPSS y metodología de la investigación*.

México: Trillas.

- Lunetta, N., Hofstein, A. & Clough, M. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory and practice. En S. Abell & N. Lederman. *Handbook of research on science education* (pp. 393-442). Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Matz, R., Rothman, E., Krajcik, J. & Banaszak, M. (2012). Concurrent enrollment in lecture and laboratory enhances student performance and retention. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 49, núm. 5, pp. 659-682.
- McFarlane, A. & Skellariou, S. (2002). The role of ICT in science education. *Cambridge Journal of Education*, vol. 32, núm. 2, pp. 219-232.
- OECD (2011). *PISA 2009 Results: Students on line. Digital technologies and performance*, vol. VI. Recuperado en febrero de 2014 de <http://dx.doi.org/10.1787/9789264112995-en>
- Pozo, J. (2015). Aprendizaje de la ciencia mediante múltiples sistemas de representación. En F. Flores (ed.). *Las tecnologías digitales en la enseñanza experimental de las ciencias: fundamentos cognitivos y procesos didácticos*. México: UNAM/Porrúa.
- Sandoval, W. (2008). Design principles for effective laboratory instruction. En D. Sunal, E. Wright & C. Sundberg (eds.). *The impact of the laboratory and technology on learning and teaching science K-16* (pp. 35-56). Charlotte, North Carolina: Information Age Publishing.
- Singer, S., Hilton, M. & Scheingruber, H. (2006). *America's Lab report: Investigations in high school science*. Washington: The National Academies Press.
- Smith, P., Rudd, P. & Coghlan, M. (2008). *Harnessing technology: Schools survey. Research Report*. National Foundation for Educational Research. Recuperado de http://dera.ioe.ac.uk/1550/1/becta_2008_htssdata_report.pdf
- Wozney, L., Venkatesh, V. & Abrami (2006). Implementing computer technologies: Teachers' perceptions and practices. *Journal of Technology and Teacher Education*, vol. 14, núm. 1, pp. 173-207.

Acerca de los autores

Elena Calderón Canales

Doctora en Psicología. Académica del grupo de Cognición y Didáctica de las Ciencias. Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, Universidad Nacional Autónoma de México (CCADET-UNAM), México.

Fernando Flores Camacho

Doctor en Pedagogía. Académico del grupo de Cognición y Didáctica de las Ciencias. CCADET-UNAM, México.

Leticia Gallegos Cázares

Doctora en Pedagogía. Académica del grupo de Cognición y Didáctica de las Ciencias. CCADET-UNAM, México.

Gustavo de la Cruz Martínez

Doctor en Ciencias (Computación). Académico del grupo de Espacios y Sistemas Interactivos para la Educación. CCADET-UNAM, México.

Jesús Ramírez Ortega

Maestro en Pedagogía. Académico del grupo de Espacios y Sistemas Interactivos para la Educación. CCADET-UNAM, México.

Ricardo Castañeda Martínez

Ingeniero en Comunicación y Electrónica. Académico del grupo de Espacios y Sistemas Interactivos para la Educación. CCADET-UNAM, México.

Fecha de recepción del artículo: 29/09/2015

Fecha de aceptación para su publicación: 30/10/2015

[1] Para registrar el uso del LCMS, consideramos que el profesor utilizara alguna de sus funciones: monitorear qué hace cada equipo; proyectar material del profesor o de los equipos; controlar el uso de las computadoras; e intercambiar documentos con los equipos.