

## **EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA GENERAL CON EL EMPLEO DE LABORATORIOS VIRTUALES**

### **THE TEACHING-LEARNING PROCESS OF GENERAL CHEMISTRY BY USING VIRTUAL LABORATORIES**

**Yolanda Rodríguez-Rivero<sup>1</sup>, Vicente Molina-Padrón<sup>2</sup>, Marta Martínez-Rodríguez<sup>1</sup>,  
Johinell Molina-Rodríguez<sup>2</sup>**

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV), (1) Facultad de Química-Farmacia, (2) Facultad de Matemática,  
Física y Computación, Carretera a Camajuaní, Km 5 ½, Santa Clara - Cuba  
(e-mail: yolyr@uclv.edu.cu)

*Recibido: 12/10/2013 - Evaluado: 02/12/2013 - Aceptado: 07/01/2014*

#### **RESUMEN**

En el presente artículo se describe la utilización de un conjunto de softwares elaborados con fines didácticos para simular la realización de prácticas de laboratorio y apoyar la docencia de la Química General en una universidad cubana. Se explica cómo estos softwares fueron diseñados de manera que su ambiente visual semejara el interior de un laboratorio químico, al tiempo que se controla la interacción del estudiante con los equipos y utensilios según los objetivos previstos en la práctica. Además de contribuir al ahorro de recursos y cuidado del medio ambiente, la introducción de los software en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General favorece que los estudiantes adquieran las habilidades necesarias para realizar las prácticas en el laboratorio real, pues tienen la oportunidad de repetir las prácticas virtuales tantas veces como lo consideren necesario. Asimismo, se facilita la autoevaluación y se incluyen instrucciones para el estudio independiente.

#### **ABSTRACT**

In this paper it is described the use of a group of software, elaborated with didactic objectives, for simulating lab practices and support General Chemistry's learning at a Cuban university. It is explained how the software were designed so that their visual environment looked like the interior of a chemical laboratory, at the same time, it is monitored the student's interaction with the equipments and instruments according to the objectives expected in the practice. Besides contributing to the saving of resources and care of the environment, the introduction of the software in the process of teaching-learning of General Chemistry allows the students to acquire the necessary abilities to carry out the practices in the real laboratory, since they have the opportunity to repeat the virtual practices as much as necessary. Also, the evaluation is facilitated and instructions for the independent study are included.

Palabras clave: Química General; laboratorios virtuales; prácticas de laboratorios; enseñanza-aprendizaje  
Keywords: General Chemistry; virtual laboratories; laboratory practices; teaching-learning

## INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) constituyen una herramienta cada vez más poderosa e indispensable en las instituciones educacionales. Pueden emplearse de diversas formas: fuente de información, guía para el proceso de aprendizaje de los estudiantes, controladora de los contenidos a enseñar, medio para ejercitar habilidades, entrenar lo aprendido, motivar el estudio, entre otras muchas aplicaciones. Es por ello que las TIC han incrementado de modo considerable su presencia como medio de enseñanza a disposición de los docentes y educandos (Marqués, 2001).

Los formuladores de las políticas educativas asumen que un mayor acceso a las TIC en la educación brinda mejores oportunidades de competir en la economía global, promueve el desarrollo de la fuerza de trabajo calificada y facilita la movilidad social. Uno de los argumentos esgrimidos por los expertos (UNESCO, 2013), es que una sólida política sobre el uso de las TIC en la educación tiene un efecto multiplicador a lo largo de todo el sistema educativo; ya que pone énfasis en el aprendizaje y brinda a los estudiantes nuevas competencias; facilita y mejora la formación docente y minimiza los costos asociados a la enseñanza.

En América Latina y el Caribe, varios gobiernos se han abocado a la tarea de definir planes de acción y marcos de política enfocados al uso de las TIC, para promover el desarrollo y contrarrestar las desigualdades sociales. Estas iniciativas requieren que las escuelas asuman una posición de liderazgo en materia de capacitación, uso y acceso a las nuevas tecnologías (ECOSOC, 2011). El Plan de Acción —eLAC2015— para la Sociedad de la Información en América Latina y el Caribe (ECLAC, 2010) establece que las TIC son herramientas diseñadas para promover el desarrollo económico y la inclusión social. Se considera que constituye una prioridad la incorporación de las TIC a la educación, en materia de proporcionar acceso universal e inclusivo.

Específicamente en la enseñanza de la Química, las TIC permiten el empleo de laboratorios virtuales como herramientas informáticas que simulan un laboratorio de ensayos químicos. Si bien se encuentran limitados en la enseñanza de ciertos aspectos relacionados con la práctica experimental de la Química, ofrecen más flexibilidad que un laboratorio real en la enseñanza, pues convierten el trabajo de laboratorio en una opción de aprendizaje donde el alumno puede equivocarse y rectificar con una inversión que no sería posible en un laboratorio real. Asimismo, la computadora permite cambiar la imagen negativa que el alumno suele tener de la química, y la recibe de una manera más interesante al explorar el ambiente virtual (Cataldi *et al.*, 2010).

Por otra parte, Cabero Almenara (2007) admite que los laboratorios virtuales son una alternativa complementaria válida con múltiples ventajas, entre las que destacan: la posibilidad de trabajar en un ambiente de enseñanza e investigación protegido y seguro; realizar con los estudiantes un trabajo tanto individual como grupal y colaborativo; reproducir los experimentos un número elevado de veces y extender el concepto de laboratorio al aula de clase e, incluso, al domicilio de cada estudiante.

De acuerdo con el estudio realizado por Area (Area, 2005), para generalizar la presencia y utilización pedagógica de los ordenadores en los centros escolares y convertirla en una práctica integrada son necesarias una serie de condiciones básicas, entre las que destacan las siguientes (p. 16):

- Existencia de un proyecto institucional que avale la innovación educativa utilizando tecnologías informáticas.
- La dotación de la infraestructura y recursos informáticos suficientes en los centros y aulas.
- La formación del profesorado y la predisposición favorable de éstos hacia las TIC.
- La disponibilidad de variados y abundantes materiales didácticos o curriculares de naturaleza digital.
- La configuración de equipos externos de apoyo al profesorado y a los centros educativos destinados a coordinar proyectos y a facilitar las soluciones a los problemas prácticos.

Desde hace varios años en Cuba se han ido creando estas condiciones, las cuales han contribuido a solucionar algunas deficiencias relacionadas con el desarrollo de actividades experimentales en el caso particular de la Química General. La experiencia en la enseñanza de esta disciplina ha permitido detectar que las prácticas de laboratorio se hacen muy extensas, y pocas veces se consiguen los objetivos de este tipo de clase: combinar el desarrollo de aptitudes experimentales con la comprobación de leyes y teorías. El estudiante debe repetir varias veces un mismo ensayo para poder alcanzar los resultados previstos y dedica la mayor parte del tiempo a aprender a utilizar equipos y utensilios desconocidos, a los que se enfrenta por primera vez. Al mismo tiempo, el profesor debe verificar la correcta realización de los aspectos experimentales, sin tener la oportunidad de vincular el desarrollo experimental con los contenidos teóricos impartidos.

En González *et al.* (2008), se analizan las experiencias de la Universidad de La Habana en la utilización de un conjunto de programas titulado Laboratorio Virtual de Química General, realizado como parte del proyecto denominado Sistema de programas informáticos para la enseñanza universitaria de la química experimental, el cual involucró a varios Centros de Educación Superior del país. Este laboratorio virtual consta de 10 prácticas. En cada una se le plantea al estudiante un problema a investigar y el programa le brinda información teórica que le permite completar o seleccionar una hipótesis de trabajo. A través del programa el alumno puede escoger las sustancias y útiles de laboratorio necesarios para desarrollar el experimento, así como las condiciones experimentales. La realización del experimento se lleva a cabo mediante una animación, donde pueden ser apreciados los diferentes procedimientos de la técnica operatoria. Con los resultados obtenidos llega a conclusiones de lo acertada o no de la hipótesis planteada.

Como parte de ese mismo proyecto, un colectivo de profesores y estudiantes de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV), ha estado trabajando en la elaboración de programas informáticos para contribuir al perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General con el uso de las TIC. En la tesis doctoral *Modelo teórico metodológico para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General* (Rodríguez-Rivero, 2007), se describen las bases científicas y metodológicas para su utilización en las carreras de perfil no químico.

En el presente artículo se exponen los resultados de una investigación que tiene como propósito extender la implementación de softwares didácticos en la enseñanza de la Química General a la carrera de Licenciatura en Química, donde la disciplina constituye la base teórica fundamental para el resto de las que conforman el currículo de la especialidad. Con esta materia el estudiante comienza a trabajar de forma experimental en un laboratorio, por lo que se decide elaborar un conjunto de software que posibilitan la simulación de las prácticas, con un ambiente visual lo más cercano a la realidad, de manera que preparen al alumno para enfrentarse al laboratorio real. Al brindar conocimientos previos sobre los equipos, utensilios y pasos a seguir, estos programas contribuyen a disminuir el tiempo de duración de la práctica en el laboratorio real, y el estudiante puede concentrarse en aplicar los contenidos teóricos y cumplir los objetivos didácticos de la actividad.

Con la introducción de los laboratorios virtuales, teniendo en cuenta los principios didácticos de Addine (2004) y siguiendo el enfoque histórico cultural de Vigostky (1987), ocurren modificaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que permiten hacer la información más objetiva e ilustrativa y ayudan a la comprensión de las diferentes leyes y fenómenos relacionados con las transformaciones que ocurren en las sustancias. Asimismo, se estimula el estudio independiente, se logra que los estudiantes profundicen en la preparación de las actividades que realizarán en el laboratorio real, al tiempo que disminuye la contaminación ambiental, se ahorran reactivos y se garantiza mayor seguridad para los alumnos al realizar los experimentos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Según la investigación realizada por Lazo (2012), la enseñanza y el aprendizaje de la química para los alumnos de los primeros cursos de la universidad es una constante preocupación para los docentes debido a las altas tasas de desaprobados y, por ello, se requiere que el alumno le dé significado a su aprendizaje. En el caso de la

Química, el énfasis debe estar en la comprensión tanto de conceptos abstractos como de modelos, así como en la aplicación de los procesos y en sus relaciones.

La Química General forma parte de los planes de estudio de la carrera de Licenciatura en Química de la mayor parte de las universidades del mundo. Solo se excluye en aquellas que presentan un nivel previo al de licenciatura, en el que se imparten las asignaturas básicas comunes a todas las carreras de ciencias. Constituye el eslabón entre los conocimientos de Química de la enseñanza media superior y la universitaria.

Internacionalmente, aparecen en la disciplina contenidos relacionados con la estructura atómica, periodicidad química, enlace químico, estados de agregación de la materia, estequiometría, disoluciones, termoquímica, cinética química, equilibrio químico, equilibrio iónico y las reacciones de oxidación reducción; todos con una profundidad y ordenamiento que dependen del enfoque del curso.

De acuerdo con el plan de estudios (Colectivo de autores, 2009), la disciplina Química General pretende no solo abarcar contenidos tradicionales, sino integrar y profundizar los conocimientos que adquirieron los estudiantes en el nivel precedente, acerca de los principios, leyes y teorías más generales de la Química, y estudiar los aspectos esenciales de esta ciencia aplicados a las sustancias, las mezclas y la reacción química. La sustancia química es el tema inicial que se trata y se aborda desde el punto de vista de su composición, estructura y de la relación de esta con algunas de sus propiedades físicas. El estudio de las mezclas incide especialmente en las disoluciones acuosas; se insiste en las formas de expresar su composición y se analizan los factores energéticos involucrados en el proceso de disolución, que influyen en la solubilidad. La reacción química se analiza desde el punto de vista estructural, termodinámico, cinético y del grado de conversión que alcanza, y para ello se requiere del aprendizaje previo de las sustancias y las mezclas.

En la primera etapa se estudian los aspectos estructurales de las sustancias, tales como la configuración electrónica y los modelos de enlace; posteriormente, se analizan e interpretan las transformaciones de las sustancias en sus aspectos termodinámicos, cinéticos y de equilibrio, para todo el proceso químico.

En esta disciplina se desarrollan habilidades relacionadas con las operaciones fundamentales del laboratorio, que se aplican en la solución de problemas químicos sencillos. Para los estudiantes de primer año es de suma importancia conocer los utensilios de uso en el laboratorio y familiarizarse con estos; así como su correcta manipulación y el cuidado del medio ambiente.

Para el desarrollo e implementación de los laboratorios virtuales se realizó un estudio de cómo se realiza cada práctica en el laboratorio (Vega, 1986), se filmó su desarrollo en el laboratorio real; se elaboró un banco de representaciones e imágenes de utensilios y equipos de laboratorios; se recopiló la información teórica necesaria y se elaboraron los diferentes sistemas de ayuda y evaluación sobre cada tema en cuestión. Igualmente, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos didácticos:

- El Objeto de la disciplina Química General: *el estudio de las sustancias y sus transformaciones.*
- La Didáctica de la Química, con un enfoque sistémico dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina; teniendo en cuenta que las prácticas de laboratorio no constituyen sistemas aislados dentro de ella.
- Las ventajas que ofrecen las TIC para lograr una mejor comprensión de los contenidos, leyes y principios que se estudian dentro de la Química, lo que posibilita su utilización en las diferentes formas de enseñanza; así como en el estudio independiente de los alumnos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La realización de las prácticas de laboratorio tiene como uno de sus objetivos generales que el estudiante compruebe experimentalmente los principios, leyes y postulados teóricos que fueron recibidos en conferencias y [http://www.exeedu.com/publishing.cl/av\\_cienc\\_ing/](http://www.exeedu.com/publishing.cl/av_cienc_ing/)

clases prácticas; por lo que es importante que, además de desarrollar correctamente las operaciones experimentales, el alumno sea capaz de interpretar estos resultados y relacionarlos con los contenidos teóricos que sustentan el tema.

Los laboratorios virtuales contribuyen al cumplimiento de este objetivo, pues al interactuar con el software, antes de ir al laboratorio real, el estudiante se detiene en las operaciones que no comprende bien y puede analizar el fenómeno químico que está verificando con el experimento; además, después de realizar la práctica en el laboratorio real, puede regresar al laboratorio virtual y aclarar las dudas que aun persistan.

Atendiendo al programa de la disciplina de Química General para el primer año de la carrera de Licenciatura en Química, en la UCLV se han elaborado diferentes programas informáticos para simular las prácticas de laboratorio. En este trabajo se hace referencia a los siguientes:

- Laboratorio Virtual *Operaciones Básicas*. Simula cómo manipular diferentes utensilios en un laboratorio químico.
- Laboratorio Virtual *Purificación de ácido benzoico*. Simula todas las operaciones necesarias para purificar el ácido benzoico, a partir de la variación de la solubilidad de la sustancia con la temperatura.
- Laboratorio Virtual *Preparación de disoluciones*. Simula diferentes operaciones, necesarias para preparar disoluciones de concentración exacta y aproximada.
- Laboratorio Virtual *Electrólisis y Celda de Daniels*. Simula el montaje de una celda galvánica y permite observar el proceso de electrólisis.

A continuación se ejemplifica cómo estos softwares contribuyen a la preparación del estudiante para la realización de las prácticas en el laboratorio real.

La Práctica "El laboratorio Químico", correspondiente al Tema "La Química. Generalidades", persigue los siguientes objetivos:

- Familiarizarse con las características generales de un laboratorio químico.
- Conocer las principales normas de protección, seguridad e higiene de un laboratorio químico.
- Reconocer la principal cristalería e instrumental fundamental de trabajo en un laboratorio químico.
- Realizar operaciones básicas relacionadas con: pesada, medición de volúmenes y trabajo con el mechero.

Algunas de las Habilidades a lograr por los estudiantes son:

- Identificar la cristalería e instrumental de utilización más frecuente en un laboratorio, así como su uso y manipulación.
- Medir volúmenes aproximados con probetas, así como volúmenes exactos con pipetas (graduadas y aforadas) y buretas.
- Pesar en balanzas técnicas y semi-analíticas.

La Figura 1 muestra la secuencia de acciones seguidas, con el software *Operaciones Básicas*, durante la simulación de la operación *pesar un reactivo*. Se señalan con un círculo rojo los objetos, o partes de estos, que está manipulando el usuario. En la Tabla 1 se presenta el *Caso de Uso* de esta operación. En ella se aprecian cuáles son las acciones que se desarrollan durante la interacción del estudiante con el software.

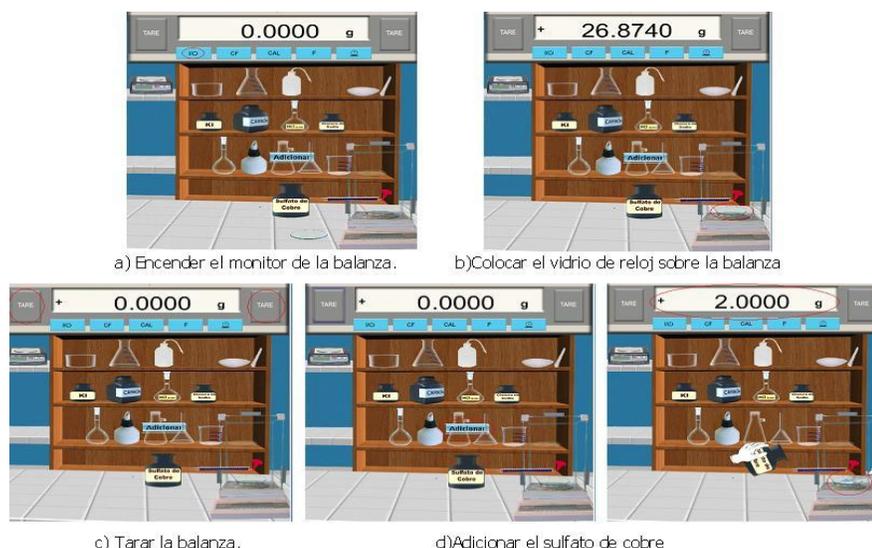


Fig. 1: Simulación de las acciones para *pesar*.

Tabla 1: Descripción del caso de uso *Pesar reactivo*

<b>Propósito</b>	Utilizar adecuadamente la balanza y pesar la cantidad correcta de reactivo especificada en el paso de la técnica operatoria por la cual atraviesa.
<b>Resumen</b>	El usuario coloca el vidrio de reloj sobre la balanza y adiciona o retira cucharadas del reactivo hasta lograr el peso deseado.
<b>Curso normal de los Eventos</b>	
<b>Acciones del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
1. El usuario selecciona la balanza. 2. Oprime el botón <b>encender</b> . 3. Selecciona un recipiente adecuado para pesar. 4. Presiona el botón <b>TARE</b> . 5. Selecciona el reactivo que desea pesar. 6. Oprime <b>adicionar</b> (esta acción se puede repetir). 7. Oprime <b>retirar</b> (esta acción se puede repetir). 8. Oprime <b>terminar</b> .	1.1 El sistema muestra una vista ampliada del monitor de la balanza. 2.1 Se enciende el monitor. 3.1 El sistema muestra la animación de colocar el recipiente seleccionado. 4.1 El sistema tara el peso del recipiente visualizándolo en el monitor. 5.1 Muestra una animación tomando el recipiente seleccionado. 6.1 El sistema muestra la animación de incorporar una cucharada del reactivo sobre el recipiente colocado en la balanza. 6.2 El sistema muestra el peso del reactivo en la vista ampliada del monitor. 6.3 Se visualiza en el recipiente sobre la balanza una cantidad de reactivo acorde con su peso actual. 7.1 El sistema muestra la animación de retirar una cucharada del reactivo sobre el recipiente colocado en la balanza. 7.2 El sistema muestra el peso del reactivo sobre la balanza en la vista ampliada del monitor de la pesa. 7.3 Visualiza en el recipiente sobre la balanza una cantidad de reactivo acorde con su peso actual. 8.1 El sistema muestra al usuario los elementos interactivos necesarios para que pueda iniciar el caso de uso <i>Trasvasar sólido</i> .
<b>Curso alterno de los Eventos</b>	
<b>Acción</b>	<b>Curso alterno</b>
3.1	Si el usuario interactúa con un recipiente no adecuado para pesar, el sistema muestra un mensaje de error.
6.1	Si el usuario no ha tarado el recipiente se muestra un mensaje de error.
8.1	Si el peso no es el indicado en la técnica operatoria se muestra un mensaje de error y se le permite adicionar o retirar.

De forma análoga, se puede apreciar en la Figura 2 cómo el software contribuye a que el estudiante adquiera habilidades para medir correctamente el volumen de un líquido. En la Tabla 2 se describe el caso de uso asociado a estas acciones.

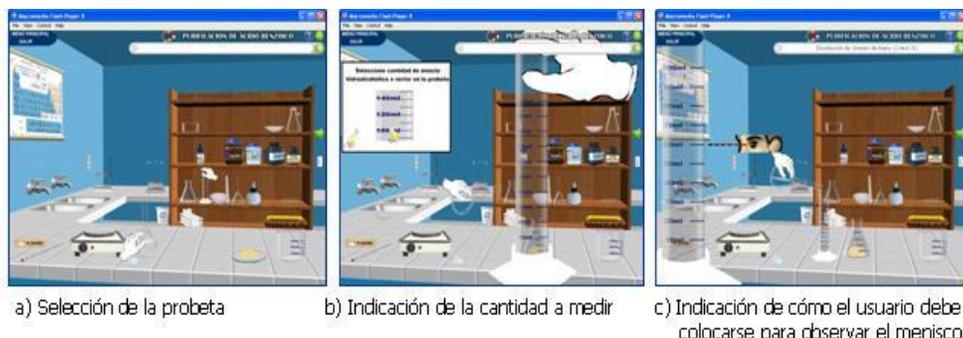


Fig. 2: Simulación de las acciones para *Medir volumen*

Tabla 2: Descripción del caso de uso *Medir volumen*

<b>Propósito</b>	Seleccionar el utensilio correcto y medir el volumen especificado en el paso de la técnica operatoria por el cual atraviesa.	
<b>Resumen</b>	El usuario selecciona el utensilio y elige el volumen correcto.	
<b>Curso normal de los Eventos</b>		
<b>Acciones del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>	
1. El usuario da clic en el utensilio adecuado para medir el volumen. 2. El usuario da clic en la medida del volumen que desea verter.	1.1 El sistema muestra una vista ampliada del utensilio. 1.2 El sistema muestra un mensaje de información de cómo seleccionar el volumen. 2.1 El sistema muestra una animación del nivel subiendo por el utensilio hasta llegar al volumen seleccionado. 2.2 El sistema ilustra cómo el usuario debe colocarse para observar el menisco y lograr una correcta medición.	
<b>Curso alternos de los Eventos</b>		
<b>Acción</b>	<b>Curso alternativo</b>	
1.1	Si el usuario interactúa con un recipiente no adecuado para medir volumen el sistema muestra un mensaje de error y se mantiene en el mismo estado hasta que se haga de manera correcta.	
2.1	Si el usuario selecciona un valor del volumen diferente al de la técnica operatoria, el sistema muestra un mensaje de error y le permite rectificar su selección.	

El software *Purificación de Acido benzoico* posibilita al estudiante simular otras operaciones básicas como, por ejemplo, *filtrar*, que permite prepararlo para la práctica de Laboratorio #2 que tiene como objetivo purificar ácido benzoico mediante la técnica de recristalización. La Figura 3 muestra la simulación del proceso de la utilización del carbón activado para la eliminación del color de la disolución de ácido benzoico y en las Tablas 3 y 4 se presentan, respectivamente, dos de los casos de uso reflejados en estas imágenes: *Medir temperatura* y *Filtrar por gravedad*.

En los temas "Cálculos Químicos" y "Disoluciones" se integran los siguientes objetivos y habilidades:

- Realizar cálculos químicos diversos, utilizando las leyes estequiométricas.

- Aplicar e interpretar las leyes y propiedades de las disoluciones.
- Calcular magnitudes relacionadas con las leyes de las disoluciones y las diferentes formas de expresar su composición.
- Aplicar conceptos, leyes y principios relacionados con los contenidos del tema de disoluciones.
- Utilizar la Ley de Conservación de la Masa, la Ley de Proust y la Ley de Richter, para realizar cálculos estequiométricos diversos.

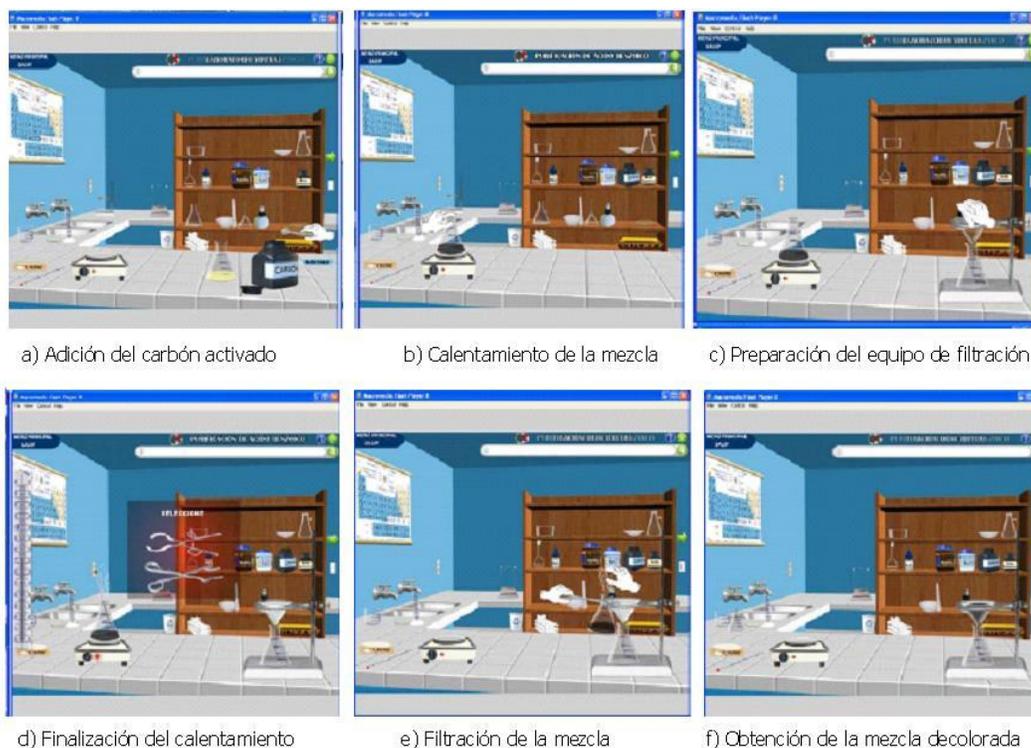


Fig. 3: Simulación de las acciones para decolorar la disolución de ácido benzoico

Tabla 3: Descripción del caso de uso *Medir temperatura*

<b>Propósito</b>	Conocer la temperatura a la cual está siendo sometida la disolución.
<b>Resumen</b>	El usuario selecciona el termómetro y lo coloca dentro del recipiente que se somete a calentamiento.
<b>Curso normal de los Eventos</b>	
<b>Acciones del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
1. El usuario da clic en el termómetro.	1.1 El sistema anima la colocación del termómetro dentro del recipiente. 1.2 Si el recipiente se encuentra en la fuente de calor, se muestra una vista ampliada del termómetro y se observa la variación de la temperatura.
<b>Curso alternos de los Eventos</b>	
<b>Acción</b>	<b>Curso alternativo</b>
1.1	Si el termómetro ya se encontraba dentro del recipiente que está sometido a calor, el sistema muestra la animación de retirarlo.

Tabla 4: Descripción del caso de uso *Filtrar por gravedad*

<b>Propósito</b>	Seleccionar y emplear los utensilios necesarios para filtrar por gravedad
<b>Resumen</b>	El usuario selecciona y acopla los utensilios y vierte la disolución en el embudo,
<b>Curso normal de los Eventos</b>	
<b>Acciones del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
1. Selecciona la caja de pinza. 2. Da clic en la pinza adecuada. 3. Selecciona la disolución	1.1 El sistema muestra una ventana con las pinzas disponibles a utilizar en la práctica de laboratorio. 2.1 El sistema oculta la ventana de <i>pinzas</i> y muestra una animación de selección de la pinza. 3.1 El sistema visualiza una animación del proceso de filtrado por gravedad.
<b>Curso alternos de los Eventos</b>	
<b>Acción</b>	<b>Curso alternativo</b>
2.1	Si el usuario no selecciona la pinza correcta el sistema muestra una ventana de alerta informando la selección errónea y permite rectificarla.



Fig. 4: Simulación de las acciones para la preparación de disoluciones

Para comprobar estos principios químicos, se desarrolla la Práctica de laboratorio *Preparación de disoluciones*, en la que se persigue:

- Calcular la masa de soluto que es necesario pesar para preparar un volumen determinado de una disolución de concentración deseada.
- Calcular el volumen de disolución concentrada que es necesario tomar para preparar un volumen determinado de una disolución más diluida.
- Comprobar la concentración de las disoluciones preparadas.
- Pesar correctamente una sustancia u objeto directamente o por diferencia de pesada.

- Medir correctamente volúmenes de líquidos con pipeta.
- Preparar disoluciones de concentración exacta y aproximada.

En la Figura 4 se muestran algunas de las acciones simuladas en el software Preparación de disoluciones para que el estudiante pueda prepararse con vistas a desarrollar correctamente estas operaciones cuando esté en el laboratorio. Las Tablas 5 y 6 describen dos de los casos de uso de las interacciones del usuario con el software: *Trasvasar líquidos* y *Homogenizar disolución*.

Tabla 5: Descripción del caso de uso *Trasvasar líquidos*

<b>Propósito</b>	Seleccionar correctamente los recipientes, en base al paso correspondiente de la técnica operatoria.
<b>Resumen</b>	El usuario vierte el líquido de un recipiente a otro.
<b>Curso normal de los Eventos</b>	
<b>Acciones del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
1. Selecciona el recipiente que contiene el líquido. 2. Selecciona el recipiente en el que va a verterlo.	1.1 El sistema muestra una animación cogiendo el recipiente que contiene el líquido. 2.1 El sistema muestra una animación vertiendo el líquido de un recipiente a otro.
<b>Curso alternos de los Eventos</b>	
<b>Acción</b>	<b>Curso alternativo</b>
2.1	Si el usuario interactúa con un recipiente no adecuado, el sistema muestra un mensaje y espera hasta que se haga de manera correcta.

Tabla 6: Descripción del caso de uso *Homogenizar disolución*

<b>Propósito</b>	Lograr una disolución homogénea.
<b>Resumen</b>	El usuario agita la disolución invirtiendo varias veces el matraz.
<b>Curso normal de los Eventos</b>	
<b>Acciones del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
1. El usuario da clic en el botón <i>homogenizar</i>	1.1 El sistema muestra una animación de las manos moviendo el matraz.

El Tema "Electroquímica" posee un amplio contenido teórico; por esto es necesario que el estudiante comprenda en qué consiste el proceso redox, y visualizarlo le ayuda a su comprensión. El objetivo general del tema es interpretar las leyes que rigen los procesos redox. Las habilidades que deben lograr los estudiantes son:

- Calcular parámetros relacionados con el potencial de electrodo.
- Calcular magnitudes relacionadas con las leyes de Faraday.
- Interpretar y describir los procesos fundamentales vinculados a celdas galvánicas y electrolíticas.

Las bondades que nos ofrece el software *Electrólisis y Celda de Daniels* se pueden apreciar en la Figura 5; en la Tabla 7 se muestra el caso de uso *Montar celda electrolítica*.

Se ha ilustrado, a través de estas imágenes, la interacción del estudiante con los softwares y cómo estos le facilitan la preparación para enfrentarse a las prácticas reales. A pesar de las innegables ventajas que todo ello supone, se debe señalar que es imposible simular todas las posibilidades de errores o malas operaciones que el

[http://www.exeedu.com/publishing.cl/av\\_cienc\\_ing/](http://www.exeedu.com/publishing.cl/av_cienc_ing/)

estudiante pueda cometer. Por todo ello, se insiste en su empleo como parte de una estrategia metodológica que debe ser adecuada a las características particulares de cada carrera y de cada grupo de estudiantes, sin perder de vista el objeto de estudio del Licenciado en Química.



Fig. 5: Simulación de las acciones para la electrólisis salina

Tabla 7: Caso de uso *Montar celda electrolítica*

<b>Propósito</b>	Preparar correctamente la celda electrolítica indicada en la técnica operatoria
<b>Resumen</b>	El usuario prepara el tubo en U en su soporte, le añade la disolución y le introduce los cables de la fuente, junto con los carbones. Selecciona la cantidad de volts y enciende la fuente para comenzar el proceso.
<b>Curso normal de los Eventos</b>	
<b>Acciones del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
1. Selecciona el soporte 2. Selecciona el tubo en U 3. Selecciona la disolución 4. Selecciona la fuente 5. Selecciona los carbones 6. Selecciona los cables 7. Mueve el botón de selección del voltaje 8. Enciende la fuente	1.1 Se muestra una animación colocando el soporte sobre el área de trabajo. 2.1 Se muestra una animación colocando el tubo en U en el soporte. 3.1 Se muestra una animación de la acción de verter la disolución en el tubo. 4.1 Se muestra una animación colocando la fuente sobre el área de trabajo. 5.1 Se muestra una animación colocando los carbones en los cables. 6.1 Se muestra una animación moviendo los cables que sujetan los carbones hacia dentro del tubo en U. 7.1 Se visualiza el cambio del valor del voltaje. 8.1 Se visualiza una animación del proceso electrolisis.
<b>Curso alternos de los Eventos</b>	
<b>Acción</b>	<b>Curso alternativo</b>
2.1	Si el soporte no se encuentra en el área de trabajo el sistema muestra un mensaje de error.
3.1	Si no se ha preparado el tubo en U el sistema muestra un mensaje de error.
5.1	Si la fuente no está colocada el sistema muestra un mensaje de error.
6.1	Si el usuario no ha preparado el tubo en U o no ha colocado los carbones en la fuente el sistema muestra un mensaje de error.
7.1	Si la cantidad de volts no es la correcta el sistema muestra un mensaje de error.

## CONCLUSIONES

Los softwares elaborados facilitan que el estudiante adquiera una mejor preparación antes de realizar la práctica en el laboratorio real. Con ellos puede poner en práctica, de forma interactiva y en un ambiente muy cercano a la realidad, los conocimientos adquiridos mediante su formación teórica en Conferencias, Clases Prácticas y Seminarios. Los laboratorios virtuales diseñados permiten, de una manera eficiente y rápida, simular y analizar muchas variantes del fenómeno objeto de estudio.

Durante dos cursos han sido utilizados, no solo en la carrera de Licenciatura en Química sino también en aquellas de Ciencias Técnicas que reciben la Química General como parte de su formación básica, con muy buenos resultados. Su uso también se ha extendido a otras universidades del país.

## AGRADECIMIENTOS

A la Institución a la que pertenecen los autores por el apoyo otorgado para la realización de la presente investigación.

## REFERENCIAS

1. Addine, F. (2004). *Didáctica. Teoría y práctica* (compilación). La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
2. Area, M. (2005). Las tecnologías de la información y comunicación en el sistema escolar. Una revisión de las líneas de investigación. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 11 (1). Bajado diciembre 10, 2013, desde [http://www.uv.es/RELIEVE/v11n1/RELIEVEv11n1\\_1.htm](http://www.uv.es/RELIEVE/v11n1/RELIEVEv11n1_1.htm)
3. Cabero Almenara, J. (2007). Las TICs en la enseñanza de la química: aportaciones desde la Tecnología Educativa, en Bódalo, A. y otros (editores): *Química: vida y progreso*, Asociación de químicos de Murcia, Murcia (ISBN 978-84-690-781).
4. Cataldi, Z., Diego, C., Dominighini, C., Donnamaría, C. & Lage, F.J. (2010). TICs en la enseñanza de la química. Propuesta para selección del Laboratorio Virtual de Química (LVQ). WICC 2010 - XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. 5-6 de Mayo. El Calafate, Santa Cruz - Argentina
5. Colectivo de autores (2009). *Plan de Estudios "D". Carrera de Licenciatura en Química*. Ministerio de Educación Superior. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
6. ECOSOC (2011). "Challenges for education with equity in Latin America and the Caribbean". Regional Preparatory Meeting 2011 United Nations Economic and Social Council Annual Ministerial Review ECOSCO – AMR. Buenos Aires, Argentina, May 12-13, 2011.
7. ECLAC (2010). "Plan of Action for the Information and Knowledge Society in Latin America and the Caribbean (eLAC2015)". Third Ministerial Conference on the Information Society in Latin America and the Caribbean. Lima, 21-23 November, 2010.
8. González, H., Vidal, G., Spengler, I., Fernández, D., Pérez, C., Bobes, M., *et al.* (2008). Experiencias del uso de las TIC en la educación química. Universidad 2008. Congreso Internacional de la Educación Superior. Ciudad de La Habana.
9. Lazo, L. (2012). Estrategia para la enseñanza y el aprendizaje de la química general para estudiantes de primer año de universidad. *Revista Electrónica Diálogos Educativos*, 23 (12). ISSN: 0718-1310. Bajado diciembre [http://www.exeedu.com/publishing.cl/av\\_cienc\\_ing/](http://www.exeedu.com/publishing.cl/av_cienc_ing/)

- 10, 2013, desde <http://www.dialogoseducativos.cl/revistas/n23/lazo>.
- 10 Marqués, P. (2001). Algunas notas sobre el impacto de las TIC en la universidad. *Revista EDUCAR*, 28, 83-98.
11. Rodríguez-Rivero, Y.Z. (2007). Modelo teórico metodológico para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General. Editorial Universitaria (ISBN 978-959-16-0723-2).
12. UNESCO Institute for Statistics (UIS) (2013). Uso de TIC en educación en América Latina y el Caribe. Análisis regional de la integración de las TIC en la educación y de la aptitud digital (e-readiness) (ISBN 978-92-9189-125-2).
13. Vega, R. (1986). Manual de Prácticas de laboratorio de Química General. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
14. Vigostky, L. (1987). Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores. La Habana: Editorial Científico-Técnica.

