

# De aulas visibles e invisibles y hasta inteligentes

*Maria Yadira Rosas Bravo,<sup>1,2</sup> Miguel Ángel De Ita Cisneros,<sup>3</sup> y Enrique González Vergara<sup>4</sup>*

## ABSTRACT (Visible and Invisible Classrooms, and even Intelligent Ones)

In a world where more than a fifth of the population has internet connectivity and that amount is increasing constantly in giant steps, classrooms cannot keep being just the same. More and more schools and universities are giving virtual learning environments to their students. In the specific case of teaching Chemistry, this has become a challenge given the experimental nature of this science; however, it is possible to build an intelligent classroom-laboratory by making some changes to a conventional classroom. In this work we present five examples in which schools are making efforts to change the traditional model based only in the teacher-student relationship to one in which the classroom plays a fundamental role. Some important aspects of the relevance of visible classrooms are also included.

**KEYWORDS:** visible classrooms, intelligent classrooms

## Introducción

A menudo es considerado que el binomio maestro-alumno es lo único importante en la enseñanza y el aprendizaje de un determinado tema; sin embargo, es importante reconocer que el entorno donde se desarrolla este proceso es también fundamental. Para el caso de la química, y en general de las demás ciencias, este entorno es todavía más importante dada su naturaleza experimental. Aquí presentamos cinco ejemplos de lo que está ocurriendo en este aspecto y una propuesta de cómo aprovechar los recientes avances tecnológicos para potencializar el aprendizaje de la química en un ambiente mixto basado en un aula-laboratorio inteligente. Para este propósito analizaremos cuatro modelos de aulas de secundaria y bachillerato y un laboratorio de licenciatura con los cuales los autores hemos tenido contacto en los últimos cinco años.

Es importante considerar que el aula como la conocemos el siglo pasado está cambiando radicalmente. La computadora es ahora un integrante más y quizás el componente que está revolucionando cómo aprendemos y enseñamos actualmente. De los esfuerzos pioneros de Appple (Apple I PC) en los años sesenta del siglo pasado, las computadoras han ido poblando las aulas desde las universidades hasta el jardín de niños (Taylor, 2003). Inicialmente las escuelas han invertido en salones *de cómputo*, los cuales se están transformando a salones *con cómputo*, llegando al punto que en algunas escuelas la

computadora se encuentra en la lista de útiles al empezar el curso. Así podemos distinguir tres entornos: el aula sin computadora, el aula con computadora y el aula en el que maestro y todos los alumnos utilizan la computadora.

A escala mundial, existen esfuerzos importantes que vale la pena mencionar tanto por la inversión económica como la que se ha hecho en recursos humanos. Países como Estados Unidos, Canadá, Francia, Inglaterra, España e Italia, proporcionan a los estudiantes ambientes educativos más allá de una institución educativa con una buena biblioteca. Hay programas tales como el del estado de Pennsylvania en los Estados Unidos de América llamado *Classroom of the Future* (<http://youtube.com/watch?v=XI6gCSG6xXM>), en donde los estudiantes extienden el ambiente de aprendizaje más allá del aula, gracias a la tecnología, utilizando sus computadoras portátiles, iPods, celulares, etc. Incluso en universidades de gran prestigio, como en la escuela de leyes de Harvard, los estudiantes no sólo pueden estudiar sus materias en línea, sino que pueden diseñar su propio personaje virtual y con él asistir virtualmente a clases (Carvin, 2006). Pero el esfuerzo no sólo es a nivel universitario, pues estudiantes de niveles preuniversitarios utilizan los mismos medios de comunicación para trabajar en clase.

Con respecto a nuestra situación nacional, a partir del 2002 el gobierno mexicano aplica el 8% de su PIB a educación, hecho que coloca al presupuesto en México en una posición similar al de Hungría, Polonia y República Checa. Sin embargo, no aprovecha adecuadamente las nuevas tecnologías, manteniendo el antiguo sistema de repetición en lugar de desarrollar habilidades de comprensión en los estudiantes (Villanueva, 2009), en donde, de acuerdo con el reporte 2008–2009 del Foro Económico Mundial que analiza 134 países, México aparece, en educación primaria, en el lugar 116, debajo de países como Libia, Burundi, Mongolia, Uganda, Etiopía, que son países con largos episodios de guerra civil (Villanueva, 2009).

<sup>1</sup> Creatividad, Capacitación y Liderazgo de Puebla S.C.  
<http://www.cclpuebla.com.mx>

**Correo electrónico:** mariayadira.rosas@iberopuebla.edu.mx

<sup>2</sup> Preparatoria Ibero Puebla.

<sup>3</sup> Colegio Humanista Alfonso Reyes.

<sup>4</sup> Centro de Química ICUAP de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

**Correo electrónico:** engonzal@siu.buap.mx

No obstante la fuerte inversión que podría representar un aula virtual en situaciones tales como las que se observan en América Latina, en este artículo se presentarán, en varios casos, diferentes alternativas para diseñar e implementar un aula que resulte, no sólo inteligente, sino que tenga la capacidad de ser visible y aumentar así el acervo educativo en español.

## Definición de términos

**Ambiente virtual de aprendizaje** es aquel espacio educativo diseñado pedagógica y tecnológicamente para satisfacer las necesidades de enseñanza aprendizaje, extendiéndose más allá del salón de clases.

Para el caso de un **aula inteligente**, ésta se entiende como una comunidad de aprendizaje, cuyo objetivo principal es desarrollar la inteligencia, habilidades y los valores de los alumnos, que planifican, realizan y regulan su propio trabajo bajo la mediación de los profesores, por medio de métodos didácticos diversificados y tareas auténticas. La evaluación tanto del aula como de los resultados obtenidos, es realizada por los alumnos así como por los profesores, en un espacio multiuso abierto, tecnológicamente equipado y organizado según los principios de la calidad total en la gestión educativa (Segovia 1998, 2003; Winer, 2002, y Cooperstock, 2002).

Por otro lado, a medida que más y más actividades del aula —al menos en parte— se mueven a un medio digital, se ha hecho más fácil compartir estas actividades, ya sea reportes estudiantiles, lecciones, discusiones, proyectos de clase, presentaciones, fotografías o videos con la comunidad de la red. Así mismo, ya que actividades registradas digitalmente producen un producto que permanece disponible, estos productos y experiencias que eran tradicionalmente privadas y efímeras están convirtiéndose en permanentes y con una distribución muy amplia. Esto es el **Aula visible** (Lynch, 2003). Visto desde este punto de vista, la mayoría de nuestros salones de clases no sólo permanecen en el siglo pasado, sino además son invisibles.

Para superar esto, basta abrir un blog o alguna red social y mantenerla actualizada en bases diarias o lo más recurrente posible. La mayoría de estos blogs son gratuitos y para evitar la basura publicitaria, se podría utilizar alguno con terminación .edu o incluso en el web 2.0 (classroom 2.0).

## Descripción de casos

Cuando nos invitaron a hacer este documento, surgió la oportunidad de escribir sobre nuestra experiencia en la ciudad de Puebla con centros educativos cuyos espacios de aprendizaje fueran también parte importante en el aprendizaje mismo, en nuestro muy particular escenario, las clases de ciencias. Trabajamos en los niveles de secundaria, preparatoria y primeros semestres de facultad en las licenciaturas de química, químico farmacobiología y farmacia. Los problemas que teníamos antes de esto, eran materializar lo abstracto y tratar de ser muy creativos para poder, de alguna forma, explicar a nuestros alumnos cómo la sal común se disuelve en el agua, utilizando un pizarrón, un carrusel de diapositivas o proyector de acetato,

tos, algunas veces con nuestro material en rotafolio. Aunque para nosotros esto representa parte de nuestros esfuerzos durante el siglo pasado, sigue siendo una realidad a casi una década del siglo XXI, aunque con un elemento adicional: el miedo a lo que llamamos “futuro”.

Viendo que el futuro ya está entre nosotros y que, conscientes que la educación debe estar encaminada a preparar hombres y mujeres con las competencias necesarias para desempeñarse en un mundo globalizado, más exigente y en constante cambio, creemos que la decisión de darle ese giro necesario a la educación debe ser tomada desde las autoridades hasta los mismos estudiantes, tal y como ya se ha hecho en otros países más desarrollados y con mejor calidad de vida que el nuestro.

Como una coincidencia, los cuatro ejemplos de nivel medio y medio superior que aquí se presentan son escuelas de reciente creación (menor a tres años), cuyo número de estudiantes fluctúa entre 20 a 30 estudiantes por grupo y son de perfil particular (no pertenecen a las escuelas públicas).

Nuestro primer caso es una escuela secundaria cuyas aulas no poseen computadora, pero sí un salón de cómputo. En este caso muy a menudo el curso de computación se centra en obtener las herramientas básicas de los programas más utilizados en la vida cotidiana; sin embargo, frecuentemente los alumnos se limitan a realizar ejercicios muy alejados de los cursos que están llevando en forma paralela y los maestros de estas otras materias, algunas veces llegan a solicitar trabajos que no impliquen el uso de las computadoras (como requisito), mucho menos que interactúen con los maestros de computación en proyectos transversales que beneficien el aprendizaje de ambas materias. Sin embargo, cuentan con un proyector y los profesores se organizan para ocuparlo con una bitácora de préstamo. El laboratorio de ciencias es convencional, en donde han invertido en al menos cinco microscopios y asisten al laboratorio, dependiendo de la materia, una vez a la semana o cada 15 días. En el área de cómputo, está prohibido (más no físicamente limitado por un administrador de red) el uso de YouTube, redes sociales, etc. por lo que, cuando un alumno es sorprendido utilizándolo, es sancionado.

En el segundo caso, la escuela posee una excelente plataforma informática, pero en las aulas no hay computadoras. Los alumnos se desplazan a las salas de cómputo y laboratorios y sin posibilidad de aprendizaje por inmersión pues cada grupo de alumnos tiene asignada una aula y los maestros entran en su territorio con cada cambio de clase. El mobiliario es pesado y difícil de agrupar y mucho menos plegar. También sólo existe un pizarrón y el uso de las paredes está totalmente restringido ya que existen ventanales decorativos arquitectónicamente agradables pero pedagógicamente inadecuados. En esta comunidad educativa la computadora se usa desde casa para resolver problemas y enviar tareas; sin embargo, el propio diseño de las aulas dista mucho de ser inteligente.

En el otro extremo están las escuelas que, queriendo ser innovadoras, permiten y obligan a que cada alumno porte una computadora. Esto a menudo convierte el salón de clases

en una telaraña de cables en la que el maestro se convierte en guardián de lo que están haciendo los alumnos, a parte de tratar de enseñarles la clase correspondiente. Esto porque además de la computadora (ordenador) ha llegado al aula el Internet. En un mundo en que más de un quinto de la población tiene acceso a Internet (<http://www.internetworldstats.com/stats.htm>), una aula con conectividad a Internet es el paso obligado. Así, muchas escuelas y universidades se han dado a la tarea de convertir sus aulas comunes en interactivas, en las que inicialmente el maestro tenía la capacidad de conectarse a Internet y extraer de la inmensa información de la red materiales para su uso en la clase. Sin embargo, esto está cambiando rápidamente y ahora maestros y alumnos tienen conectividad a la red.

En el tercer caso, la escuela diseñada pensando en el siglo XXI tiene todas sus aulas con conectividad a Internet y plataformas tecnológicas que permiten dirigir a los estudiantes hacia los sitios pertinentes y tienen bloqueado el acceso libre a la red.

Aunque posee profesores capacitados para trabajar en ambientes virtuales de aprendizaje, al arranque de sus actividades no existía una reglamentación adecuada para el uso de las computadoras en el salón de clases y alumnos extremadamente hábiles eran capaces de jugar videojuegos con sus compañeros sin consecuencias mayores que perderse la clase. Después de literalmente batallar diario con los chicos y sus computadoras portátiles, se decidió reglamentar el uso de la misma. Desafortunadamente, la experiencia hasta ese momento (cinco meses después de iniciado el ciclo escolar) había sido desastrosa; por lo tanto, las peticiones de los profesores iban desde anular completamente el uso de las computadoras, recogerlas y entregarlas a los padres si se sorprendía a los chicos jugando en ella, hasta suspender a los alumnos que reincidieran en el juego. No se necesita mucha imaginación para darse cuenta que, si se hubiera diseñado desde el principio un contrato social, donde quedaran las reglas del juego bien establecidas, sin necesidad de ser dramáticos pero sí con límites bien definidos, conocidos tanto por maestros y alumnos, difícilmente se llegaría a una situación como a la que se llegó en esta escuela.

Teniendo la visión de que muchas experiencias se podrían realizar virtualmente en este colegio en particular, cuando esta institución se estaba construyendo, se diseñó un laboratorio de ciencias en donde la mitad del espacio contenía mesas de cómputo y la otra mitad correspondía a mesas de laboratorio. Sin mucho conocimiento de causa y con el fin de ahorrar en equipo de laboratorio, se implementó algo que llegó a ser una aula-laboratorio multidisciplinaria interactiva,<sup>1</sup> gracias a la inquietud de los maestros involucrados. Inicialmente el sa-

lón no tenía cortinas, ventilación adecuada, ni agua corriente, pero sí una instalación de gas. Con el fin de utilizar un proyector de video se instalaron cortinas, se abrieron ventanas del lado de las mesas de laboratorio, se instaló una tarja profunda para el lavado del material de vidrio, se canceló la instalación de gas y se compraron parillas de calentamiento (debido al nivel educativo y en miras a un espacio seguro). En esta aula-laboratorio se realizaron actividades experimentales de química, física y biología, y laboratorios virtuales de las tres asignaturas para los tres niveles tanto de secundaria<sup>2</sup> como de bachillerato, así como videos y conferencias de aspectos científicos para el resto de la escuela (los seis grados de primaria y hasta preescolar). Aunque en teoría se contaba con muchas ventajas, el mobiliario elegido resultó ser muy pesado y los contactos en el piso restaron mucha movilidad al aula, impiéndole que ésta sirviera como un aula inteligente, aunque sí multidisciplinaria.

Se destinó un espacio específico para una especie de biblioteca-área de consulta, en donde se tenían una buena colección de libros, en cantidades suficientes para que los estudiantes trabajaran a lo máximo en pares, contando con diccionarios generales, de ciencias, de inglés y libros de actividades para aquellos alumnos que terminaran las actividades programadas para ese día antes que los demás.

Desafortunadamente, sólo se contaba con un solo pizarrón (aunque interactivo), pero un aula inteligente requiere que haya pintarrones si no en todas, al menos en dos paredes más. Los grupos fueron de máximo 24 estudiantes, a veces trabajando experimentalmente, otras virtualmente o repartidos en ambas actividades.

Para el caso de la química las actividades experimentales fueron escogidas con la filosofía de la química verde<sup>3</sup> y no hubo necesidad de respirar vapores tóxicos, ni el uso de ácidos o bases fuertes. Inclusive se hicieron esfuerzos por trabajar en un ambiente de inmersión y de llevar la química a la vida diaria, en actividades de química en la cocina. Sin embargo, fue difícil empatar la parte experimental con la virtual, debido a que no se contaba con el material suficiente. Otra desventaja fue el idioma, la mayoría de los productos de actividades, tanto experimentales como lúdicas, están en inglés y sirve muy bien para los alumnos avanzados en ese idioma; sin embargo, para el grueso de la población, esto representó un problema. Buena parte de la solución se encontró en sitios

<sup>1</sup> Un aula multidisciplinaria interactiva es entendida como un espacio de aprendizaje en donde se pueden realizar actividades de diferentes áreas sin la necesidad de realizar tantos cambios en la distribución del mobiliario.

<sup>2</sup> En México, el nivel primaria consta de seis grados, seguidos de tres en secundaria (con adolescentes entre 12-15 años de edad) y el nivel bachillerato, en el que son otros tres años, cursados en seis semestres previos al ingreso de la universidad. Comúnmente, los cuatro primeros semestres son comunes y el último año se dividen en áreas de acuerdo a los intereses de cada estudiante con miras a su perfil universitario.

<sup>3</sup> Química verde o ambientalmente benéfica, es la designación a los productos y procesos químicos que reducen o eliminan el uso y la generación de sustancias tóxicas.

Web específicos, de nuevo, en su gran mayoría en inglés, y que brindaban la oportunidad de utilizar tanto el pizarrón interactivo, como las computadoras portátiles de los alumnos, así como en material multimedia y videos diseñados por los autores de este artículo (De Ita, 2004).

Uno de los problemas más grandes que tienen los profesores de ciencias es que los estudiantes consideran de forma general, a la ciencia muy alejada de su vida diaria. En nuestro caso, fue en la materia de física, en segundo de secundaria, cuando observamos las limitantes en el mobiliario del aula multidisciplinaria. Debido a lo dinámico que resultaron algunas sesiones, los estudiantes trabajaban más cómodamente en el suelo, pues al estudiar conceptos como aceleración, velocidad, rapidez, leyes de Newton, etc., diseñaban artefactos que resultaban juguetes que competían con los integrantes del otro equipo. Carreras de globos, montañas rusas, aerodeslizadores, etc. Para llegar a este punto, casi sin buscarlo, se estuvo trabajando en software educativo diseñado por compañías editoriales, que son presentadas como apoyo para el maestro, si se adopta alguno de sus títulos como libro de texto. Este apoyo consta de videos, videolabs, presentaciones PowerPoint e incluso WebQuest<sup>4</sup> ya diseñados y disponibles en línea, con la gran desventaja de que están en inglés. Sin embargo, con la intención de utilizar el idioma como una herramienta, tanto los videos como el demás material, se utilizó en clase. Si algún estudiante tenía problemas de forma específica, podía llevarse a casa los videos para repetirlos cuantas veces necesitara. En algunas ocasiones, los *quizzes* (exámenes rápidos) y ejercicios estaban en línea en español, aunque no era lo regular. Con este material se trabajó la primera parte del año, suplementando las sesiones con videos de *Mecánica Popular*, colecciones de la BBC y *Discovery*, aprovechando el sonido envolvente (teatro en casa) del aula. El uso del WebQuest resultó muy apropiado pues da muy poco margen a que los estudiantes divaguen en la red, por lo que el proceso de búsqueda y navegación es muy dirigido.

Sin embargo, en un momento de trabajo fuera del salón, aprovechando que la mayoría de los alumnos sólo quería jugar algún deporte, se iniciaron los proyectos de ver qué leyes o principios de física, estaban detrás de sus deportes favoritos. Así, tuvimos una demostración de palancas con el Hapkido,<sup>5</sup> de los principios de Newton con la competencia de patinetas y tipos de movimiento con el béisbol. Las mesas resultaron muy pesadas, difíciles de mover y apilar, por lo que el espacio de trabajo se reducía a menos que saliéramos del aula.

Como parte de la generación de material didáctico con la

<sup>4</sup> WebQuest es una estrategia didáctica en donde se utiliza la red para resolver un problema, en donde los pasos a seguir están previamente estructurados por el profesor, para llevar al estudiante al descubrimiento del reto propuesto. Los sitios en línea son previamente presentados al alumno el proceso de navegación es muy dirigido.

<sup>5</sup> El Hapkido es un arte marcial coreano de defensa personal.

que siempre tratamos de combatir una actitud consumidora, las experiencias iban más allá del mismo colegio hasta las competencias de artes marciales y campeonatos locales que los estudiantes filmaban para después editarlos y agregar elementos que ayudaran a explicar, por ejemplo, en qué dirección iba una fuerza determinada.

Con respecto a la biología, toda la infraestructura anterior, más un microscopio conectado a una cámara de video, hicieron de las sesiones toda una experiencia. La posibilidad de que todos los estudiantes del grupo pudieran ver al mismo tiempo lo que estaba en el microscopio, en tiempo real y cuyas imágenes pudieran ser captadas ya fuera en video o en microfotografías, le dieron una nueva dimensión a la clase. En este sentido, se empataba el uso de las nuevas tecnologías de la información, el uso de software para manejo de imágenes digitales y las ciencias. Una vez que los estudiantes decidían cuál imagen les interesaba, se tomaba una fotografía digital y ésta se subía a la plataforma electrónica con formato jpg, para que de forma libre, la pudieran manipular. El rango de los proyectos fue desde imágenes tipo kitsch<sup>6</sup> hasta calendarios personalizados de arañas y hormigas que los estudiantes fueron a recolectar en los jardines del colegio. Los más pequeños en manipular el microscopio y realizar videos fueron alumnos de cuarto año de primaria. Ellos llevaron una muestra de agua estancada y proyectados en la pared del aula estaban toda clase de protozoarios dando vueltas, en forma tal, que los chicos decidieron ponerle música al video. En ese momento, utilizaron una herramienta más de TIC.

Era tanto el entusiasmo en visitar el laboratorio, que los chicos iban cada vez más preparados para tomar videos y fotos, incluso con su celular y lo compartían con los demás miembros de su grupo; subían a la plataforma el material obtenido. Nuestra aula empezaba a ser visible.

Cuando fue necesario, las disecciones que se llevaron a cabo en el aula fueron en su mayoría virtuales, aunque se hicieron de órganos obtenidos de animales de consumo humano (generalmente de vísceras de cerdo, res o gallina) debido a que creemos firmemente que en el nivel secundaria y primeros semestres de preparatoria, la disección en animales de laboratorio no está justificada.

Debido al costo del material virtual para disecciones, se iniciaron “búsquedas de tesoros”<sup>7</sup> para encontrar sitios gratuitos de disección, en donde no sólo se lograba disecar una rana o un pez virtualmente, sino que se desarrollaron en el proceso habilidades de búsqueda y discriminación de la información

<sup>6</sup> Lo kitsch es una imitación estilística de formas de un pasado histórico prestigioso o de formas y productos característicos de la alta cultura moderna, ya socialmente aceptados y estéticamente consumidos. <http://es.wikipedia.org/wiki/Kitsch>

<sup>7</sup> Según Marcela Caballos (2009), la búsqueda de tesoro consiste en una serie de preguntas y una lista de direcciones web de las que pueden extraerse o inferirse las respuestas. En una definición general, se utiliza para encontrar sitios en la red.

en la red. El interés de los alumnos de secundaria llegó al punto tal de querer saber cómo era el manejo con animales de laboratorio. Para resolver esta inquietud, un equipo de estudiantes con especial habilidad para la cámara de video, visitó el bioriego y algunos laboratorios de investigación de la Universidad Autónoma de Puebla y, después de entrevistar a los investigadores, filmaron su trabajo con los animales. Esta experiencia fue editada y presentada a sus compañeros, generando un video didáctico y aprendizaje entre pares.

Durante el ciclo escolar se llevaron a cabo, como se ha estado presentando, momentos que van más allá de una situación de aprendizaje, sino de construcción del conocimiento, adentrándose en el enfoque basado en competencias<sup>8</sup> que busca la SEP.<sup>9</sup>

Una de las grandes desventajas que pudimos ver en este proyecto fue que esta escuela recibe sólo estudiantes cuyas familias tienen la capacidad económica para pagar las altas colegiaturas, limitando el acceso a este tipo de educación a un pequeño grupo de la población estudiantil.

El cuarto caso presentado es un colegio con mucho menos posibilidades económicas que el anterior; sin embargo, en muchos sentidos, los resultados obtenidos fueron bastante similares. El aula tenía una tarja, clósets muy grandes donde se guardaba el material de las actividades experimentales, boquinas, proyector de video y red inalámbrica, aunque no contaba con pizarrón interactivo. Sin embargo, en el concepto de aula inteligente que nuestro grupo de trabajo maneja, este tipo de pizarrón no es el protagonista en el aula. En este entorno de aprendizaje, las actividades diarias giraban en actividades experimentales con material de muy bajo costo, de fácil acceso y sobre todo, de uso diario, pues uno de nuestros objetivos principales fue el de vincular la química con la vida diaria de los adolescentes, para lo que fue necesario involucrarnos en el contexto virtual de los mismos. El correo electrónico y el chat se convirtieron en herramientas indispensables de colaboración.

Este tipo de aula demanda un actor diferente: El educador virtual. Así, el profesor tradicional acostumbrado a ser el centro de atención en el aula, tiene que capacitarse en el acompañamiento de sus alumnos para navegar en ambientes virtuales de aprendizaje. Así se pasa del bien conocido binomio maestro-alumno, al trinomio en el que un actor fundamental es el aula.

<sup>8</sup> Según Gonzci y colaboradores (1996) "Una compleja estructura de atributos necesarios para el desempeño en situaciones específicas. Éste ha sido considerado un enfoque holístico en la medida en que integra y relaciona atributos y tareas, permite que ocurran varias acciones intencionales simultáneamente y toma en cuenta el contexto y la cultura del lugar de trabajo. Nos permite incorporar la ética y los valores como elementos del desempeño competente".

<sup>9</sup> Secretaría de Educación Pública.

Por otro lado en la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP desde el año 1998 se ha experimentado en un laboratorio de química general en el que separados por puertas corredizas de cristal coexisten el laboratorio experimental y el laboratorio virtual. En este caso la presencia de las computadoras estaba inicialmente pensada para llevar a cabo investigaciones pre, durante y posteriores a las actividades experimentales, más que a la realización de laboratorios virtuales; sin embargo, ésta ha ido evolucionando para dar cabida a las dos modalidades. En este caso las condiciones son adecuadas para llevar los dos tipos de trabajos en las mejores condiciones, aunque se pierde la oportunidad de transformar el laboratorio en un salón de conferencias o de proyección de videos.

En Ciudad Universitaria de la BUAP, la Facultad de Ciencias Químicas estrenó un nuevo edificio en 1998, diseñado para contar con un laboratorio moderno de Química General, esto nos animó para innovar la forma de enseñar la química a estudiantes de primer año de la carrera de Químico y Químico Farmacobiólogo. Junto a las instalaciones del nuevo laboratorio se dieron otras situaciones que ayudaron a lograr este proyecto:

1. El tendido de fibra óptica para conexión de internet en las nuevas instalaciones.
2. Contar con un curso interactivo de química general en multimedia (Kotz, 1996).
3. Equipar el laboratorio, a través de apoyos federales, con 10 computadoras PC con conexión a la red. El número de estudiantes por sección fluctuaba entre 15 y 20 estudiantes, así hay un promedio de dos estudiantes por computadora.

El material multimedia tiene la virtud de presentar los temas comunes de Química General con texto, fotografías, animaciones, videos, datos, gráficas, hipervínculos, etc. Esto hace la diferencia con un curso tradicional que regularmente se hace con un libro de texto o apuntes. Al contar con programas de visualización y manipulación molecular, en donde un sinúmero de elementos y moléculas pueden rotar, analizar, diseñar e incluso graficar, se presenta una química más palpable. Independientemente de la amplia bibliografía con que se cuenta en estos días, es importante para cada capítulo tener una hoja de trabajo que oriente al estudiante de lo que se espera de él (el uso de rúbricas se recomienda ampliamente; <http://www.eduteka.org/MatrizValoracion.php3>).

Resulta inadecuado pedir a los estudiantes que busquen por sí mismos información sobre un tema en específico, ante la enorme complejidad de la información en la red, pues debido a su falta de experiencia, su exploración se reduce a dos herramientas de búsqueda: Google y Wikipedia. Por lo tanto, la función del profesor es mostrarles después de su propia búsqueda y conocimiento sobre el tema, cuáles son los sitios más adecuados y que normalmente corresponden a sitios diseñados o albergados por universidades de prestigio, instituciones educativas y de investigación.

Se puede asegurar que esta forma de enseñanza es muy

atractiva para los estudiantes no sólo por la novedad sino también por la versatilidad, pues a diferencia de un libro de texto aquí tienen acceso a más recursos visuales (fotografías y video), interacción con el tema (animaciones y simulaciones), comprensión del mismo (preguntas y respuestas con evaluación inmediata) y otras visiones o ampliación del tema (sitios de Internet).

Temas como nomenclatura, reacciones de óxido reducción y pH, son rápidamente asimilados con los software que pueden encontrarse en la red, donde hay muchos ejemplos interactivos y explican los pasos a seguir cuando el estudiante se equivoca, brindando la oportunidad de que aprenda de sus propios errores. Por otro lado se estimulan diferentes métodos de asimilar el tema (tomando sus propias notas, por similitud, por prueba y error, buscando en la red la respuesta y otras). El ambiente en red es más relajado que aquel obtenido en un medio tradicional; los estudiantes tienen más interacción entre ellos, se favorece la enseñanza entre pares, hay mayor intercambio de ideas y conocimiento. Los estudiantes se ven obligados a aprender un segundo idioma (principalmente el inglés) y conoce de otras latitudes los principales temas que se desarrollan en su campo de estudio.

De las asignaturas de ciencias en la escuela secundaria y el bachillerato, la química es la más demandante en infraestructura. Analizando los casos anteriores es posible proponer un espacio basado en un aula inteligente que además incluya condiciones para realizar actividades experimentales y que al mismo tiempo permita su conversión a salón de conferencias y proyección de videos, como a continuación se propone:

### **Aula-laboratorio multidisciplinario e inteligente para la escuela secundaria y el bachillerato.**

Se ha diseñado, basada en la propuesta de Brian C. Smith (2009) una “lista” con los componentes necesarios para un aula inteligente, la cual ha sido adaptada a un aula-laboratorio, por nuestro equipo de trabajo, como a continuación se presenta:

#### **a) Equipo**

1. Computadoras. Se considera óptimo una relación de 1:1 de computadoras por estudiante; sin embargo, se puede trabajar muy bien aun en una relación de 5:1 (incluso, si así fuera el caso, una sola computadora, siempre y cuando esté conectada a red y a un proyector de video, es más que suficiente).
2. Reproductor de DVD (que puede evitarse si la computadora lo tiene).
3. Proyector de video.
4. Bocinas. Idealmente sería tener un sistema de teatro en casa para un efecto de sonido envolvente, aunque la idea principal es que todos los estudiantes escuchen bien desde cualquier parte del aula, por lo que cualquier bocina que lo logre, es suficiente.
5. Micrófonos.
6. Cámara digital y cámara web. Para fotografías y videos.

7. Impresora y escáner.
8. Acceso “libre” a Internet. “Libre” refiriéndose a la habilidad de los administradores de red para abrir y cerrar filtros específicos dependiendo de las necesidades de los usuarios, según las requisiciones de los profesores (lo que implica entonces una buena planeación del curso).
9. Interfaces para diseño web (blogs, redes sociales, chats, foros, etc.) y plataforma escolar (para colocar tareas, avisos, etc.). Se puede trabajar con software de acceso libre, tal como moodle, edublogs, etc.

#### **b) Infraestructura**

10. Mesas de trabajo y sillas que se puedan agrupar para hacer equipos y plegar, por si se necesita mayor espacio de trabajo.
11. Pintarrones y pizarrón de corcho al menos uno por pared en el aula.
12. Una tarja profunda para el área experimental.
13. Instalación eléctrica robusta para el uso simultáneo de parrillas eléctricas y eliminar por completo el riesgo de instalaciones de gas.
14. Regadera de presión, lavaojos y un botiquín.
15. Ventanas de apertura hacia fuera provistas de cortinas o persianas para el total obscurecimiento cuando esto sea necesario.
16. Extensiones de uso rudo con multicontactos trifásicos.
17. Microscopio digital. Actualmente cuesta un tercio de un microscopio convencional y sólo es necesario uno por aula, pues tiene la capacidad de conectarse a la computadora y proyectar las imágenes obtenidas por un proyector de video.
18. Un pizarrón interactivo. En estos días hay una gran variedad de modelos y marcas de este tipo de pizarrones; es importante reconocer que por medio de apoyo federal, las escuelas pueden gestionar la adquisición de este equipo; sin embargo, creemos firmemente que este pizarrón no debe considerarse como el centro de un aula inteligente, pues más bien es un componente más de la misma, incluso puede no estar presente.

#### **c) Consumibles**

1. Material de reciclaje (PET, papel, etc.)
2. Artículos de papelería (tijeras, engrapadora, pegamento, colores, etc.)
3. Reactivos de bajo costo y fácil acceso. Varían dependiendo de las actividades experimentales que se quieran hacer, por lo que en “Direcciones de Internet recomendadas”, les presentamos sitios de interés para tomar ideas.

Si bien es cierto que de primera impresión parecería una lista muy grande y demandante, es nuestra prioridad dejar claro que la adaptación de un aula convencional a una inteligente es un proceso continuo. Quizá si observamos de forma detallada nuestra aula, podemos ver que muchos de los elementos ya están presentes en ella y que añadir ciertos elementos clave

la acercarían a nuestro objetivo. Sin duda ésta es una oportunidad para ser creativos y buscar formas accesibles a cada contexto en particular, para diseñar un ambiente educativo que se adapte a nuestras necesidades y que brinde la oportunidad de generar un aprendizaje con tan sólo ingresar a él.

## Conclusión

Desde luego los más capacitados y fácilmente adaptables a este entorno son los alumnos pues han estado en contacto con los avances tecnológicos de finales del siglo pasado y los del nuevo milenio, al ser nativos tecnológicos o aprendices digitales (Digital Learners <http://teachingenglishprimarychildren.blogspot.com/2008/07/digital-learners.html>). Sin embargo, el reto para los maestros es monumental pues se necesitan educadores virtuales bien alfabetizados en el uso de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones. Sí es posible, con base en la unión de voluntades tanto de las autoridades de la escuela como de los padres de familia, maestros y alumnos involucrados en un proceso de transformación constante, misma que en sí es un proceso de aprendizaje en competencias de lo que espera a nuestros alumnos en el mercado laboral.

El sentimiento general de los profesores de ciencias de secundaria y bachillerato, es que estos chicos no están interesados en las ciencias. Nosotros hemos encontrado que más bien el interés se pierde cuando el maestro pretende ser el centro de atención. Desde nuestra experiencia, cuando se les permite a los jóvenes ser creativos, generadores de ideas y responsables de su propio aprendizaje, lo toman con bastante seriedad y se encaminan a una de las competencias que la SEP propone para los egresados de bachillerato: ser autogestores de su propio aprendizaje.

Cabe destacar que estos estudiantes son muy hábiles para manejar la paquetería de química y en cuestión de horas pueden verse como expertos en su manejo; pero no siempre hay una relación proporcional con el entendimiento del tema, es decir, saben manejar las herramientas del software; sin embargo, la parte conceptual puede no estar del todo clara; por lo tanto, la planeación del curso, la definición bien estructurada de los objetivos que se quieren alcanzar, las competencias que se desean desarrollar, así como una evaluación global y continua, son elementos necesarios para que un proyecto de este tipo tenga éxito. El miedo que se presenta ante el vertiginoso avance de la tecnología en estos tiempos de cambio y que es un mal común entre el profesorado, puede ser superado con el acompañamiento y la capacitación constante de la planta docente, para lograr transformar el aula en un entorno cada vez más inteligente y utilizar los recursos que están presentes en la red, en su mayoría de forma gratuita. Por ello, los invitamos a que pongan en práctica las sugerencias aquí presentadas y hagan visibles sus experiencias.

## Direcciones de internet recomendadas

[http://biology.about.com/od/onlinedissections/Online\\_Dissections.htm](http://biology.about.com/od/onlinedissections/Online_Dissections.htm). Disecciones virtuales.

<http://jolt.merlot.org/>. Journal of Online Learning and Teaching of MERLOT.

<http://rubistar.4teachers.org/index.php>. Página para ver o diseñar rúbricas en línea.

<http://teachertube.com/>. Vídeos en línea para maestros.

<http://teachingtoday.glencoe.com/>. Ayuda en línea para planificar las clases diarias. Con la presentación de videos en línea, glosarios, sugerencias y actividades experimentales sencillas pero de impacto.

<http://www.aula21.net/Wqfacil/webquest.htm>. Construcción en línea de WebQuest.

<http://www.brainpop.com/>. Animaciones de diferentes disciplinas, como apoyo a profesores y alumnos.

<http://www.classroom20.com/>. Plataforma de generación de blogs educativos.

<http://www.eduteka.org/Rubistar.php3>. Página para generar rúbricas de evaluación.

<http://www.greeningschools.org>. Lecciones y sugerencias sobre química verde.

<http://www.merlot.org/merlot/index.htm>. Recurso multimedia para la enseñanza y el aprendizaje en línea.

<http://www.virtlab.com/main.aspx>. Laboratorio virtual.

<http://www.webquest.org/index.php>. Página donde se pueden encontrar diversos webquest previamente elaborados e incluso elaborar nuevos y compartirlos en línea.

## Referencias

Caballos M., Fraga M. Duarte E., Duch V.; Internet como fuente de recurso para la enseñanza aprendizaje, 2009; Consultado por última vez abril 30, 2009 en <http://www.scribd.com/doc/7607267/NT-Busquedas>

Carvin, A.; Cyberone: A glimpse of the future classroom, 2006. Consultado por última vez abril 30, 2009 en [http://www.pbs.org/teachers/learning.now/2006/10/cyberone\\_the\\_future\\_of\\_education.html](http://www.pbs.org/teachers/learning.now/2006/10/cyberone_the_future_of_education.html).

Cooperstock J. R.; Intelligent Classrooms need Intelligent Interfaces: How to Build a High Tech Teaching Environment that Teachers can use?, consultada por última vez abril 30, 2009 en <http://www.cim.mcgill.ca/sre/publications/asee.pdf>.

De Ita Cisneros M.A., González Vergara E.; *Manual de laboratorio de química general en hipermédia*, II Seminario Internacional de Educación en Ciencias. Retos y Dificultades de la Enseñanza de las Ciencias. Editorial BUAP, pp. 51–56, 2004.

Gonzci, A.; Athanasou, J., "Instrumentación de la educación basada en competencias. Perspectivas de la teoría y práctica en Australia", en: *Competencia Laboral y Educación Basada en Normas de Competencia*, México, Limusa, 1996.

Kotz, J.C. y Vining, W.J.; *Saunders Interactive General Chemistry CD-ROM*, Saunders College Pub, 1996.

Lozano Díaz, A. El aula inteligente: ¿hacia un nuevo paradigma educativo? [Reseña del libro: *El aula inteligente: Nuevas perspectivas*]. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 6(2), 2004. Consultado por última vez abril 30, 2009 en:

- [http://redie.uabc.mx/vol6no2/contenido-lozano.html.](http://redie.uabc.mx/vol6no2/contenido-lozano.html)
- Lynch C.; *The Visible Classroom*, *EDUCAUSE review*, July/August, pp. 68, 2003.
- Nelson William M.; *Sustainable Science: Green Chemistry in your Classroom*; Consultado por última vez abril 30, 2009 en: [http://www.greeningschools.org/docs/IEPA\\_GC.ppt](http://www.greeningschools.org/docs/IEPA_GC.ppt)
- Segovia Olmo, F. *El Aula Inteligente: Nuevo Horizonte Educativo*, Espasa Calpe, Madrid, 1998.
- Segovia Olmo, F.; *El Aula Inteligente: Nuevas Perspectivas*, Espasa Calpe, Madrid, 2003.
- Smith, B. C.; *Intelligent Classroom - The List*, consultado por última vez abril 30, 2009 en: <http://bcsmith.edublogs.org/2007/09/03/intelligent-classroom-the-list/>
- Taylor, R.P. Reflections on the Computers in the School, *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 3(2), 253-274, 2003.
- Villanueva E.; Lujambio: De la inexperiencia al reto; *Proceso semanario de información y análisis*; N° 1694, 19 de abril, 2009.
- Winer, L.R. y Cooperstock J.R; "Intelligent Classroom" Changing Teaching and Learning with an Evolving Technological Environment, *Journal of Computers and Education*, 38, 253-266, 2002.