

Norma Leticia Rubio Quintero Mármol  
Lol-Be Balam Salazar  
David Cáceres Castillo  
Universidad Autónoma de Yucatán

## **Diseño de un objeto de aprendizaje para la enseñanza de la química experimental**

### **Sinopsis**

El presente trabajo describe el proceso de diseño y elaboración de un objeto de aprendizaje para la enseñanza de la química experimental como una propuesta para incorporar estrategias innovadoras en las aulas universitarias de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Yucatán. El prototipo elaborado fue sometido a una evaluación de carácter preliminar en la que estudiantes expresaron su aceptación, lo que permitió reafirmar al material como una herramienta complementaria a los métodos tradicionalmente empleados y que, debido a las características que posee, asegura favorecer el proceso de aprendizaje ya que permite al estudiante anticiparse a una experiencia de laboratorio y generar mayor seguridad en la toma de decisiones para el manejo de materiales y reactivos.

### **Abstract**

This paper describes the design and development process of a learning object for experimental chemistry teaching as a proposal to incorporate innovative strategies in university classrooms of the Faculty of Chemistry at the Autonomous University of Yucatán. The prototype developed was subjected to a preliminary assessment in which students expressed their acceptance, allowing reaffirm the material as a complementary tool to traditional methods of and, due to the features it has, says favor the learning process because it allows the student to anticipate a laboratory experiment and create safer decisions for handling materials and reagents.

Términos clave: Objeto de aprendizaje, Química experimental, Material digital, Audiovisual, Diseño instruccional, México.

Keywords: Learnin object, Experimental chemistry, Teaching materials, Instructionm, Mexico.

Fecha de recepción: Diciembre 2011

Fecha de aprobación: Marzo 2012

## Introducción

Hoy en día, el número de estudiantes que optan por las carreras relacionadas con la química está en descenso, situación que puede deberse a múltiples factores que van desde la concepción de la química como una ciencia de conceptos difíciles y abstractos, hasta la falta de estrategias de enseñanza que promuevan el aprendizaje en el estudiante. Esta problemática en la enseñanza de la química en general y de la experimental en particular, exige una constante actualización en los modelos pedagógicos así como la aplicación de estrategias didácticas que empleen las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) para mejorar la calidad de la práctica educativa. En este trabajo se describe el proceso de diseño y construcción de un prototipo de OA titulado “Filtración y Cristalización” para la enseñanza de la química experimental, para lo cual se consideraron los aspectos psicopedagógicos, los didáctico-curriculares, los técnicos-estéticos y los funcionales, para crear un material adaptado a las necesidades de los estudiantes y al contexto educativo de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Yucatán.

## Marco teórico

Existe suficiente información que respalda las actividades de laboratorio como medio eficiente para la enseñanza de las ciencias experimentales, entre ellas la química, puesto que apoyan al estudiante en la construcción de su conocimiento así como en el desarrollo de actitudes, competencias y habilidades psicomotoras para la solución de problemas (Hofstein, 2004). Sin embargo, aún cuando el laboratorio químico es considerado un elemento importante en la enseñanza de la química experimental, existen factores que impactan de manera negativa en este escenario de aprendizaje tales como la escasez de recursos económicos, de tiempo y de personal destinado al laboratorio, así como la falta de estrategias de enseñanza que apoyen al estudiante durante el proceso de aprendizaje.

A lo largo de los años se ha recurrido a las TIC como soportes para la educación química; por ejemplo, los medios auditivos empleados para la transmisión de temas en la radio o en el salón de clases; los proyectores para la visualización de experimentos en el aula (Jiménez & Llitjós, 2006); el video como apoyo para la enseñanza en el laboratorio (Seminario Permanente de Física y Química, 1992); o recientemente el uso de programas de computadora para la enseñanza de la cinética de reacción (Burewicz & Miranowicz, 2006), así como las animaciones en tercera dimensión para la visualización de las estructuras moleculares y sus cambios durante las reacciones químicas (Limniou, Roberts & Papadopoulos, 2008). Vale la pena destacar que a diferencia de los materiales de apoyo tradicionalmente empleados, como los medios escritos y de proyección, estos materiales han demostrado generar interés en los estudiantes hacia los contenidos y facilitar la comprensión de los mismos.

De igual forma, el uso de los OA se ha incrementado para atraer y estimular el aprendizaje de los estudiantes en los aspectos teóricos y prácticos de la química, debido a que favorecen el proceso de enseñanza y aprendizaje al promover la adquisición de conocimiento de una manera más significativa que con la clase magistral empleada de forma tradicional. Estos recursos digitales representan múltiples ventajas para la práctica educativa, entre ellas un ahorro de tiempo para el profesor en la preparación de materiales de aprendizaje de calidad y una disponibilidad constante de dichos recursos para los estudiantes. (Martínez et al, 2007) En la docencia universitaria estos materiales digitales se emplean para reforzar los conocimientos previos e ideas principales; atraer la atención durante las sesiones presenciales; almacenar información relevante; y apoyar la comprensión de un concepto; (Janson & Janson, 2009).

En la enseñanza de la química se han encontrado OA enfocados en los aspectos teóricos, como es el caso de los seis OA desarrollados por Belbruno y Cobo (2010) que proporcionan información sobre los diferentes elementos químicos; y el OA destinado a la enseñanza de la estequiometría de las reacciones en fase gaseosa (Shaw, 2009). Con respecto a la parte experimental, se encuentra disponible en la red un OA enfocado en el tema de la separación química de una mezcla (Mc Cahill, 2009).

#### Planteamiento del problema

El creciente desinterés de los estudiantes de la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo hacia las asignaturas prácticas radica principalmente en que cuentan con una débil preparación para el desarrollo de actividades experimentales, así como en la dificultad para vincular la teoría discutida en el salón de clases con los aspectos prácticos desarrollados en el laboratorio. Por otro lado, el fundamento teórico y los procedimientos a realizar en el laboratorio se presentan a menudo en un material impreso que debe ser leído previamente; sin embargo estos materiales suelen ser vistos únicamente como un algoritmo que comprende una serie de pasos, por lo que, sin la guía correspondiente, se puede perder fácilmente la profundidad con la que debe abordarse esta información, con la consecuencia de un tratamiento superficial de los conceptos básicos y un procedimiento mecánico carente de análisis sobre por qué se lleva a cabo y cómo contribuye a este escenario de aprendizaje.

#### Establecimiento del objetivo

Con base en lo expuesto con anterioridad se propuso el diseño de un Objeto de Aprendizaje basado en el contexto de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Yucatán, que promueva la adquisición de información por parte del estudiante para que pueda posteriormente transformarla en conocimiento útil durante la práctica de laboratorio. Se espera que el prototipo de OA obtenido permita al estudiante anticiparse a una experiencia de laboratorio, aplicar el conocimiento en la práctica, generar mayor participación en la toma de decisiones y seguridad en el manejo de materiales y reactivos. De igual forma, se pretende que el OA promueva en los usuarios un estilo de estudio independiente, donde el estudiante pueda acceder y revisar el contenido del material desde cualquier lugar.

Por lo expuesto anteriormente, se plantearon diferentes objetivos entre los que destacan: i) analizar y definir el punto de intervención dentro del mapa curricular de la licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo; ii) definir los objetivos generales y específicos del OA; iii) establecer los contenidos del material a desarrollar, las estrategias de enseñanza y las actividades que se realizarán durante la instrucción; y iv) realizar una evaluación preliminar de tipo cualitativo para determinar la operatividad del prototipo de objeto de aprendizaje.

#### Método

Con base en la revisión de la literatura y en respuesta al objetivo de estudio, se diseñó un Objeto de Aprendizaje con motivo de contribuir y favorecer al proceso de enseñanza-aprendizaje de la química experimental. Para este propósito, se utilizó una metodología de tipo cualitativo la cual dada su flexibilidad permitió describir y comprender el proceso de diseño y construcción del prototipo de OA, así como la implementación del mismo en un contexto similar al que será empleado. (Taylor & Bogdan, 2009) El desarrollo del presente trabajo se llevó a cabo bajo el modelo de investigación-acción ya que se identificó información que orientara la toma de decisiones para obtener la mejora en la práctica educativa. (Elliot, 2000)

El ciclo de investigación-acción inició con la detección del problema, el cual consiste en un uso reducido de estrategias y materiales didácticos que permitan al estudiante anticiparse a una experiencia de laboratorio y que además muestren la teoría junto con los procedimientos experimentales de una manera atractiva. Para complementar el diagnóstico del problema se mantuvo una observación de tipo activa en el laboratorio químico, (Hernández, Fernández & Baptista, 2006) en la que se creó un vínculo con los estudiantes para conocer la influencia de los recursos didácticos en la enseñanza y al mismo tiempo detectar las deficiencias que presentan los alumnos en el desarrollo de la actividad experimental, para posteriormente considerar la información recabada en el diseño del material digital.

Como propuesta de solución al problema detectado en la enseñanza del laboratorio, se formuló un plan cuyo objetivo consistió en diseñar un OA que permitiera el uso del conocimiento y la promoción de competencias específicas para el laboratorio. El plan se desarrolló siguiendo el modelo de Diseño Instruccional ADDIE, basado en el enfoque de objetos de aprendizaje y los principios constructivistas. (Baruque, Porto & Melo, 2003) Dicha metodología consta de 5 fases (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación, Evaluación), pero cabe señalar que este trabajo se ha enfocado solamente a las dos primeras fases, las cuales fueron complementadas con una evaluación a priori del prototipo de OA.

#### Metodología para el diseño del objeto de aprendizaje

##### Fase de análisis.

En esta primera fase se analizó el contexto educativo y el perfil del estudiante; se identificó el problema sobre la aplicación de los conceptos teóricos en la etapa práctica del laboratorio y se realizó una búsqueda de los objetos de aprendizaje relacionados con el tema. Asimismo se eligió la asignatura “Introducción al Laboratorio” que se imparte en el segundo semestre de la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo, y cuyo objetivo se centra en desarrollar habilidades manuales y cognitivas sobre el uso de materiales, reactivos, equipos y técnicas de laboratorio, así como el conocimiento sobre los alcances, limitaciones y riesgos que existen en el desarrollo de experimentos que tengan una base científica. (Facultad de Química, UADY, 2012) La estrategia de enseñanza más recurrida en esta asignatura es del tipo laboratorio expositivo (Jonhstone & Al-Shuaili, 2001), el cual incorpora la presentación de la parte teórica en el salón de clases con la posterior actividad experimental en el laboratorio para concretar el aprendizaje. Previo a la práctica, a los estudiantes se les entrega el fundamento teórico y los procedimientos de laboratorio bajo el formato de un material impreso; sin embargo, estos materiales no siempre son detallados, por lo que los conocimientos previos se encuentran limitados sobre todo en las prácticas más elaboradas. Como consecuencia, el estudiante se presenta en el laboratorio con una preparación débil para el desarrollo de la actividad y con el desconcierto sobre los resultados esperados. De esta asignatura se eligió el tema “Filtración y Cristalización” por ser la primera práctica de laboratorio que se realiza en el curso y en la que los estudiantes presentan mayor dificultad durante la ejecución de las actividades, debido principalmente a la heterogeneidad de conocimientos, ya que mientras algunos dominan ciertas competencias de laboratorio otros cuentan con escasos e incluso nulos conocimientos, habilidades y destrezas para la manipulación de material y equipo. Por tal motivo se estableció la necesidad de ofrecer a los estudiantes una experiencia previa al ingreso al laboratorio, en la que visualicen la actividad experimental, integren los conocimientos teóricos y se preparen para desarrollarla. Por lo anterior, se delimitó como objetivo instruccional que los alumnos conozcan e identifiquen los diferentes materiales de laboratorio, así como los procedimientos

a través de la información contenida en el OA. Con respecto al perfil de los usuarios del OA, se sabe que éstos cuentan con una edad de 18 a 25 años; pueden o no poseer conocimientos previos del tema “Filtración y Cristalización”; y necesitan tener conocimientos básicos de computación debido a que se requiere el empleo de un equipo de cómputo para interactuar con el material. Por otro lado, en la búsqueda de objetos de aprendizaje disponibles para los estudiantes, se encontró que existe un número limitado de OA dirigidos a la enseñanza de la química práctica y que la mayoría se enfocan en la enseñanza de la parte teórica; además gran parte de los materiales disponibles se encuentran en el idioma inglés. Se planteó emplear el material digital en una dinámica de instrucción formada por tres fases: en la primera, el profesor impartirá el tema de forma tradicional, con el objetivo de generar una inducción hacia el uso del material didáctico; la segunda fase consistirá en el uso del objeto de aprendizaje, en ésta los estudiantes tendrán la oportunidad de interactuar con el material para reforzar la sesión teórica; y en la tercera fase, la realización de la práctica de laboratorio complementará las ideas de los estudiantes, evitando errores y retrasos innecesarios.

#### Fase de diseño.

El diseño del objeto de aprendizaje sigue los enfoques constructivistas y directivos propuestos por Cabero y Gisbert (2005), y Clark (2003) respectivamente. En esta fase se realizó un análisis de las tareas y del contenido, asimismo se procedió a la revisión de material bibliográfico para extraer la información contenida en el OA. De igual forma se establecieron los objetivos del material en función de lo que se espera que el usuario logre alcanzar después de utilizarlo; estos objetivos son: introducir al usuario a los conceptos generales y a los procedimientos experimentales del tema “Filtración y Cristalización”; y proporcionar ejemplos de las aplicaciones de los procesos de filtración y cristalización así como actividades de aprendizaje para reforzar el conocimiento. El tema se organizó y dividió en 4 partes: la primera es el contenido teórico que presenta los conceptos básicos, la segunda es una sección audiovisual que contiene los procedimientos experimentales, la tercera contiene tres actividades de aprendizaje interactivas cuya finalidad es reforzar la información adquirida en el material y la cuarta es una evaluación interactiva para determinar el grado de comprensión de los contenidos. Cada una de estas partes cuenta con un objetivo instruccional diseñado de acuerdo a la taxonomía de Bloom (Tabla 1).

Tabla 1  
Objetivos didácticos del objeto de aprendizaje.

Parte del OA	Objetivo didáctico
Contenido Informativo	El alumno identificará los diversos conceptos que intervienen en los procesos de filtración y cristalización.
Video didáctico	Una vez finalizado el video el alumno recordará los pasos básicos para el desarrollo de la práctica de laboratorio.
Actividades de aprendizaje	“Conceptos”: El alumno identificará cada uno de los conceptos proporcionados en el contenido teórico.  “Material de laboratorio”: Dada una lista de materiales, el alumno identificará los materiales para desarrollar la práctica de filtración y cristalización.  “Procedimiento experimental”: El alumno identificará y ordenará la secuencia de pasos para realizar los procesos de filtración y cristalización.
Evaluación	El alumno identificará la respuesta correcta para cada una de las preguntas proporcionadas en esta sección.

La estructura final del objeto de aprendizaje consta de siete secciones presentadas en la plantilla de navegación: “Presentación”, “Contenido teórico”, “Video”, “Actividades de aprendizaje”, “Glosario”, “Referencias bibliográficas” y “Evaluación” (Figura 1). A cada una de las secciones se puede acceder a través de un menú interactivo, teniendo en cuenta que es un material iterativo y que no presenta restricciones para su acceso y navegación.

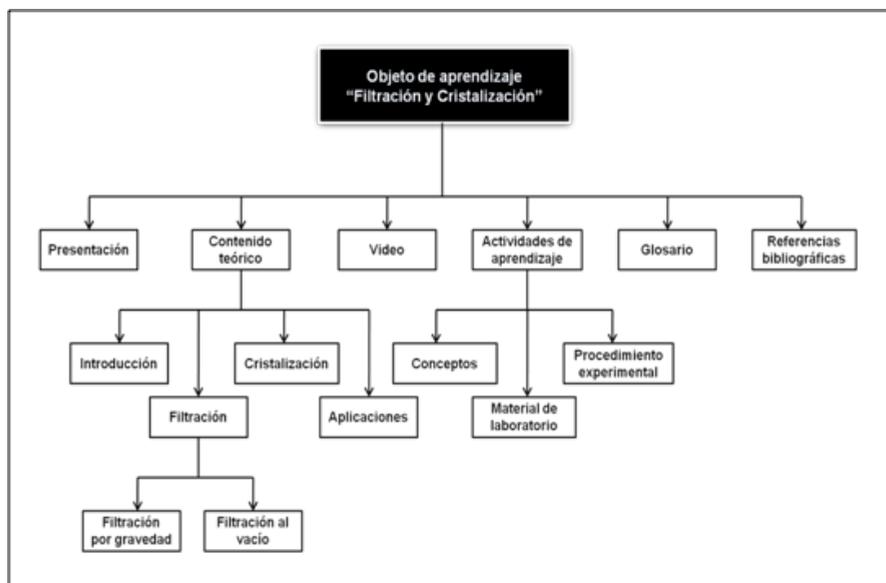


Figura 1. Plantilla de navegación del objeto de aprendizaje.

La función de la sección “Presentación” es mostrar al estudiante los diferentes elementos que se le proponen para participar en la acción formativa, así como orientarlo para facilitar la interacción con el material y obtener un mejor aprovechamiento del entorno formativo (Figura 2).

Con la sección “Contenido teórico” se espera atraer y mantener la atención del estudiante el tiempo suficiente para leer la información y asimilar el mensaje; transmitir datos relevantes y organizados de tal manera que propicie la observación y análisis; así como crear asociaciones entre los datos que permitan la retención de información (Figura 3); dentro de esta sección se presenta una introducción al tema (Filtración y Cristalización) con el objeto de contextualizar y obtener la atención del usuario, una serie de presentaciones con los conceptos teóricos de las técnicas a seguir en el laboratorio y una sección de material complementario en donde el usuario tiene la posibilidad de relacionar estas técnicas con el ambiente laboral. Vale la pena notar que según Román y Llorente (2007), las imágenes utilizadas dentro de esta sección fueron del orden ilustrativo, descriptivo, icónico y estético, dependiendo de su ubicación dentro del contenido teórico.



Figura 2. Pantalla principal del objeto de aprendizaje.



Figura 3. Pantalla de la sección "Contenido teórico".

Con respecto a las ventajas de utilizar un video didáctico se puede contar el hecho de proporcionar al estudiante el conocimiento de la técnica que realizará en el laboratorio; disminuir los problemas derivados de la manipulación incorrecta y repeticiones innecesarias; también permite acceder a un mayor número de estudiantes de forma directa y permite adquirir una información científica y técnica basada en la secuencia de imágenes (Bartolomé, 2008). El objetivo principal para la sección “Video” es enfatizar la actividad experimental para la realización de las técnicas de filtración y cristalización; durante la proyección se describe la metodología para separar y purificar un producto a partir de una mezcla mediante los procesos ya mencionados (Figura 4).



Figura 4. Pantalla principal de la sección “Video”.

La realización del video consistió en tres etapas: la preproducción, producción y postproducción. En la etapa de preproducción se seleccionaron los contenidos a transmitir y se elaboró el guión técnico basado en los objetivos de aprendizaje planteados para el video. La producción del video correspondió a la grabación del mismo en el Laboratorio de Docencia 1 de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Yucatán. En la realización del video se empleó el material y equipo de laboratorio que se utiliza en la asignatura “Introducción al Laboratorio”, con la finalidad de que el estudiante observe el manejo de los recursos con que contará en el momento de la actividad experimental, de tal forma que la experiencia observada en el video sea lo más cercana posible a la que desarrollará en la posterior actividad de laboratorio. Por último en la etapa de postproducción se llevó a cabo la configuración final de las secuencias y del audio para el video. La duración total del video fue de 13.2 minutos y la estructura final consistió en la presentación del video, objetivos, organización, desarrollo experimental y retroalimentación. Se pretende que los contenidos del video ayuden al receptor a relacionar la información que se le presenta con la que ya posee para facilitar el aprendizaje significativo y que la dificultad de los mismos sea progresiva, evitando en todo momento saltos

innecesarios que dificulten la comprensión y el seguimiento del programa por parte de los receptores. Este video, al estar integrado en el OA, será visualizado fuera del aula de clases por lo que se consideró conveniente incluir elementos que guíen al alumno en su aprendizaje. Para facilitar el aprendizaje autónomo en el estudiante se consideraron las acciones propuestas por Bartolomé (2008), al igual que Román y Llorente (2007) que consisten en plantear los objetivos en el inicio del video ya que esta estrategia permite a los estudiantes alcanzarlos más fácilmente, además de emplear elementos como música e imágenes que mantengan el interés y la motivación del estudiante.

Con respecto a la sesión de actividades de aprendizaje, se crearon actividades de tipo digital con la finalidad de brindar al estudiante la oportunidad de aprender de forma activa, evaluar su conocimiento y prepararlo para la posterior evaluación (Figura 5). Se decidió generar tres actividades en el que el estudiante aplique el conocimiento obtenido en las secciones “Contenido teórico” y “Video” para reforzar los conceptos básicos, los materiales de laboratorio y el procedimiento experimental, que suelen causar conflicto en los estudiantes en el desarrollo de la actividad dentro del laboratorio.



Figura 5. Pantalla principal de la sección “Actividades de aprendizaje”.

Para la sección de “Evaluación” se implementaron diferentes ejercicios en formato htm, con la finalidad de otorgarles la característica de interactividad que permita continuar con el objeto de aprendizaje de manera independiente por parte del estudiante. Dentro de los ejercicios diseñados se emplea el orden de secuencia, diseñado para la evaluación del procedimiento experimental; la relación de columnas, para valorar el conocimiento de los materiales a emplear en el laboratorio y por último un crucigrama que examina los conceptos básicos cubiertos tanto en la presentación del tema, como dentro del video del objeto de aprendizaje (Figura 6).

La sección de “Glosario” se incluye con la intención de recopilar los términos que tienen un significado propio del área de conocimiento que se está trabajando (Figura 7). Con esto se

pretende establecer un apartado con los conceptos técnicos necesarios para el desarrollo del procedimiento experimental y que se encuentren accesibles para su consulta a lo largo del OA.



Figura 6. Pantalla de la sección "Evaluación".

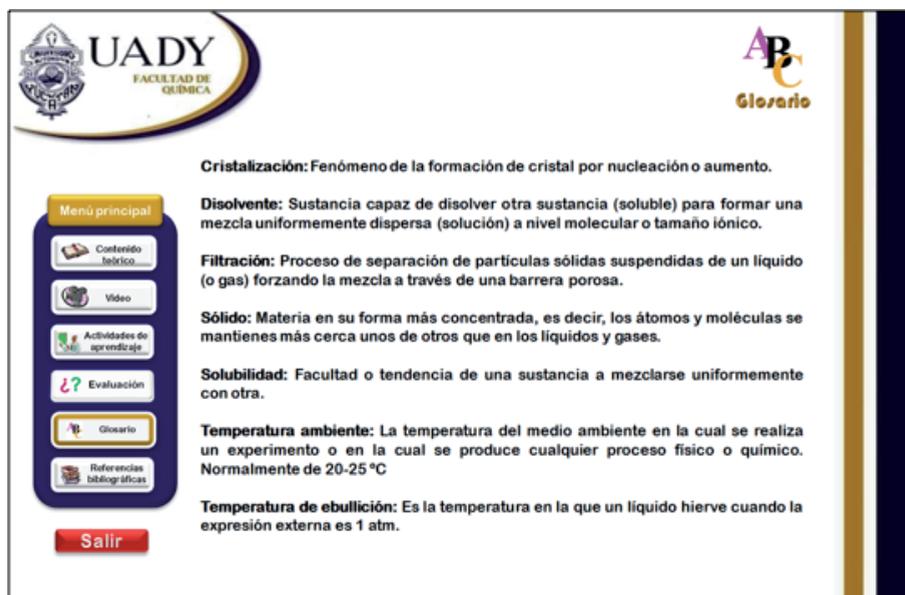


Figura 7. Pantalla de la sección "Glosario".

En el apartado “Referencias” se reúne la información de los materiales revisados para la selección de los contenidos del objeto de aprendizaje. Se eligieron materiales disponibles para los estudiantes, tales como libros de la biblioteca de la Facultad de Química y documentos en línea. También se consideró que el nivel teórico de la información sea adecuado tanto para los estudiantes que no han cursado la asignatura “Introducción al Laboratorio”, como para aquellos que ya lo han hecho y necesiten hacer una revisión sobre el tema (Figura 8).

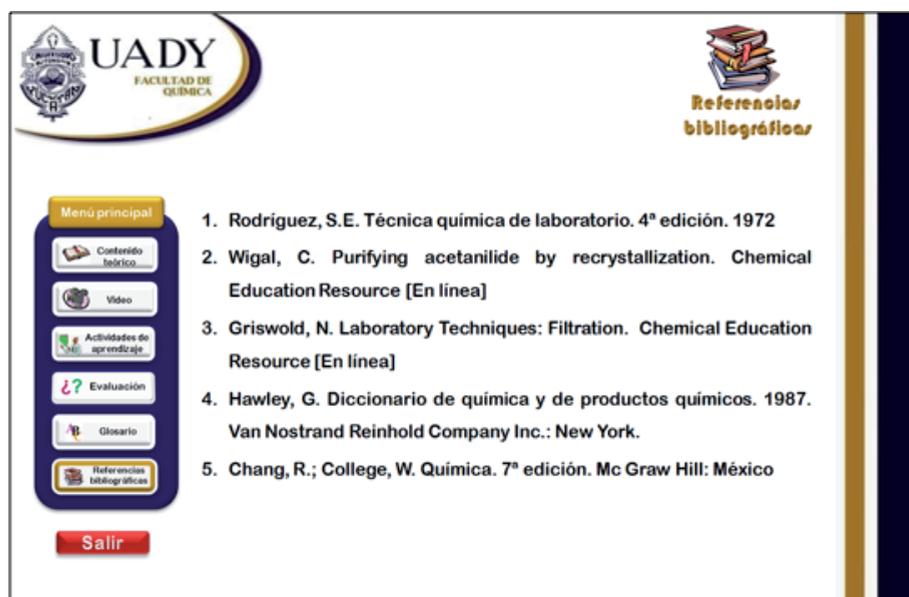


Figura 8. Pantalla de la sección “Referencias bibliográficas”.

Cabe señalar que en el diseño de la interfaz se emplearon diversas herramientas computacionales entre ellas Power Point para la visualización del objeto, Vegas Movie Studio Platinum 9.0, Windows Live Movie Maker y Free Audio Editor para la realización del video didáctico, Hot Potatoes para la construcción de actividades de aprendizaje, y CorelDRAW Graphics Suite 12 para la creación de imágenes y animaciones.

Evaluación a priori del prototipo de objeto de aprendizaje.

El prototipo de objeto de aprendizaje “Filtración y Cristalización” obtenido como resultado de las fases de análisis y diseño, fue sometido a una evaluación de carácter preliminar mediante dos cuestionarios, en los cuales los estudiantes de tercer semestre de la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo expresaron sus opiniones sobre la relevancia del material. El primer cuestionario se aplicó antes de emplear el OA y fue diseñado con el propósito de conocer la actitud y las reacciones que el estudiante presenta en el momento de entrar al laboratorio de la asignatura en cuestión. El segundo cuestionario se aplicó después de que los estudiantes emplearon el material y se diseñó para conocer su opinión con respecto al objeto de aprendizaje. La evaluación preliminar del prototipo de objeto de aprendizaje, realizada a través de cuestionarios, permitió emitir conclusiones sobre la percepción de los usuarios sobre su factibilidad y pertinencia dentro de las asignaturas experimentales.

## Resultados

El empleo de un número reducido de herramientas didácticas en la asignatura “Introducción al Laboratorio” de la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo permitió la propuesta de diseño y construcción de un prototipo de OA que contribuya en la formación del estudiante como un catalizador para alcanzar el aprendizaje significativo.

Como parte de la etapa del pre-análisis se observó que la falta de interés hacia los contenidos se relaciona con la escasez de recursos didácticos que permitan al estudiante anticiparse a una experiencia de laboratorio y donde además se expongan la teoría y los procedimientos experimentales de una manera innovadora. Esto trae como consecuencia un interés limitado hacia los contenidos por parte del estudiante y la falta de vinculación entre la teoría y la práctica, lo que da lugar a una exigua generación de competencias específicas para el desarrollo de las técnicas de laboratorio. Generalmente la preparación de los estudiantes consiste en la lectura de un texto que no siempre se presenta a detalle y que no proporciona la información suficiente para desarrollar los procedimientos experimentales. En conjunto con el texto, se emplea la clase de tipo magistral en la que los profesores y en algunas ocasiones los estudiantes exponen los conceptos básicos de cada tema y donde únicamente se hace mención de la técnica que se realizará en el laboratorio. Sin embargo, de acuerdo con las evaluaciones preliminares así como el rendimiento observado en los cursos prácticos, tanto el material impreso como las sesiones magistrales no han demostrado una contribución sustancial durante la generación de competencias en el laboratorio.

Del primer cuestionario sobre reconocimiento de las actitudes de los estudiantes, se obtuvo que los estudiantes no están preparados para desarrollar la actividad experimental en el laboratorio y que sienten inseguridad en el manejo de materiales y reactivos; también se identificó que el material impreso y la clase teórica en pocas ocasiones vinculan el conocimiento teórico con el práctico, por lo que no son suficientes para la aclaración de dudas sobre el tema. Por último, los estudiantes proponen el empleo de videos, imágenes, animaciones y simuladores entre otros, como estrategias para mejorar su desempeño en el laboratorio. Esto nos permitió confirmar que las estrategias empleadas por los docentes en la clase previa y de preparación a la práctica del laboratorio, no logran un impacto significativo para el estudiante.

La mayor parte de los materiales impresos son vistos como algoritmos simples que deben seguirse en el laboratorio y los estudiantes rara vez buscan más información que complementa a la plasmada en este material. Por otro lado, la exposición del tema suele causar poco impacto en los estudiantes sobre todo si se prescinde de elementos visuales que la complementen, ya que el impacto de esta estrategia no estimula la mayoría de los tipos de aprendizaje. En muchas ocasiones los estudiantes desconocen los objetivos de las prácticas de laboratorio, los resultados esperados, el qué hacer y el cómo hacerlo, lo que lleva al fracaso del proceso de aprendizaje. Por tanto, el OA resultó en una herramienta destinada a la preparación del estudiante para la realización de la práctica con la finalidad de que adquiera una concepción más tangible de lo que será su experiencia en el laboratorio.

Como resultado del uso del prototipo de OA, los estudiantes expresaron, en el segundo cuestionario, que el OA resulta un material atractivo y novedoso, ya que no cuentan con materiales semejantes que los apoyen en su aprendizaje y que promuevan un mayor interés en comparación con la clase de tipo magistral que se imparte antes de ingresar al laboratorio. Además, los estudiantes consideraron que la información incluida era clara y concisa, y resaltaron las cualidades del material como herramienta complementaria y auxiliar a la exposición del tema y las lecturas previas, ya que los expone a la situación del laboratorio de una manera

virtual, en donde ellos evalúan sus propios conocimientos y habilidades.

Con respecto al tiempo que se empleó para recorrer el objeto de aprendizaje, se observó que éste se encuentra en función de la dedicación del usuario, sus conocimientos previos sobre el tema y el grado de comprensión que tenía sobre los conceptos; por lo tanto es posible puntualizar como ventajas del material, la autonomía y flexibilidad que éste presenta.

En cuanto a la conveniencia de una mayor presencia de objetos de aprendizaje dentro de los programas de la licenciatura, los estudiantes se manifestaron a favor de la generación de más OA que apoyen la enseñanza y aprendizaje tanto en asignaturas prácticas como en asignaturas teóricas.

### Discusión

Debido a las características del objeto de aprendizaje y los elementos que lo componen, los estudiantes han expresado una aceptación del material como una herramienta de utilidad en el aprendizaje del tema. El OA por su característica de ser multimedia presenta la información en diversos formatos (animaciones, video, texto, imágenes, hipervínculos), lo que favorece la activación de un mayor número de sentidos en el proceso de aprendizaje. El empleo de imágenes sencillas y llamativas ayuda a la comprensión de ideas y conceptos y permite reducir el número de palabras en el material evitando el cansancio de los estudiantes que causa la lectura de textos extensos. Por otro lado el video ha resultado ser un elemento audiovisual que atrae la atención tanto de estudiantes con un estilo de aprendizaje visual como auditivo; en este sentido el video permite visualizar la actividad experimental y al mismo tiempo escuchar el audio del procedimiento. También se detectó que la forma de presentar la información ayuda a la comprensión de los contenidos, como es el caso de los diagramas para representar de forma organizada los procedimientos o la animación para representar gráficamente los conceptos abstractos. De igual manera, el glosario es un elemento que auxilia en la comprensión del tema, pues recurren a él cuando desconocen algún término específico del tema. Las actividades de aprendizaje demostraron ser un elemento importante en el OA ya que ayudan a reforzar el conocimiento adquirido en las secciones de "Contenido teórico" y el "Video". Al mismo tiempo atraen la atención de los estudiantes por sus formatos llamativos y su característica de interactividad que les permite participar activamente en la construcción de su conocimiento. Otro acierto dentro de las actividades propuestas fue la retroalimentación que permite al estudiante reconsiderar sus respuestas y autoevaluar la comprensión del material.

El objeto de aprendizaje posibilita la visualización de las secuencias de los procedimientos de la práctica, lo que facilita la comprensión del tema; asimismo el alumno observa el manejo de material, equipos y reactivos así como los resultados esperados. Esta representación gráfica de los procesos le confiere al alumno seguridad durante su intervención en el laboratorio, y al mismo tiempo reduce el número de errores innecesarios evitando repeticiones de los procesos.

Dentro de los aspectos a considerar para la implementación de este tipo de herramientas se encuentra la capacidad del laboratorio de cómputo para el uso de OA, es decir contemplar las versiones de los navegadores, el equipo informático y en general el servicio de red con que cuenta la Facultad de Química para que estos factores no interfieran en la operatividad del objeto de aprendizaje.

De acuerdo con los resultados, la aceptación del objeto de aprendizaje por parte de los estudiantes permite reafirmar al material como una herramienta útil en la enseñanza de la química experimental, además las características que posee de ser innovadora y atractiva para los estudiantes de cierta forma asegura favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La incorporación de materiales digitales como los objetos de aprendizaje permite activar procesos cognitivos superiores en el alumno, lo cual propicia un aprendizaje significativo. Este tipo de materiales no han sido totalmente explorados para la enseñanza de la química en nuestra región, por lo que su uso en la práctica educativa genera novedad y por ende interés tanto en profesores como en estudiantes.

En el diseño del objeto de aprendizaje se consideraron los aspectos psicopedagógicos, los didáctico-curriculares, los técnicos-estéticos y los funcionales, para diseñar un material que cuente con características como: adaptación a las necesidades de los estudiantes y al contexto educativo de la institución; atractivo audiovisualmente y cuyo uso y re-uso sea viable en la enseñanza de la química experimental.

Por los resultados de las evaluaciones preliminares realizadas, es de esperar que la propuesta del uso de objetos de aprendizaje para la enseñanza promueva una participación más activa de los estudiantes, que favorezca la aplicación práctica de los conceptos teóricos y que genere interés y curiosidad por diversificar el uso del conocimiento. También se espera que este material sea una herramienta complementaria en la clase de tipo expositiva y al material impreso que se usa en la enseñanza del laboratorio químico, por lo que el alumno puede consultarlo donde desee y el tiempo que considere necesario para reafirmar el conocimiento. La experiencia previamente recibida a través del uso del material instruccional orientará a los estudiantes en los procesos para la ejecución eficiente de la actividad experimental, que en conjunto con las clases teóricas concretarán un aprendizaje significativo. Esto se traducirá en mayor interés de los estudiantes por el trabajo en el laboratorio químico, disminución de los riesgos de accidentes y mejoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por otro lado, se considera primordial la formación de los docentes en el diseño y elaboración de estos materiales educativos, además de la creación de departamentos orientados hacia la enseñanza de la química en el que participen tanto diseñadores, tecnólogos y especialistas en contenidos (químicos) para la elaboración, promoción y difusión de recursos educativos. De igual forma es relevante la asignación de recursos económicos a las instituciones, para que se diseñen y elaboren materiales educativos digitales con el fin utilizar las tecnologías de información y comunicación en la enseñanza y aprendizaje de la química experimental.

#### *\*\*Notas de los autores*

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Yucatán, como parte del proyecto Fortalecimiento del cuerpo académico "Ciencias Químicas" de la Facultad de Química de la UADY, Clave UADY-CA-54, financiado con recursos del Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) de la Secretaría de Educación Pública. Los autores desean agradecer a las autoridades de la Facultad de Química por todas las facilidades brindadas y en particular la QFB Balam-Salazar agradece la beca concedida durante la realización de este trabajo.

### **Referencias**

- Bartolomé, A. (2008). Video digital y educación. Madrid: Síntesis.
- Baruque, L.B; Porto, F.; Melo, R.N. (2003) Towards an instructional design methodology based on learning objects. International Conference on Computers and Advanced Technology in Education.
- Burewicz, A.; Miranowicz, N. Effectiveness of multimedia laboratory instruction. Chemistry

- Education Research and Practice, 2006, 7 (1), 1-12.
- Cabero, A.J.; Gisbert, C.M. (2005) La formación en Internet. Guía para el diseño de materiales didácticos. Sevilla, España: MAD-Eduforma.
- Clark, R.C. (2003) Learning objects in four instructional architectures. RLO strategy applied to architectures. Recuperado de <http://www.e-novalia.com/materiales/clark.pdf>
- Clark, R. C. (2000). Four architectures of instruction. Performance Improvement, 39(10), 31-38. ERIC [http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?\\_nfpb=true&\\_ERICExtSearch\\_SearchValue\\_o=EJ623580&ERICExtSearch\\_SearchType\\_o=no&accno=EJ623580](http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_o=EJ623580&ERICExtSearch_SearchType_o=no&accno=EJ623580)
- Elliot, J. (2000) El cambio educativo desde la Investigación-Acción. Madrid: Ediciones Morata.
- Hernández, S.R.; Fernández, C.C.; Baptista, L.F. (2006) Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill.
- Hofstein, A. (2004) The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementation, and research. Chemistry Education Research and Practice, 3, 247-264.
- Janson, A.; Janson, R. (2009) Integrating learning objects in the classroom: a need for educational leadership. Innovative: Journal of Online Education, 5(3). Recuperado de <http://www.innovateonline.info/index.php?view=article&id=581>.
- Jonhstone, A. H.; Al-Shuaïli, A. (2001) Learning in the laboratory; some thoughts from the literature. University Chemistry Education, 5, 42-51.
- Jiménez, V. G.; Llitjós, V. A. (2006) Recursos didácticos audiovisuales en la enseñanza de la química: una perspectiva histórica. Educación química, 17(2), 158-163.
- Limniou, M.; Roberts, D.; Papadopoulos, N. Full immersive virtual environment cave [TM] in chemistry education. Computers and Education. 2008, 2, 584-593.
- Martínez, N.S.; Bonet, E. P. Cáceres, G.P. 2007 Los objetos de aprendizaje como recurso de calidad para la docencia: criterios de validación de objetos en la Universidad Politécnica de Valencia. En Actas del IV Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Desarrollo de Contenidos Educativos Reutilizables. Bilbao: Universidad del País Vasco. Recuperado de <http://spdece07.ehu.es/actas/Naharro.pdf>.
- Mc Cahill, D. (2009) Chemical separation of 3 components. Recuperado de <http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=419612>.
- Román, G.P.; Llorente, C.M. (2007) El diseño de videos educativos: el video digital. En A.J. Cabero, T. R. Romero (Eds). Diseño y producción de TIC para la formación (pp 61-94). Barcelona: Editorial UOC.
- Seminario Permanente de Física y Química. (1992) Cuadernos Audiovisuales de laboratorio: hacia una mejora en la enseñanza de la química. Enseñanza de las ciencias, 10(3), 304-306.
- Shaw, D. (2009) Stoichiometry of a gas phase reaction. Recuperado de <http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm;jsessionid=FDA67F3E55B109C43A777CE7CF3FBFF8?id=379162>.
- Taylor, S.J. Bogdan, R.: Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Ediciones Paidós Ibérica S.A, 2009.
- UADY, Facultad de Química. (2012, 14 de septiembre). Mapa Curricular de la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo. Recuperado de <http://www.quimica.uady.mx>

## **DATOS DE LOS AUTORES**

Norma Leticia Rubio Quintero Mármol  
Universidad Autónoma de Yucatán  
Facultad de Educación  
norma.rubio@uady.mx

Lol-Be Balam Salazar  
Universidad Autónoma de Yucatán  
Facultad de Química  
bsalazar@quimica.uady.mx

David Cáceres Castillo  
Universidad Autónoma de Yucatán  
Facultad de Química  
david.caceres@uady.mx