

TICs en la enseñanza de la Química: Propuesta de Evaluación Laboratorios Virtuales de Química (LVQs)

Zulma Cataldi, Claudio Dominighini, Diego Chiarenza y Fernando J. Lage

Facultad Regional Buenos Aires Universidad Tecnológica Nacional. Medrano 951. C1179AAQ
Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires. Paseo Colón 850. C1063ACV.
Ciudad de Buenos Aires. ARGENTINA

Resumen

Los LVQs son unas nuevas formas de enseñanza de la química a través del uso de TICs. En este contexto se presenta el relevamiento de los laboratorios virtuales de química (LVQs) más apropiados para la enseñanza de la química. Se analizan las ventajas de su aplicación en química básica y se delimitan las pautas para su evaluación y selección de acuerdo a los indicadores propuestos, articulados con el marco teórico y con las dimensiones de análisis. Se propone una evaluación centrada en tres ejes: a) dimensiones tecnológicas y técnicas, b) dimensiones pedagógicas y c) otras dimensiones como costo y comercialización. Se realizan pruebas de ajuste y aplicación del instrumento según los siguientes objetivos: a) Analizar las estrategias didácticas docentes y la percepción en el uso de las TICs y b) Delimitar acciones formativas en didáctica de la química con uso de TICs.

Palabras clave: Laboratorios virtuales de química, Evaluación y selección.

1. Introducción

El uso del laboratorio en la enseñanza de la química, resulta hoy día indispensable, aunque se reconoce esta necesidad también es preciso resaltar las dificultades que significa el uso del laboratorio especialmente en la enseñanza de nivel medio y universitario inicial debido a: a) La escasez de horas en los currículum académicos para asistir a clases de laboratorio, b) El número de estudiantes por cada grupo con clases numerosas y recursos edilicios y humanos insuficientes, c) Los riesgos potenciales en el trabajo con grupos numerosos, d) Los recursos económicos disponibles, debidos a la inversión inicial y al mantenimiento siempre son escasos para tener un laboratorio equipado correctamente, e) La heterogeneidad de los estudiantes en cuanto a edades y habilidades motoras, la falta de experiencias de los estudiantes en manipulación de

elementos de laboratorio. f) La contaminación ambiental que ocasionan los residuos de los laboratorios escolares tradicionales.

Los “medios tecnológicos facilitan la tarea, convirtiendo al trabajo de laboratorio y sus precauciones por accidentes en una opción de aprendizaje donde el alumno puede equivocarse y repetirla con una inversión por demás baja, que no sería posible en un laboratorio real. La computadora por otra parte, permite cambiar la imagen negativa que el alumno tiene de la química, así la recibe de una manera más interesante buscando explorar el nuevo ambiente []

Los LVQs son herramientas informáticas que aportan las TICs y simulan un laboratorio de ensayos químicos desde un entorno virtual de aprendizaje [1,2,3,4]. Si bien se encuentran limitados en la enseñanza de aspectos relacionados con la práctica experimental de la Química, ofrecen más plasticidad en la enseñanza que un laboratorio real. Estos programas informáticos se pueden complementar con los laboratorios reales para mejorar la enseñanza de la Química.

Pueden tener diversos usos en los procesos de enseñanza y de aprendizaje y son una alternativa complementaria válida que brindan ventajas tales como: a) posibilidad de trabajar en un ambiente de enseñanza e investigación protegido y seguro, b) realizar un trabajo tanto individual como grupal y colaborativo con los estudiantes [5], c) ofrecer a los estudiantes prácticas a menor costo, d) poder reproducir los experimentos un número elevado de veces, e) extender el concepto de laboratorio al aula e inclusive al domicilio de cada estudiante, a través del uso de una computadora

– Ofrecen al estudiante una serie de elementos adicionales, como bloc de notas, calculadoras científicas y otros para resolver sus tareas.

- Permite grabar los procesos seguidos durante la realización de la práctica y obtener sus registros a fin de observarlos cuantas veces se requiera.
- Requiere una menor inversión de tiempo para la preparación de las experiencias y la recogida de los materiales [6].

Los LVQs también permiten incrementar la motivación de los estudiantes debido a dos causas: a) las actitudes positivas que muestran hacia entornos tecnologizados y b) por la habilidad que inicialmente tienen en el manejo de simuladores e instrumentos informáticos, los estudiantes se encuentran totalmente capacitados para desenvolverse rápida y fácilmente en este tipo de entornos tecnológicos.

En la investigación se siguen los marcos teóricos de Galagovsky [7,8] en cuanto a la enseñanza de la química, la postura constructivista y para la comprensión y la química en la vida cotidiana [9, 10, 11].

Se busca abandonar el modelo reproductivo de los contenidos por una visión superadora, basada en una necesidad actual de transformar las prácticas potenciando los procesos de aprendizaje activo centrado en los estudiantes, con evaluaciones formativas y sumativas auténticas desde un modelo pedagógico más dinámico o a través de estándares de competencias [9].

A partir de aquí toma una relevancia absoluta la revisión de las prácticas, la formación y la capacitación de los docentes. Esto a la luz de los avances en cuanto a las concepciones del *cómo* se aprende -aportado por la Psicología Cognitiva y las Teorías del Aprendizaje- y el *cómo* y, por consiguiente, *qué* se debe enseñar.

En este contexto las TICs, en general y la herramientas de la web 2.0 surgen como opciones que pueden aportar a la transformación que se menciona. Por ese motivo el docente debe disponer de criterios opciones para evaluar los materiales disponibles.

2. Evaluación de Laboratorios Químicos Virtuales

Evaluar los LVQs significa utilizar *instrumentos*, planteados en el marco de cierta *estrategia*, que tienen como función obtener información respecto de determinados *indicadores* propuestos para analizar la calidad de alguna *dimensión* del programa informático en cuestión. Es necesario reflexionar, teorizar, buscar y finalmente constituir un plan que determine los instrumentos, la estrategia, los indicadores y las dimensiones para una buena evaluación que determine la calidad de los LVQs. Se ha observado que existe una gran cantidad de sitios en la web que se presentan como LVQs o que por los motores de búsqueda cuando se

colocan las palabras *laboratorio*, *virtual* y *química* (en español, portugués e inglés) aparecen como tales pero que no cumplen con las características básicas de lo que se conceptualiza en este trabajo como un LVQ. Muchos de ellos son animaciones o videos de experiencias de laboratorio y otros son propuestas de actividades de laboratorio que solo incluyen algunas imágenes. Los LVQ que se encontraron en la web se pueden clasificar en tres tipos:

- a) *Sitios o software que proponen información y actividades simples para resolver o prácticas de laboratorio pero en formato texto, son ilustrados con animaciones, imágenes o video, no proponen interactividad con el usuario o la interactividad es escasa y simple.*
- b) *Sitios o software que utilizan simulaciones con interactividad con el usuario.*
- c) *Sitios o software que son verdaderos simuladores de un laboratorio de química, teniendo en cuenta variedades estéticas, permiten la interacción virtual plena de los usuarios con materiales de laboratorio, reactivos y recipientes de vidrio entre otros.*

Los laboratorios encontrados y que corresponden a verdaderos simuladores de un laboratorio de química: virtual se describen a continuación:

QuimiLab: Pertenece a la empresa colombiana *CienyTec* que comercializa artículos y software para la enseñanza de disciplinas científicas y tecnológicas: Ofrece un LVQ que brinda la posibilidad de hacer experiencias preestablecidas o crear nuevas, en diversas versiones: a) versión interactiva a través de Internet, b) versión de instalación *stand alone* en un computador, c) versión de licencias por aula, d) versión en Internet: e-Learning, e) Es dinámico e intuitivo a simple vista y está en *idioma:* Español. Disponible en http://www.studyroomlabs.com/edu2_quimica_quimilab.htm (ver Figura 1).

VLabQ y QGenerator: Es un simulador creado por *Sibeas Soft* que utiliza equipos y procedimientos estándares para simular los procesos que intervienen en un experimento o práctica. La versión demo incluye cinco prácticas desarrolladas por los autores del programa pero sin ninguna otra restricción y existe un programa complementario para generar las prácticas propias llamado QGenerator, lo cual da más valor al uso de este programa ya que el docente puede aplicar la utilización del mismo a cualquier tipo de práctica que lleve a cabo en clase, sobre todo cuando se necesita la utilización de componentes y soluciones peligrosas. El *idioma:* Español, en <http://www.sibeas.com/prog.php?id=7> (ver Figura 2).

Virtual Chemistry Lab: Diseñado por un joven desarrollador de software búlgaro llamado Boyan Mijailov, es un LVQ muy intuitivo y cuenta con una base de datos de reacciones. En general, los

experimentos se llevan a cabo de manera muy simple y recuerda el trabajo de laboratorio real. Incluye un asistente que avisa de todos los cambios en el programa. Ofrece varias herramientas como visualizador molecular, tabla periódica, tabla de solubilidad, tabla de la actividad oxidante y relativa e incluso un glosario. También cuenta con un editor de ecuaciones y un convertidor de unidades. Trae autoevaluaciones, una calculadora científica, ejercicios de laboratorio, tareas y un registro de laboratorio. Idiomas: Inglés y búlgaro, *disponible en:* <http://chemistry.dortikum.net/en/> (ver Figura 3).

IrYdium Chemistry Lab: Este LVQ está en sitio *The ChemCollective* de la *National Science Digital Library* (NSDL) y es el resultado del proyecto *IrYdium* destinado a generar actividades de aprendizaje basadas en escenarios interactivos. Esta aplicación Java se puede utilizar on-line o se puede bajar a la PC, es algo precario en su uso y la parte gráfica pero es intuitivo. No trae prácticas de laboratorio preestablecidas, y se trabaja libremente con materiales y reactivos. Viene en una diversidad de idiomas. Existe una versión de prueba 3D. *Idiomas:* Español, Inglés, Portugués, Catalán, Francés, Alemán, Gallego, otros. *Disponible en:* <http://www.chemcollective.org/vlab/vlab.php?lang=es> (ver Figura 4).

Crocodile Chemistry: Es un LVQ muy completo en cuanto a cantidad de experimentos cargados, materiales y reactivos. La terminación gráfica es avanzada y dinámica, los experimentos son emulados con realismo en el proceso. Las reacciones son recreadas de forma precisa pudiendo ver su evolución a lo largo del tiempo tan pronto como se mezclan los reactivos químicos. Se pueden modificar los parámetros de casi todos los componentes como también trazar gráficos para analizar los experimentos y examinar el movimiento y los enlaces de los átomos y moléculas utilizando

animaciones en 3D. Su flexibilidad permite realizar una amplia gama de experimentos. *Idiomas:* Español, Inglés Portugués y otros. *Disponible en:* http://www.crocodile-clips.com/es/Crocodile_Chemistry/ (ver Figura 5).

VirtualChemLab: Es un LVQ que viene en CD con un libro que trae algo de teoría y actividades. Es sumamente realista, en 3D, y da la sensación de estar efectivamente en el interior de un laboratorio. Fue desarrollado por la *Brigham Young University* y se comercializa vía internet y fue editado por *Prentice Hall* de *Pearson Educación de México* en su versión en español. Es dinámico, intuitivo y la versión de Química General trae una serie de experimentos para realizar en cinco mesadas de trabajo, que diferencian las temáticas a abordar: Química Inorgánica, Calorimetría, Gases, Química Cuántica y Valoraciones. Viene también una versión de Química Orgánica además de otras disciplinas científicas como Física, Ciencias de la Tierra y Biología. *Idioma:* Inglés el software y el libro de actividades en español *Disponible en:* <http://chemlab.byu.edu/> o en librerías. (ver Figura 6).

ChemLab: Pertenece a una empresa llamada *Model Science Software*. Es un LVQ dinámico y potente. Además de elegir los módulos de simulación, el usuario puede crear también sus propios módulos, utilizando Lab Wizard, que es una especie de asistente de creación de simulaciones. Este asistente presenta un interface gráfica que permite programar nuevas simulaciones. Tiene las mismas características que otros básicamente en el uso y los materiales disponibles. *Idiomas:* Inglés y Español, *disponible en:* <http://www.modelscience.com/products.html?ref=home&link=chemlab> (ver Figura 7).



Figura 1: QuimiLab

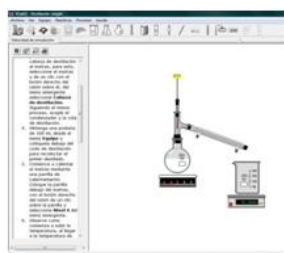


Figura 2: VLabQ

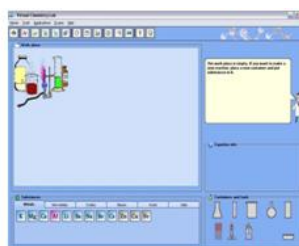


Figura 3: Virtual Chemistry Lab



Figura 4: IrYdium Chemistry Lab

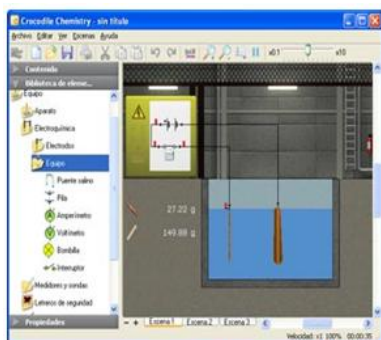


Figura 5: Crocodile Chemistry



Figura 6: VirtualChemLab

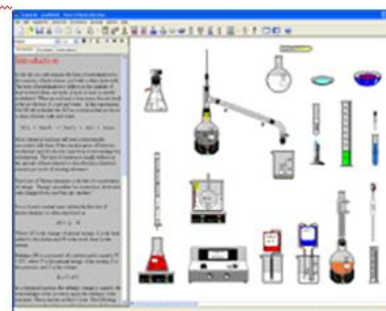


Figura 7: VirtualChemLab

2.1. Objetivos y Metodología

En esta etapa de la investigación el objetivo fue la confección de una planilla de evaluación de Laboratorios Virtuales de Química para su correcta selección y su puesta a prueba en contextos de aprendizaje. Para la evaluación de LVQ se elaboró la Planilla de la Tabla 1 con: a) *Dimensiones tecnológicas y técnicas*: Características técnicas y estéticas, potencialidades tecnológicas, b) *Dimensiones pedagógicas*: Objetivos y contenidos, presentación, organización y secuenciación de contenidos, Tratamiento instruccional de los contenidos, usos en procesos formativos y c) *Dimensiones de otro tipo*: identificación, costo, comercialización. El paso siguiente consistió en aplicar la planilla de evaluación propuesta a los LVQ definidos en el grupo c) *Sitios o software que son verdaderos simuladores de un laboratorio de química, teniendo en cuenta variedades estéticas, permiten la interacción virtual plena de los usuarios con materiales de laboratorio, reactivos y recipiente*

3. Pruebas de evaluación para ajuste del instrumento

Para poner a prueba los instrumentos de evaluación desarrollados, en tres Laboratorios: VLabQ, Model ChemLab y Virtual ChemLab, se realizó la Evaluación Heurística. A partir de ella y de la tabulación de los resultados de la misma se puede apreciar que:

- El VLabQ y el Model ChemLab son software similares en su estética, en sus posibilidades pedagógicas y características técnicas. Ambos cuentan con una presentación gráfica en 2D de una estética aceptable, en cambio el Virtual Chemlab muestra una gráfica en 3D con una excelente estética que da la impresión de estar verdaderamente en un laboratorio químico.
- La presentación de cada software también difiere considerablemente, ya que el Virtual ChemLab se comercializa con un libro que incluye un manual de

usuario, algún complemento teórico y actividades para cada tipo de práctica de laboratorio. En cambio los otros dos software se adquieren sin material complementario.

- El Virtual ChemLab presenta una organización de contenidos por tipo de laboratorio (Laboratorio de Química General y Laboratorio de Química Orgánica) y por tipo de mesada, por ejemplo en el laboratorio de Química General se encuentran las mesadas de Titulación, Química Cuántica, Gases, Calorimetría y Química Inorgánica, es decir en cada mesada virtual se puede realizar un grupo de prácticas agrupadas de manera temática.
- Respecto de la posibilidad de mantener una asistencia en la web, el Model ChemLab y el VLabQ no tienen habilitada esta posibilidad mientras que el Virtual ChemLab si la tiene disponible.
- Tanto el Model ChemLab como el VLabQ tienen un software complementario que permite generar prácticas de laboratorio que no vienen incluidas entre las preestablecidas por defecto. Model ChemLab cuenta con el Lab Wizard y el VLabQ cuenta con el QGenerator, mientras que el Virtual ChemLab no tiene esta posibilidad, las prácticas que se pueden realizar son las definidas en el software por los desarrolladores.
- Los tres tienen un alto grado de adaptabilidad a los procesos formativos con diferentes propuestas pedagógicas. En ninguno subyace una tendencia pedagógica. El grado de usabilidad autodidacta es similar, quizás sea un poco mejor en el Virtual ChemLab debido al libro que complementa al software que acompaña con instrucciones precisas la realización de cada práctica y luego propone actividades, lo que le brinda mejores condiciones para el autoaprendizaje.

Los LVQs evaluados no muestran una estructura o metodología relacionada con determinadas teorías pedagógicas. Son de amplia utilización y, como otros recursos didácticos, queda en el criterio del docente que lo implementa en sus clases darle el marco pedagógico. Se puede suponer que en el desarrollo de estos software participan desarrolladores y asesores disciplinares, pero

no se nota la presencia de asesores pedagógicos o tecnólogos educativos que marquen la impronta de un modelo pedagógico.

0. Identificación y características generales del material (de acuerdo a la información que figura en el material)			
0.1. Denominación del material:			
0.2. Autoría			
¿Se hace mención de autoría? ¿Cuál?... Corporativa/Institucional Nominal No Institución de referencia			
0.3. Fecha de edición..... Versión.....			
0.4. Destinatarios del material:			
0.5. Temática, objetivos y contenidos			
a) ¿Se describe la temática en la presentación?	Si	No	¿Cuál es?
b) ¿Se describen los objetivos en la presentación?			¿Cuáles son?
c) ¿Se describen los contenidos en la presentación?	Si	No	¿Cuáles son?
0.5. Apoyo docente y tecnológico			
a) ¿Se señala la existencia de apoyo docente?	Sitio web Correo electrónico Teléfono Libro Otro No...		
b) ¿Se señala la existencia de apoyo tecnológico?		Si	No
c) ¿Se señalan recomendaciones sobre su uso en procesos formativos de autoaprendizaje, presenciales o semipresenciales?		Si	No
d) ¿Cuál de estos usos se recomienda como el más idóneo para este material?			
d)			
1. Dimensiones tecnológicas y técnicas			
1.1. Potencialidades tecnológicas			
a) Soporte en el que se presenta el material	Internet CD DVD		
b) Equipamiento necesario para ejecutar el material:	Hardware: Software:		
c) Requerimientos de sistema:			
d) Requerimientos de conexión:			
e) Posibilidad de instalar el material en el ordenador	Si No		
1.2. Características técnicas y estéticas			
a) Calidad tecnológica al ejecutar el material			
b) Velocidad de ejecución: Muy buena..... Buena..... Aceptable..... Deficiente..... Muy deficiente.....			
c) Problemas con la ejecución del material: Sistemáticamente..... Frecuentemente..... A veces..... Casi nunca..... Nunca			
¿Se producen en algún momento en particular? Si No			
¿Cuál/es es/son los problemas?			
1.3. Navegación interna por el material			
a) ¿Existe un sistema de navegación interna por el material? Si No¿Cuál? (Describirlo)			
1.4. Nivel de usabilidad en forma intuitiva			
Muy bajo..... Bajo..... Aceptable..... Alto..... Muy alto.....			
Entre Muy bajo y Aceptable detallar las dificultades:			
¿Existe un mapa de navegación? Si No ¿Cómo es? (describir)			
1.5. Claridad del mapa de navegación			
Muy baja..... Baja..... Aceptable..... Alta..... Muy alta.....			
Entre Muy bajo y Aceptable detallar las dificultades:			
1.6. Velocidad de navegación			
Muy buena..... Buena..... Aceptable..... Deficiente..... Muy deficiente.....			
a) Problemas con la navegación por el material Si No			
Sistemáticamente..... Frecuentemente..... A veces..... Casi nunca..... Nunca.....			
¿Se producen en algún momento en particular? Si No			
¿Cuál/es es/son los problemas?			
1.6. Valoración global de sistema de navegación interna			
Muy buena..... Buena..... Aceptable..... Deficiente..... Muy deficiente.....			
Entre Muy bajo y Aceptable detallar las dificultades:			
Características multimedia del material			
Lenguaje utilizado para representar contenidos			
Texto Oral: Si No;			
Texto Escrito: Si No			
Imágenes fijas: Si No			

Imágenes en movimiento (video o animaciones): Si No
 Gráficos: Si No;
 Tablas: Si No
 Mapas conceptuales: Si No;
 Otros:

Características técnicas de imágenes y de grafismos: 2D 3D Amboas

Calidad de imágenes fijas:
 Muy buena Buena Aceptable Deficiente Muy deficiente
 Entre Aceptable y Muy deficiente describir:

Calidad de imágenes móviles:
 Muy buena Buena Aceptable Deficiente Muy deficiente
 Entre Aceptable y Muy deficiente describir:

Calidad de tipo de letra y caracteres tipográficos
 Muy buena Buena Aceptable Deficiente Muy deficiente
 Entre Aceptable y Muy deficiente describir:

Funcionalidad de cuadros, tablas, gráficos, esquemas y visualizadores de datos
 Muy adecuado Adecuado Aceptable Inadecuado Muy inadecuado
 Entre Aceptable y Muy deficiente describir:

Estética
 Muy buena Buena Aceptable Deficiente Muy deficiente
 Entre Aceptable y Muy deficiente describir:

Calidad técnica del sonido ¿Tiene sonido? Si No

Muy buena Buena Aceptable Deficiente Muy deficiente
 Entre Aceptable y Muy deficiente describir:

¿Articula bien con las imágenes? Si No

2. Dimensiones pedagógicas

2.1. Objetivos y contenidos

a) ¿Se incluye una formulación explícita de los objetivos formativos perseguidos? Si No
 b) ¿Se incluye una formulación explícita de los contenidos y de su organización en unidades, temas, bloques, módulos o partes? Si
 No Describir:

Correspondencia entre objetivos y contenidos
 Muy buena Buena Aceptable Deficiente Muy deficiente
 Entre Muy baja y Aceptable describir:

Complejidad y profundidad de los contenidos abordados
 Muy buena Buena Aceptable Deficiente Muy deficiente
 Entre Muy baja y Aceptable describir:

2.2. Presentación, Organización y Secuenciación de los Contenidos

a) ¿Hay una visión de conjunto de los contenidos? Si No
 En caso de ser No la respuesta describir:

2.3. Correspondencia entre la visión de conjunto de los contenidos y el desarrollo efectivo de los mismos:
 Muy baja Baja Aceptable Alta Muy Alta
 Entre Muy baja y Aceptable describir:

2.4. Transparencia, visibilidad y claridad de la organización de los contenidos del material en su conjunto:
 Muy baja Baja Aceptable Alta Muy Alta
 En caso de estar entre Muy baja y Aceptable describir:

2.5. Transparencia, visibilidad y claridad de la organización de los contenidos del material en cada unidad, tema, bloque, módulo o parte
 En todas En muchas En pocas En ninguna

2.6. Tipo de secuencia presente en la organización de los contenidos en su conjunto

a) global “de lo simple a lo complejo”	Si	No
b) global “de lo general a lo detallado”		
c) global “aporte de información, explicación-ilustración, ejemplificación”		
d) global “aporte de información, explicación-ilustración, ejercitación”		
e) global “aporte de información, explicación-ilustración, problemas”		
f) global “de resolución de problemas”		
g) de ciclos “de lo simple a lo complejo”		
h) de ciclos “de lo general a lo detallado”		
i) de ciclos “aporte de información, explicación-ilustración, ejemplificación”		
j) de ciclos “aporte de información, explicación-ilustración, ejercitación”		
k) de ciclos “aporte de información, explicación-ilustración, problemas”		
l) de ciclo “de resolución de problemas”		

2.7. Tratamiento instruccional de los contenidos

- a) **El material se presenta con características que permitan su abordaje autodidacta en:**
Muy bajo grado Bajo grado....Grado medio....Alto grado....Muy alto grado....
- b) **El material es abierto a ser adaptado a una variedad de propuestas pedagógicas en:**
Muy bajo grado Bajo grado....Grado medio....Alto grado....Muy alto grado....
- c) **¿Se presentan de manera explícita los conocimientos previos con los que deben contar los estudiantes para abordar los contenidos del material?** Si No
- d) **¿Hay elementos de refuerzo de la comprensión de los contenidos (esquemas, gráficos, señalización, animaciones, simulaciones, ejemplificaciones...)**
Sistemáticamente Frecuentemente A veces Casi nunca Nunca
- e) **¿Hay interpelaciones al estudiante para que anticipe, prevea, reflexione, relacione...?**
Sistemáticamente Frecuentemente A veces Casi nunca Nunca
- f) **¿Hay relaciones entre los contenidos presentados en diferentes unidades, temas, bloques, módulos o partes?**
Sistemáticamente Frecuentemente A veces Casi nunca Nunca
- g) **¿Hay mensajes de “refuerzo emocional”?**
Sistemáticamente Frecuentemente A veces Casi nunca Nunca
- h) **¿Hay mensajes de “refuerzo cognitivo” (relativos a procesos de autorregulación, control, planificación...)?**
Sistemáticamente Frecuentemente A veces Casi nunca Nunca
- i) **¿Se incluyen sugerencias de actividades o ejercicios sobre los contenidos presentados?**
Sistemáticamente Frecuentemente A veces Casi nunca Nunca
- j) **¿Se incluyen sugerencias o propuestas de ampliación o profundización de los contenidos presentados?**
Sistemáticamente Frecuentemente A veces Casi nunca Nunca
- k) **¿Se incluyen sugerencias o instrucciones para su mejor utilización como instrumento de aprendizaje (cuándo y cómo utilizarlo, cómo navegar por él, qué itinerario recorrer, etc.)?**
Sistemáticamente Frecuentemente A veces Casi nunca Nunca
- l) **¿Se incluyen propuestas de actividades de autoevaluación?**
Sistemáticamente Frecuentemente A veces Casi nunca Nunca
- m) **¿Se incluye información de tutorías tales como contactos a profesores o tutores para plantear dudas y preguntas (sitio web, dirección de correo electrónico, teléfono, etc.)?** Si No
Describir.....

2.8. Uso en procesos formativosa) **Adecuación para el uso del material en procesos formativos**

Proceso	Muy inadecuado	Inadecuado	Aceptable	Adecuado	Muy adecuado
Autoaprendizaje					
Semipresencial					
Presencial					

Describir.....

b) **Calidad del material para procesos formativos**

Proceso	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Autoaprendizaje					
Semipresencial					
Presencial					

Describir.....

3.1. Costo

- a) ¿Se diferencian costos de licencias o material para docentes, estudiantes, instituciones o grupos? Si No ...
- b) ¿Qué costo tiene el material o la licencia del mismo (en \$ argentinos)? \$..... Fecha de consulta/...../.....
- c) Diferenciación de costo (en \$ argentinos). Fecha de consulta/...../.....

	Docentes	Estudiantes	Instituciones	Grupos
Costo				

4.2. Comercialización

- a) ¿Se ofrecen versiones de demostración con limitaciones de uso? Si No
- b) Si fuera Si describir las limitaciones:.....
- c) Forma de adquisición: Comercios Internet Por teléfono Por asesor Otras:.....
- d) Formas de pago que se ofrecen: Contado Efectivo Tarjeta de crédito Contra Reembolso Depósito en Cta. Cte Otras:

Tabla 1: Planilla de evaluación de LVQ

4. Resultados de aplicación de la experiencia

Se seleccionó VLabQ con QGenerator para realizar la experiencia, que es un simulador creado por *Sibeas Soft* que utiliza equipos y procedimientos estándares para simular los procesos que intervienen en un experimento o práctica. La versión demo incluye cinco prácticas desarrolladas por los autores del programa pero sin ninguna otra restricción y existe un programa complementario para generar las prácticas propias llamado QGenerator.

Esto le da más valor al uso de este programa ya que el docente puede aplicar la utilización del mismo a cualquier tipo de práctica que lleve a cabo en clase, sobre todo cuando se necesita la utilización de componentes y soluciones peligrosas.

A fin de poder estimar el nivel de impacto en la escuela media y en su articulación con la universidad, se dispuso de cinco profesores de Química (sujetos voluntarios) de escuelas de la zona norte y noroeste del Gran Buenos Aires (distritos de San Miguel, Malvinas Argentinas, José C. Paz y Tigre). Con ellos se puso en marcha la estrategia descripta, se les solicitó que se familiarizaran con el laboratorio virtual VLabQ y que seleccionaran dos de los cursos donde dictan Química para implementarlo como recurso didáctico en el abordaje de un contenido. La recolección de datos de los Test de Usuarios se realizó sobre un total de cinco docentes y diez cursos con la siguiente codificación: los docentes se numeraron de 1 a 5 y cada uno de sus cursos A y B, como se muestra en la Tabla 2.

Los datos obtenidos se tabularon respondiendo a diferentes criterios para cada instrumento de recolección atendiendo al mejor procesamiento y exposición de los resultados. Así: a) En la evaluación heurística es de tipo cualitativa y comparativa, los indicadores se agruparon según la dimensión de análisis a la que pertenecen y no se incluye ningún indicador de tipo cuantitativo, b) El Test de Usuario para los Docentes es de tipo cualitativo con una pequeña dosis de cuantificación, respecto a la cantidad de estudiantes de cada docente que participó en la experiencia, y de tipo comparativo en cuanto a la experiencia entre los cursos de cada docente donde se realizó el test y c) En el Test de Usuarios para los estudiantes es netamente cuantitativo, se muestran las cantidades de estudiantes que respondieron de una u otra manera a determinados indicadores, se agregan datos porcentajes, los que se graficaron mostrando la contribución de cada dato numérico al total. Los indicadores de los resultados que se mencionan son los que se plantearon en el diseño de la planilla de evaluación.

A partir de la aplicación de un LVQ en una situación de aprendizaje se realizaron tabulaciones con los datos obtenidos en encuestas a los protagonistas del proceso de aplicación del recurso tecnológico: docentes y estudiantes. Los cinco docentes seleccionados para aplicar un LVQ en sus clases fueron encuestados al final el proceso y los datos de esas encuestas fueron tabuladas de manera comparativa entre los cursos donde aplicaron el recurso. Cada docente lo aplicó en dos de sus cursos de escuela media, por lo que fueron examinados en el proceso diez cursos en la cátedra de Química.

Tabla 2: Relevamiento realizado. Polim (Polimodal) E y G (Economía y Gestión) H y S (Humanidades y Sociales)

Código del curso	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Curso	2Polim	2Polim	2Polim	2Polim	2Polim	2Polim	2año	2Polim	2Polim	2Polim
Modalidad	E y G	H y S	E y G	Cs. Nt.	H y S	E y G	H y S	H y S	E y G	E y G
Gestión Educativa	Estatad	Estatad	Privada	Estatad	Estatad	Estatad	Estatad	Privada	Estatad	Estatad
Total de estudiantes por curso	25	22	27	19	23	22	32	24	27	22
Estudiantes que usaron LVQ	20	22	23	15	19	18	29	24	20	22
% de estudiantes que usaron LVQ	80	100	85	79	83	82	91	100	74	100

A partir de la experiencia se puede decir que:

a) *Hubo cierta diversidad en el proceso de aplicación respecto de:* La finalidad para la que se aplicó el LVQ, que en algunos cursos se aplicó para realizar una práctica de laboratorio que era imposible llevarla a cabo de otro modo, otros para conocer la práctica antes de realizarla en el laboratorio real y otros para repetir la práctica después de haberla realizado en el laboratorio real. La articulación del LVQ con otros recursos del proceso de enseñanza y aprendizaje: algunos docentes articularon el LVQ

con la teoría, y la mayoría con el laboratorio real y un docente lo aplicó en la instancia de evaluación.

b) *Hubo cierta homogeneidad en el proceso de aplicación respecto de:* La materia en la que se aplicó. Excepto un docente que la aplicó en una cátedra de Físico-Química de 2º año de la Secundaria Básica, el resto de los cursos eran de 2º año Polimodal y la materia era Química. El contexto de aplicación: ni docentes, ni estudiantes, habían trabajado antes con un recurso didáctico como el VLabQ.

c) *La apreciación de los docentes fue unánime respecto de:* El LVQ potencia el aprendizaje y la motivación

de los estudiantes. La calificación de la experiencia fue Muy Buena. A pesar de nunca haber utilizado antes un LVQ, afirmaron que lo volverían a usar en sus clases. El grado de comodidad en el trabajo con el LVQ que se seleccionó para utilizar (VLabQ) fue calificado como Muy Alto, en general, o Alto. El encuentro de los estudiantes con el software, la mayoría de los docentes lo calificaron como Muy Bueno, excepto un par de casos que lo calificaron como Bueno.

- d) *La apreciación de los docentes estuvo algo repartida en cuanto a que el LVQ potencia el uso del laboratorio real:* La mayoría de ellos opinó que lo potencia enormemente, otros tantos que lo potencia Bastante y sólo uno no respondió para uno de los cursos donde lo aplicó porque no cuenta con laboratorio real en la institución educativa.
- e) *En dos de los diez cursos examinados, los docentes opinaron que el recurso obstaculizaba el proceso formativo en cierto aspecto.* Uno en cuanto a la usabilidad y el acceso a diferentes partes del LVQ y el otro respecto de la falta de contacto de los estudiantes con el material real de un laboratorio. En los restantes ocho cursos donde se aplicó el LVQ, los docentes opinaron que no obstaculizan el proceso formativo en ningún aspecto.

El 90,57% de los estudiantes opinó que el LVQ ha potenciado Enormemente la comprensión y el aprendizaje, el 7,08% sintió que lo ha potenciado bastante, apenas el 1,89% dijo que lo ha potenciado Medianamente y sólo el 0,47%, un estudiante solo, opinó que lo ha potenciado Poco. La experiencia, desde el punto de vista de los docentes y de los estudiantes que participaron de ella, fue muy positiva. Los resultados de las encuestas muestran un crecimiento en la motivación de los estudiantes, en la apropiación de los conocimientos y muy buen grado de aceptación de ambas partes.

Conclusiones

La industria del software es una de las actividades de desarrollo que más avanza con un índice de crecimiento acelerado y permanente, por lo que es necesario contar con un servicio de observación y análisis constante debido a la rapidez de las actualizaciones.

Esta investigación permitió el análisis del uso de LVQ para la enseñanza de la Química y se considera que el trabajo de campo realizado hasta aquí es bastante acotado, por lo que es necesario seguir indagando en el uso del recurso didáctico, tomando muestras testigo y aplicando el LVQ en diversas situaciones de enseñanza y aprendizaje.

El LVQ es un recurso didáctico muy positivo y potente para la enseñanza de la Química. Tiene gran plasticidad en su aplicación, puede complementarse con el laboratorio real como suplirlo ante su ausencia. Potencia la motivación de los estudiantes, tanto para el aprendizaje de la Química como en el uso del software.

La importancia de estos programas de simulación desde el punto de vista didáctico y pedagógico, reside en hacer partícipe al estudiante de una vivencia que le permita desarrollar hábitos, destrezas, esquemas mentales y competencias básicas que enriquezcan su formación. Por ello, el docente, deberá controlar el tiempo de respuesta de cada usuario, dado que en función de éste y de lo acertada de la decisión podrá solucionar o no la situación simulada. La importancia de las “simulaciones”, desde el punto de vista científico reside en brindar al operador información de sistemas, y/o procesos inaccesibles experimentalmente.

Los próximos pasos en la investigación se pueden agrupar de acuerdo a los objetivos siguientes: a) Analizar las estrategias didácticas docentes y la percepción en el uso de las TICs y b) Delinear acciones formativas en didáctica de la química con uso de TICs.

Agradecimientos

En esta comunicación se describen los avances del PID: La Didáctica de la Química y el uso de TICs en su enseñanza en cursos universitarios iniciales, 2008-2011 TEUTNBA933 del Programa “Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería”.

Referencias

- [1]. Cataldi, Z.; Donnamaría, C. y Lage, F. (2008). Simuladores y laboratorios químicos virtuales: Educación para la acción en ambientes protegidos. *Quaderns Digitals* Número 55, diciembre. Páginas 1-10.
- [2]. Cataldi, Z.; Chiarenza, D.; Dominighini, C.; y Lage, F. (2010). TICs en la enseñanza de la química. Propuesta para selección del Laboratorio Virtual de Química (LVQ). WICC . 5 y 6 de mayo. El Calafate.
- [3]. Cataldi, Z.; Chiarenza, D.; Dominighini, C. y Lage, F. (2011) Clasificación de Laboratorios Virtuales de Química y Propuesta de Evaluación Heurística. WICC 2011. U Nacional de Rosario. 6 y 7 de mayo.
- [4]. Cataldi, Z.; Chiarenza, D.; Dominighini, C.; Lage, F. (2011). Enseñando Química con TICs: Propuesta de Evaluación Laboratorios Virtuales de Química (LVQs). XIV Congreso Internacional

- EDUTEC, 26 al 28 de octubre. Ciudad de Pachuca de Soto, Hidalgo, México.
- [5]. Lage, F et al. (2001) Ambiente distribuido aplicado a la formación/capacitación de RR HH. Un modelo de aprendizaje cooperativo-colaborativo Tesis de Magíster en Informática. Facultad de Informática. UNLP.
- [6]. Cabero Almenara, J. (2007), Las TICs en la enseñanza de la química: aportaciones desde la Tecnología Educativa en Bodalo, A. y otros (editores) (2007): Química: vida y progreso, As. de Químicos de Murcia.
- [7]. Galagovsky, L. R. (2005): La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes?, Revista QuímicaViva, Volumen 1, Año 4
- [8]. Galagovsky, L. R. (2007): Enseñar química vs. aprender química: una ecuación que no está balanceada, Revista QuímicaViva, Volumen 6, número especial: Suplemento educativo
- [9]. Rodriguez, P. y Nussbaum, M. (2010) Assessing Impact of ICT on the quality of education. Conferencia Internacional. El impacto de las TICs en educación. Brasilia 26-29 de abril
- [10]. Séré, M. (2002): La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y actitudes hacia la ciencia?, Revista Enseñanza de las Ciencias 20 (3), Barcelona.
- [11]. Macedo, B (2006): Habilidades para la vida: contribución desde la educación científica en el marco de la Década de la educación para el desarrollo sostenible. Disponible en http://portal.unesco.org/geography/es/ev.php-URL_ID=9910&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html consultado el 16/01/2012

Dirección de Contacto del Autor/es:

Zulma Cataldi

FI-UBA
UTN FRBA
CABA
Argentina
zcataldil@frba.utn.edu.ar

Claudio Dominighini

UTN FRBA
CABA
Argentina
cdominighini@frba.utn.edu.ar

Diego Chiarenza

UTN FRBA
CABA
Argentina
dchiarenza@frba.utn.edu.ar

Fernando J. Lage

UTN FRBA
CABA
Argentina
fernandojlage@frba.utn.edu.ar

Dra. Zulma Cataldi es Profesora Titular DSE en la FRBA-UTN y Vice Directora de la Carrera de Maestría en Docencia Universitaria en UTN-FRBA y es también Profesora DSE en FI-UBA en el Depto. de Computación

Dr. Claudio Dominighini es Profesor Asociado DSE UTN FRBA. Profesor de Química y Lic. en Ciencias de la Educación. Es también Profesor en Maestrías UTN FRBA.

Lic. Diego Chiarenza es Profesor de Química y Ciencias Naturales y Licenciado en Tecnología Educativa. UTN FRBA

Mg. Fernando J. Lage es Profesor Titular DE en Depto. de Ing. Electrónica en FRBA UTN. Profesor en Maestrías de Administración de Negocios y Calidad en UTN.
