

Práctica educativa exitosa con el uso de REA para el aprendizaje de la Química en escuelas de escasos recursos: laboratorio virtual ChemLab

Práctica educativa exitosa con el uso de REA para el aprendizaje de la Química en escuelas de escasos recursos: laboratorio virtual ChemLab

Darinka del Carmen Ramírez Hernández

darinka@itesm.mx

Tecnológico de Monterrey, México

Alejandra May Navarro

alemaster2008@hotmail.com

Tecnológico de Monterrey, México

Pedro Camilo Checa Cundar

camilo-checa@hotmail.com

Colegio de la Ciudad Mocoa – Colombia

Resumen

Se presentan los beneficios encontrados al aplicar un Recurso Educativo Abierto (REA) denominado ChemLab en clase de Química de educación media en un colegio de la amazonia colombiana. La pregunta de investigación fue: ¿Cuáles son los beneficios que aporta ChemLab a la enseñanza y aprendizaje de la Química? Se utilizó metodología de tipo cualitativa (hermenéutico descriptiva). Algunos beneficios fueron: uso de tecnología, trabajo colaborativo, seguridad, economía, repetitividad y seguridad ambiental. El beneficio principal fue la motivación de los alumnos para el aprendizaje de la Química, lo que resultó en una práctica educativa exitosa.

Palabras clave: REA, ChemLab, Práctica Educativa, aprendizaje de la Química

Abstract

This article presents the benefits found when an Open Educational Resources (OER) called ChemLab, has been used in a Chemistry class for High School students from low resources at an Amazonian Colombian school. The research question was: Which are the benefits gained by ChemLab at the teaching-learning processes of Chemistry? Qualitative method was used (descriptive hermeneutics). Benefits: use of technology, collaborative work, security, economy, repeatability and environmental security. The main benefit was the motivation gained by the students in the learning of Chemistry, resulting in a successful educational practice.

Key words: OER, ChemLab, Educational Practice, Chemistry learning

Introducción

En la actualidad, el estudio de la Química se ubica en un segundo plano. El avance tecnológico y la alta afinidad de la actual generación por estos instrumentos son las principales herramientas con las que se cuenta para contrarrestar este hecho. Sin embargo, se aprecia escasa evidencia de su integración en los procesos formativos, principalmente en la educación básica y media. Esto es todavía más complicado en países latinoamericanos en zonas de escasos recursos para las escuelas, en donde no se cuenta con materiales y laboratorios. De esta forma, los Recursos Educativos Abiertos (REA) representan un tipo de tecnología que permite oportunidad de aprendizaje y desarrollo, tanto para profesores y alumnos, así como se describe en el presente artículo.

El estudio de la Química a nivel mundial está en crisis. A pesar de las grandes inversiones que hacen los países desarrollados por incentivar el estudio de las ciencias experimentales, existe una gran renuencia de los estudiantes a optar por el conocimiento de esta disciplina, más aún en los países subdesarrollados donde las condiciones laborales son menos atractivas (Galagovsky 2005). De igual forma, es preocupante la frecuencia, con la que estudiantes reprueban esta asignatura en los distintos entes y niveles educativos, factor relevante en la deserción escolar, lo que reviste de importancia, si se tiene en cuenta que la educación y, en sí, el desarrollo de la Química, son el eje principal del desarrollo económico y social de un país.

En contraste, es interesante destacar la creciente cultura tecnológica que se está gestando en la actualidad y uno de estos ejemplos es el aprovechamiento de recursos disponibles en Internet. Ramírez (2013) menciona que la contribución a la discusión de los problemas educativos contemporáneos y las potencialidades que ofrece el participar activamente en el movimiento educativo abierto, en particular de América Latina, resulta relevante para encaminarnos a una sociedad basada en el conocimiento. Por consiguiente, los autores consideran que es estratégico aprovechar estas bondades tecnológicas y culturales, en la mejora de la práctica pedagógica de la Química.

De acuerdo con Ramírez y Burgos (2012), las actividades educativas de acceso abierto potencializan la diseminación de prácticas en entornos educativos y también el alcance a un mayor número de personas. Al respecto, algunos laboratorios virtuales son recursos educativos abiertos (REA), que le permiten al estudiante simular en formato bi o tridimensional las prácticas de laboratorio sin el riesgo que los laboratorios físicos presentan. Aunque como resalta Cabero (2007), el objetivo primordial no es desplazar a los laboratorios físicos, sino dinamizar, apoyar o hacer más eficiente la experiencia del estudiante en los mismos y, en el caso particular de este estudio, favorecer aquellas escuelas de escasos recursos.

Desde su origen, la Química se ha basado en la percepción y en la reproducción práctica de los hechos o sucesos enseñados, este hecho ha pasado de ser una ventaja en su estudio, a convertirse en un obstáculo. Debido principalmente a:

- Los altos costos de materiales, reactivos y mantenimiento de las instalaciones dedicadas a ello.
- La elevada contaminación ambiental que el almacenamiento, manipulación y deposición de los reactivos químicos ocasiona.
- Los accidentes que se pueden presentar por la falta de pericia al momento de manipular sustancias, instrumentos o equipos de laboratorio.
- La baja intensidad horaria contemplada en el plan de estudio para realizar los laboratorios de forma presencial.
- La amplia heterogeneidad en los estudiantes en cuanto a las edades y habilidades motoras (Cabero, 2007, p.19).

De ahí que los esfuerzos plasmados en el presente estudio buscan como objetivo general determinar el potencial ofrecido por el laboratorio virtual ChemLab —un recurso educativo libre en su versión básica—, a la didáctica y aprendizaje de la Química en estudiantes de secundaria. Es por esta razón que surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los beneficios que aporta ChemLab como REA a la enseñanza y el aprendizaje de la Química en la educación media?

Como objetivos secundarios, se busca promover en los estudiantes el uso de nuevas herramientas informáticas y tecnológicas; desarrollar capacidades y destrezas enfocadas a la autopreparación, la ejecución, la obtención de resultados, la evaluación y comunicación de los mismos; determinar su incidencia en el desarrollo del trabajo colaborativo y el impacto que genera su implementación en la práctica académica.

La investigación se llevó a cabo en una institución educativa del sector público, ubicada en un municipio al sur occidente colombiano, en límites entre la región amazónica y andina. La población se caracteriza por poseer bajos recursos económicos, en la zona existen varias etnias indígenas y se presenta una alta flotabilidad estudiantil (migración interinstitucional), donde el laboratorio de Química es una adaptación deficiente de un antiguo restaurante escolar, por consiguiente presenta serias falencias infraestructurales y funcionales. La metodología empleada fue de corte cualitativo, puesto que el principal interés fue conocer opiniones, expectativas y demás situaciones de interés que se generan en estudiantes de educación media, referente a la interacción con los Laboratorios Virtuales de Química (LVQ), y a la implementación de los mismos en el proceso educativo.

Los resultados de la investigación se agruparon en categorías como: posibilidades educativas de los laboratorios virtuales en la educación. Frente a esto, se puede decir que los estudiantes buscan una forma moderna, dinámica e interesante de acceder al conocimiento, lo cual se podría conseguir con la implementación de la tecnología, según sus propias expresiones, capacidades y destrezas. Se puede decir que el simulador les llamó la atención significativamente, lo manipularon sin contratiempos y están dispuestos a seguirlo implementando en su aprendizaje; trabajo grupal y convivencia. Favoreció la masificación de la comunicación y sociabilidad entre compañeros, conllevando a mejorar las relaciones intragrupal, por apoyo mutuo, comparación y/o verificación de resultados; implementación de los LVQ en la práctica docente. Se identificaron distintos beneficios institucionales y globales que estos simuladores pueden ofrecer. En total se visualizaron diez beneficios enmarcados en distintos factores como: economía, funcionalidad, seguridad, practicidad, facilidad de manejo, amabilidad con el ambiente, repetitividad, fomento al aprendizaje innovador, eficacia-rapidez, y comodidad.

Marco teórico

Para dar fundamento teórico a los hallazgos generados en la investigación se revisaron posturas frente al desarrollo de la educación en la actualidad, principalmente en el devenir de la Química, tanto global como nacional. De igual forma se exploraron los ambientes prácticos de aprendizaje de esta materia, enfocados en las experiencias mediadas por la tecnología, como es el caso de los REA, pero haciendo hincapié en los simuladores químicos.

De lo anterior podemos destacar que somos afortunados al vivir en un mundo de constantes cambios, un mundo más integrado y relacionado entre sí, en el cual la educación se enfrenta constantemente a innumerables desafíos ante una sociedad dinámica en todos los campos del saber, llevando a las personas a incorporar y desarrollar paulatinamente competencias básicas de comunicación, información e interacción social, que les permita responder y ser parte de esas continuas transformaciones. Para Unigarro (2004), el valor de la educación se hace evidente, puesto que con ella las personas pueden ponerse a tono con las exigencias que se desprenden de fenómenos como la globalización, la revolución de la biotecnología y demás que vienen a formar parte de la actual cultura.

Franco y Álvarez (2007) llevan a reflexionar sobre lo afortunados que somos al estar viviendo la transformación de la generación social, de experimentar el trascendental paso del siglo XX al siglo XXI; esto enfocado en las nuevas tecnologías, que han agregado un valor realmente significativo a lo que veníamos haciendo en diversos frentes. En definitiva nos encontramos en la era del conocimiento.

En la enseñanza de las ciencias naturales, según exponen Driver, Guesne y Tiberghien (1999), se deben tener en cuenta las ideas o el pensamiento de los niños frente a un determinado fenómeno, puesto que los niños crean ideas e interpretaciones a partir de la experiencia cotidiana mediante actividades físicas, lúdicas, prácticas y de las conversaciones con otras personas. El reto para los docentes, quienes cumplen un importante papel en dichos sistemas, está en generar, buscar, adecuar y utilizar estrategias atractivas para lograr motivare impulsar el atractivo por el conocimiento, especialmente en el plano de las ciencias naturales. Más (2006) presenta la desmotivación como una tendencia generalmente desalentadora, que no es sólo vista a los ojos de los docentes, sino también de los estudiantes, quienes vislumbran una serie de falencias que incrementan esta condición, por ejemplo: la falta de contextualización con la sociedad, temáticas de poca actualidad, métodos de enseñanza un tanto obsoletos y poco prácticos, escasez de prácticas de laboratorio y bajas calificaciones en las actividades evaluativas.

Galagovsky (2005) plantea que, paradójicamente, al mismo tiempo que la Química como disciplina avanza enormemente, la enseñanza de la misma se encuentra en crisis a nivel mundial. Situación preocupante, puesto que este fenómeno sucede tanto en los países anglosajones, como en los países latinoamericanos, donde se presenta una preocupante disminución en el número de escolares que continúan estudios universitarios de Química. Evidenciando así la imperiosa necesidad de replantearse el: ¿Qué enseñar? ¿Para qué y cómo enseñar esta ciencia a las nuevas generaciones, de manera que se despierte el interés por la misma y se revierta en un mejor aprendizaje por los educandos?

En Colombia, el panorama de la Química no es más alentador. Molina, Carriazo y Farías (2009) expresan que esto es evidente en los resultados del programa internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA) del año 2006, donde Colombia ocupó un puesto poco envidiable frente a las demás naciones participantes en dichas pruebas. De igual forma, según el reporte publicado por el periódico *El Tiempo* del 21 de octubre de 2012, muestra los resultados de la encuesta formulada por el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), donde se estipula que tan sólo el 0.8% de los estudiantes que terminan su bachillerato se inclinan por el estudio de esta carrera profesional.

Una propuesta tendiente a disminuir este creciente problema de apatía frente al estudio de la Química —la cual deriva del mismo origen social y humano de esta disciplina— es la integración e interacción de las distintas perspectivas de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS), orientadas a vincular el estudio de la Química al mundo real, al mundo palpable, donde el estudiante comprenda que es lo que está aprendiendo y para qué le va a servir ese conocimiento en su diario vivir, proyectando así el fortalecimiento del concepto ciencia para todos (Díaz, 2002).

Los REA son una forma de aprovechar los grandes beneficios y las posibilidades que prestan las nuevas tecnologías y el Internet en la docencia universitaria y media. En este caso particular, los laboratorios virtuales son espacios relativamente novedosos, en los entornos en línea. Viene a ser símil de los tradicionales laboratorios físicos, aunque están más orientados a la tarea específica del asesoramiento y solución de los problemas que se puedan presentar por la complejidad teórica de la temática, por lo que se hace necesario articularla con la parte experimental. Existen muchas prácticas Químicas que son muy complejas y costosas para ser desarrolladas en el laboratorio físico, de ahí que hacer una simulación inicial, o desarrollar completamente dicha práctica de forma virtual, puede evitar muchos contratiempos, como por ejemplo, los altos riesgos de accidentalidad, sobrecostos, deficiencia de equipos y reactivos, optimización del espacio académico, contaminación ambiental, etcétera (Pérez, Saiz y Miravalles.2006; Cabero, 2007; Cataldi, et al. 2008; Cataldi, et al. 2010).

Adicional a esto, se pueden integrar foros virtuales para generar una interacción grupal o individual entre docentes-estudiantes y estudiantes entre sí. Lo que apoyaría sin duda alguna el desarrollo del aprendizaje, puesto que facilitaría la comunicación, la cual es la herramienta clave en el proceso de asimilación del conocimiento. Los laboratorios virtuales de Química emplean simulaciones que mediante ecuaciones matemáticas modelan en forma ideal situaciones del mundo real. Significando en sí, un ahorro importante de esfuerzos, riesgos y materiales, más aún cuando pueden estar en peligro vidas humanas; es el caso de los simuladores de vuelo y la manipulación de materiales o maquinaria peligrosa (Pérez *et al.*, 2006). La tecnología ha proporcionado las herramientas y métodos para que el ambiente de simulación se transforme en un ambiente donde se integren vídeos, animaciones, gráficos interactivos, audio, narraciones, etcétera. Potencializando la asimilación efectiva del conocimiento en individuos que normalmente presentan diferentes modos de aprendizaje (Casanovas, 2005; Franco y Álvarez, 2007).

Cataldi, Donnamaría y Lage (2012) presentan una evaluación de las características de varios laboratorios virtuales como herramientas que motivan y facilitan el aprendizaje de la Química. Algunos ejemplos de REA en el área de Química son: ChemSketch, RasMol, Chime, 3D Angeles. Los cuales son ampliamente usados para representar o modelar moléculas, compuestos, ecuaciones y procesos. De igual manera, Cataldi, Dominighini, Chiarenza, y Lage (2011) presentan un conjunto de laboratorios virtuales que podrían ser empleados en la docencia de la Química, entre ellos tenemos: QuimiLab, VLabQ y Q Generator, Virtual Chemistry Lab, IrYdium Chemistry Lab, Crocodile Chemistry, VirtualChemLab y ChemLab.



Figura 1. Imagen del simulador ChemLab



Fuente: Captura de pantalla.

ChemLab (simulador empleado en la investigación), el cual pertenece a una empresa llamada Model Science Software, se dice que es un simulador de laboratorios dinámico y potente, donde además de elegir los módulos de simulación, el usuario puede crear también sus propios módulos prácticos. Existe una versión gratuita descargable desde Internet (<http://model-chemlab.softonic.com/>), aunque cabe destacar que se ve limitada en la función de permitirle al usuario generar sus propias simulaciones.

Método

La metodología empleada en el desarrollo de la investigación fue de carácter cualitativo con enfoque hermenéutico descriptivo porque se interesa principalmente de las “voces” propias de los sujetos y del modo en cómo expresan sus vivencias. Se puede decir que en cada narración está expresado el contexto sociocultural, las distintas percepciones acerca de las personas con quienes interactúan, sus vivencias particulares en el desarrollo de la práctica y los diversos significados sociales e institucionales en que este proceso tiene lugar.

Por otro lado, Flores y Valenzuela (2012) describen que la metodología cualitativa se refiere en su sentido más amplio a la investigación que produce datos descriptivos. Los autores mencionan que la investigación cualitativa es ricamente descriptiva, ya que las fotografías y las palabras, más que los números, son usadas para expresar lo que un investigador ha aprendido acerca del fenómeno que desea comunicar.

El marco contextual se ubica en el sur occidente Colombiano, en límites con la Amazonía. Aquí se encuentra ubicada la institución educativa de interés, la cual es una entidad de orden público, que beneficia con su labor educativa a una población aproximada de mil 200 estudiantes, que en general poseen escasos recursos económicos. De las actividades laborales que se desarrollan en la región se puede destacar la agricultura, la ganadería, los empleos estatales y el comercio en general.

La muestra seleccionada intencionalmente corresponde a 14 estudiantes. El contexto en el que se desarrolló el proyecto es en el aula de informática la cual se encontraba equipada con 18 computadores de mesa. Para la recolección de la información se realizaron entrevistas semiestructuradas, las cuales “se basan en una guía de asuntos o preguntas, donde hay la libertad de introducir cuestiones adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información sobre los temas deseados, es decir no todas las preguntas están predeterminadas” (Hernández *et al.*, 2006, p.597). También se emplearon grupos focales, observación directa, fotografía y videos. Con lo cual se buscó visualizar los aspectos generales del ejercicio realizado y las impresiones finales del proyecto investigativo.



Figura 2. Colegio Ciudad Mocoa, zona urbana en Colombia. (Arriba: materiales de laboratorio. Abajo derecha: mesón de laboratorio. Abajo izquierda panorámica del colegio)



La investigación se desarrolló en cuatro fases, en donde la primera de ellas consistió en la presentación del proyecto a estudiantes involucrados y a los directivos de la institución, así como el diseño y firma de las cartas de autorización por parte de los mismos. La segunda fase se enfocó en el diseño de los instrumentos empleados en la recolección de datos. Para lo anterior, se elaboró una entrevista que consta de 11 ítems enfocados en identificar las percepciones de los estudiantes sobre el laboratorio virtual, dificultades y potencialidades, interacción con compañeros y propuestas para mejorar la práctica virtual que los estudiantes deben responder. Igualmente, se utilizó la observación del estudiante, que consiste en un formato donde se encuentra estipulado el nombre del estudiante, la fecha de realización de la práctica y los hechos más relevantes que presente o experimente cada uno de ellos.

La tercera fase se enfocó en la interacción de los estudiantes con el simulador ChemLab, para esto se habilitaron 12 computadores, en las cuales se distribuyó a los 14 estudiantes de forma individual o en parejas. Durante este proceso se anotaron las observaciones relevantes de la práctica, se tomaron fotografías y se filmaron videos. Posteriormente se prosiguió a desarrollar las entrevistas.

La cuarta fase se encauzó en el tratamiento de la información recabada, la cual parte desde la lectura dada a las entrevistas, la observación directa y la visualización de los videos, con lo cual, se evidenciaron falencias estructurales en el diseño de las preguntas y el tiempo empleado para el desarrollo de las prácticas virtuales. Con lo anterior se reestructuró la entrevista, se reformuló el horario destinado a las experiencias prácticas y se formuló un encuentro grupal donde se aclararon algunos conceptos y significado de palabras empleadas, propias del léxico de los estudiantes. Subsanaos estos inconvenientes, se prosiguió a desarrollar más prácticas de laboratorio virtual que se encuentran prediseñadas en el simulador seleccionado. Al finalizar las sesiones prácticas, en una de ellas se aplicó nuevamente la entrevista (modificada) y se desarrollaron varios grupos focales, obteniendo información importante y suficiente para saturar las categorías preestablecidas.

Resultados

La información obtenida en los instrumentos mencionados anteriormente se estudió de acuerdo al planteamiento de Hernández, Fernández y Baptista (2006), definiendo unidades con significado, categorizándolas y asignándoles códigos de manera que fuese factible realizar la interpretación y análisis de las mismas. Los segmentos se agruparon en cuatro categorías. Para tal fin, las categorías formuladas fueron las siguientes: 1) enseñanza y aprendizaje, 2) capacidades y destrezas, 3) trabajo colaborativo, 4) implementación de laboratorios virtuales, las cuales se analizaron a la luz del marco teórico planteado. Los resultados respecto a la primera categoría son los siguientes.



Tabla 1. Relación Categoría 1/
marco teórico

Categoría: Enseñanza/ Aprendizaje

Marco Teórico

La situación actual del estudio de la Química está en un constante declive a nivel mundial. Una forma para minimizarlo puede ser la implementación de herramientas informáticas como los laboratorios virtuales que mitiguen las deficiencias infraestructurales o académicas que en los colegios o escuelas de lugares alejados se puedan presentar (Galagovsky, 2005).

Existe la necesidad de buscar y aplicar estrategias didácticas novedosas para la enseñanza de la Química, que propicien en el estudiante un aprendizaje activo y significativo (Fernández, Fernández y Merino, 2005).

La influencia de las nuevas tecnologías en la actual cultura, es una realidad que nos toca, o va a tocar a todos, con una u otra intensidad, directa o indirectamente (Franco y Álvarez, 2007).

Interpretación de resultados

El 90 % de los alumnos poseen una perspectiva negativa frente al estudio de la Química.

A la totalidad de estudiantes, (100%), les parece que los laboratorios virtuales son una excelente alternativa para favorecer el aprendizaje de la Química.

La totalidad de los estudiantes, solicitaban una explicación inicial y luego empiezan a explorar y desarrollar de forma autónoma el programa.

El 100% de los estudiantes, creen que estarán relacionados próximamente con distintas formas de la educación virtual. Y miran en la ejecución de laboratorios virtuales, una buena opción para irse familiarizando con este tipo de enseñanza.

Los estudiantes expresan que los LVQ, y en sí, la aplicación de la tecnología, podría favorecer significativamente el gusto por el estudio de la Química o podrían ser utilizados como mecanismo para profundizar o interiorizar los temas tratados. De igual forma se observó que un 70% de los estudiantes hacen ver el inconformismo sobre el desarrollo prevalente en una clase tradicional de Química, la cual la consideran poco dinámica y rutinaria, lo que queda expuesto en las palabras de dos estudiantes *“nosotros los estudiantes tendríamos una manera como más dinámica y así vamos a salir un poco de la rutina de estar sólo escribiendo y no sólo esto sino que también se nos facilita el desarrollo de las actividades y tendríamos otro ambiente”*.

Respecto a la segunda categoría se consolidaron los siguientes resultados.



Tabla 2. Relación Categoría 2/
marco teórico

Categoría: Capacidades y destrezas

Marco Teórico

Interpretación de resultados obtenidos

La alta afinidad de los niños y jóvenes por la tecnología es más que evidente. A diario se observa chicos con escasos años de edad manipulando artefactos tecnológicos de alta complejidad como si fueran juguetes de su diario vivir (Prensky, 2001).

Incrementan el manejo de determinadas competencias como la habilidad de gestión de la información, el trabajo en equipo, la capacidad crítica y autocrítica, así como la creatividad (Fernández et al., 2005).

El 80% de los alumnos presentaron alguna dificultad inicial en la ejecución del simulador, que en escaso tiempo fue superada. El 20% restante, inicio la práctica sin dificultades. Al finalizar el estudio, la totalidad de los estudiantes mostró gran interés por el manejo de esta herramienta, el cual ya era muy fluido.

De igual manera, los estudiantes han ido interiorizando algunos iconos o funciones de programas informáticos cotidianos, lo cual, revierten en el simulador y viceversa.

En esta categoría se desarrollan ideas sobre las capacidades innatas que poseen los estudiantes frente al manejo de estas herramientas, así como el reconocimiento de las potencialidades que el simulador “ChemLab” posee. Enfocadas en la simplicidad de diseño y analogía icónica con otros programas informáticos. Referente a lo anterior, un estudiante expresa “Manejan iguales barras de herramientas con programas como Word, Excel, Paint, Publisher, y algunos iconos son iguales como los de guardar, copiar, pegar, deshacer, etcétera”.

La tercera categoría exploró los beneficios sociales que fomentan los laboratorios virtuales, respecto a los datos tenemos.



Tabla 3. Relación Categoría 3/
marco teórico

Categoría: Trabajo colaborativo

Marco Teórico

Interpretación de resultados obtenidos

Se pueden integrar foros virtuales para generar una interacción grupal o individual entre docentes-estudiantes y estudiantes entre sí. Lo que apoyaría sin duda alguna el desarrollo del aprendizaje, puesto que facilitaría la comunicación. Herramienta clave en el proceso de asimilación del conocimiento. De la misma manera, la participación en foros beneficia el desarrollo social y podría ayudar a mitigar la baja participación de los estudiantes frente a un tema dado (Cabero, 2007).

Permiten realizar trabajo individual y colaborativo (Cabero, 2007).

El 100% de los estudiantes concluyó que los laboratorios virtuales ayudan o favorecen el proceso social dentro del grupo practicante, puesto que posibilitan la interacción entre estudiantes, ya sea para solicitar o brindar ayuda y para comparar resultados. De igual manera, dos estudiantes (17% aproximado), ven en los laboratorios virtuales una buena alternativa para emplear su tiempo libre, alejándose así de posibles circunstancias negativas de la sociedad.

Un estudiante expresa “los aportes que podrían dejar un laboratorio químico en grupo es que así podemos hacer más amigables con nuestros compañeros y aprender a compartir nuestros saberes”. Es evidente el marcado valor académico y pedagógico que los laboratorios virtuales ChemLab presentan en el trabajo colaborativo, donde no sólo se logra relacionar a los compañeros en un determinado equipo de trabajo, sino que extiende sus beneficios integradores a todo el curso. “Sí es chévere porque uno tiene dudas y los que saben le colaboran a uno explicándole, o sea, se hace bacano uno convive y comparte. Es una ayuda mutua”. Haciendo referencia con la palabra *bacano* (palabra muy usada por la juventud local) a algo que les agrada mucho y les llama la atención.

La cuarta categoría se enfocó a explorar la viabilidad de incorporar los laboratorios virtuales a las prácticas docentes de Química. Al respecto se evidenciaron dificultades en los equipos computacionales, desconocimiento del software e interpretación de algunos procedimientos señalados por el programa, de los cuales, los dos factores finales no supusieron un obstáculo relevante. Frente a lo que un estudiante expresa: “Al principio me pareció un poco difícil ya que era la primera vez que hacíamos un laboratorio virtual”.

A partir de las observaciones presentadas a lo largo del documento, se intuye una percepción global positiva de los estudiantes frente al simulador ChemLab, situación visible en cada uno de los métodos empleados para recabar información, por lo tanto fue común escuchar en los alumnos frases como: “Me pareció bacanísima porque ésta es una forma más fácil de aprender y es algo fuera de lo común. Y trabajaríamos con lo actual que son las tecnologías (computadores)”. De igual manera, los estudiantes, dan a conocer ventajas adicionales que la implementación de ChemLab presenta frente al empleo de este REA. Ventajas de gran importancia y relevancia, no sólo a nivel institucional, sino también a nivel global.



**Tabla 4. Relación Categoría 4/
marco teórico**

Categoría: Implementación de Laboratorios Virtuales

Marco Teórico

Interpretación de resultados

El objetivo de los laboratorios virtuales no es desplazar a los laboratorios físicos, sino dinamizar, apoyar o hacer más eficiente la experiencia del estudiante en los mismos (Cabero, 2007).

Permiten la posibilidad de trabajar en un ambiente seguro, ofrecer prácticas que por su alto costo no serían posibles en los colegios (Cabero, 2007).

Posibilitan la repetitividad de las prácticas desarrolladas a un costo mínimo, permiten trasladar el concepto de laboratorio incluso al domicilio del estudiante. Igualmente, minimizan la inversión de tiempo para la preparación de la práctica y “recogida” del material (Cabero, 2007).

Minimizan los riesgos de accidentalidad, sobrecostos, deficiencia de equipos y reactivos, optimización del espacio académico, contaminación ambiental, etc. (Cabero, 2007).

Los estudiantes opinan que los laboratorios virtuales son un excelente complemento a los laboratorios físicos, y que únicamente en caso de no existir estos últimos o estar en condiciones no aptas, los laboratorios virtuales deberían ser el único medio de práctica.

En total, los estudiantes determinaron 10 beneficios adicionales a los que hasta aquí se han presentado (carácter académico y social), los cuales hacen referencia a la parte: económica, funcionalidad, seguridad, ambiente, y comodidad en su ejecución, pues se pueden desarrollar en cualquier lugar donde exista un computador que posea el simulador.

En total, los estudiantes referentes de esta investigación han hecho notar diez beneficios adicionales a los expuestos en apartados anteriores. Los cuales, se han clasificado en los siguientes.

Beneficios económicos. Al respecto, un estudiante expresa “[...] sólo se necesita un computador para su uso, [...]. Podría influir de una manera muy positiva y económica para nuestros estudios ya que nos corta el desplazamiento a laboratorios cercanos para realizar las prácticas [...]. Evita el gasto en los materiales que tradicionalmente se usan para las pruebas realizadas en los laboratorios comunes [...]”.

Beneficios funcionales. Un estudiante frente a este hecho opinó. “Es muy bueno porque todo lo que necesitamos lo tenemos disponible en el computador en herramientas o elementos y sin necesidad de comprar ni que se nos rompan o dañen. [...]”.

Beneficios respecto a la seguridad. Dos alumnos expresan lo siguiente. “[...] podemos cuidar nuestra salud física y psicológica porque hay ocasiones que la contaminación causa daño”.

Beneficios respecto a la facilidad de manejo. El software implementado, presentó un aspecto visual y organizacional sencillo, facilitando su operación sin muchos tropiezos en el desarrollo de la experiencia virtual. Un estudiante expresó “Me pareció un software muy práctico y sencillo de manejar y no encontré problema en la aplicación del trabajo de prueba que aplicamos en la sala de informática”.

Beneficios ambientales. Los estudiantes destacan como una de las características más sobresalientes el impacto ambiental positivo que presentaría a nivel local y global la implementación masiva de los LVQ en la docencia de la Química. Dos estudiantes opinaron “[...] aportan en no contaminar el medio ambiente ya que los ensayos o laboratorios los hacemos por vía virtual”.

Beneficios respecto a la repetitividad de experiencias. Radica en la posibilidad de hacer las practicas una y otra vez, hasta lograr obtener el resultado esperado, para esto dos alumnos expresan: “[...] y si no nos queda bien lo intentamos hasta lograr el objetivo”.

Beneficios respecto al fomento de un aprendizaje innovador “más avanzado”. El hecho de experimentar programas informáticos, donde se traslada el laboratorio al computador, fue una experiencia motivadora para la totalidad de los sujetos de estudio. Para lo cual, un estudiante acentúa: “es más fácil el aprendizaje y más avanzado”.

Beneficios respecto a la eficacia y rapidez. La rapidez con la que se pueden desarrollar las prácticas es otro buen punto a favor, puesto que no hay que preparar los reactivos y

materiales previos al laboratorio, de igual manera, no hay que recoger el material, limpiar mesones ni desechar residuos al final de la experiencia (Cabero, 2007). Los estudiantes opinaron que estos son “eficaces rápidos y prácticos”.

Beneficios respecto a la comodidad para trabajar. Un estudiante expone que los LVQ “aportan facilidad y comodidad a la hora de aplicar procesos químicos ya que con un ordenador puede obtener un laboratorio virtual a su alcance”.

Discusión de resultados

En esta investigación se determinó que los estudiantes aceptan ChemLab como una herramienta que facilita y dinamiza el estudio de la Química, una asignatura que presenta poca aceptación por la mayoría de los educandos. De igual manera se corroboró el hecho de que los actuales estudiantes van de la mano de las tecnologías, tanto en su vida cotidiana como en el proceso educativo. Facilitando este último cuando las dos se integran y direccionan efectivamente en sus objetivos y, más aún, si se integran con el contexto social.

De igual importancia que lo dicho anteriormente, es el hecho que los estudiantes pueden desarrollar actividades adicionales mientras trabajan los LVQ, por ejemplo, escuchar música o consultar algunas páginas web, lo cual les da un ambiente más agradable a su modo de aprendizaje. Igualmente se puede decir que los adolescentes investigados tienen la capacidad innata para interactuar con este tipo de herramientas, puesto que en la práctica bastó con una breve descripción de la actividad y, al poco tiempo, ellos ya dominaban el programa.

Conclusiones

Es relevante destacar que la integración de este REA (ChemLab) en la pedagogía de la Química potencia la integración de los estudiantes, incluso de los que en circunstancias normales no interactúan positivamente, esto derivado de una comparación de resultados, busca de apoyo u ofrecimiento del mismo. Respecto a la implementación de laboratorios virtuales en el contexto educativo institucional se expresa que son fácilmente utilizables, puesto que lo manipularon sin mayor contratiempo. Adicional a lo anterior, se determinaron ventajas que convierte a estos en una buena opción como herramienta de apoyo a los laboratorios físicos o en casos extremos, como único medio de recreación de prácticas de laboratorio químico.

Futuros estudios

A partir de los resultados obtenidos que evidentemente son positivos, sería interesante profundizar el estudio de los laboratorios virtuales, referente a las siguientes preguntas de investigación, esperando que las mismas permitan dilucidar y clarificar la perspectiva de este REA en la didáctica de la Química:

- ¿Es la edad de los estudiantes un factor importante que afecte la percepción sobre la implementación de los LVQ en la educación?
- ¿Es posible que el efecto positivo generado por los LVQ en los estudiantes se mantenga o éste caduca a un determinado tiempo? Si es así, ¿en cuánto tiempo pierden los estudiantes el interés por esta herramienta?
- ¿Qué tan dispuestos están los estudiantes de secundaria a trabajar los LVQ de una manera autónoma en sus hogares?

Referencias

- Cabero, J. (2007). Las TIC's en la enseñanza de la Química: aportaciones desde la Tecnología Educativa. *Bodalo*, 1-34. Recuperado de: http://www.uruguayeduca.edu.uy/Userfiles/P0001/File/Quim_Crisis_galagovsky2.pdf
- Casanovas, I. (2005). La didáctica en el diseño de simuladores digitales para la formación universitaria en la toma de decisiones. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 2(6), 17-34. Recuperado de: <http://laboratorios.fi.uba.ar/lie/Revista/Articulos/020206/A3dic2005.pdf>
- Cataldi, Z; Donnamaría, C; Lage, F. (2008). Simuladores y laboratorios químicos virtuales: Educación para la acción en ambientes protegidos. *Quaderns Digitals*, (55), 1-10. Recuperado de: http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.VisualizaArticuloIU.visualiza&articulo_id=10814
- Cataldi, Z; Chiarenza, D; Dominighini, C; Donnamaría, M. C; Lage, F. J. (2010). TICs en la enseñanza de la Química. In XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/19848>
- Cataldi, Z; Dominighini, C; Chiarenza, D; Lage, F. (2011). Enseñando Química con TICs: Propuesta de Evaluación Laboratorios Virtuales de Química (LVQ). Trabajo Presentado en el congreso internacional EDUTEC. Buenos Aires, Argentina.

- Cataldi, Z; Donnamaría, M.C; Lage, F. J. (2012). Didáctica de la Química y TICs: Laboratorios virtuales, modelos y simulaciones como agentes de motivación y de cambio conceptual. In IV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/18979>
- Díaz, J.A (2002). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. Recuperado de: <http://www.oei.es/salactsi/acevedo2.htm>
- Driver, R; Guesne, E; Tiberghien, A. (1999). Ideas científicas en la infancia y la adolescencia (Vol. 8).Madrid, España: Ediciones Morata.
- El Tiempo, (1999, 24 de agosto) Las Carreras Profesionales De Mayor Preferencia En Colombia. El Tiempo, Obtenido el 21 de octubre del 2012. Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-898196>
- Fernández, F; Fernández, A; Merino, J. (2005). Cómo integrar investigación y docencia en el CV-UCM. Madrid, España: Complutense.
- Flores, M. y Valenzuela, R. (2012). *Fundamentos de investigación educativa*. México: Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey.
- Franco, I; Álvarez, F. (2007). Primer avance de investigación. Los simuladores, estrategia formativa en ambientes virtuales de aprendizaje. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 21, 1-10. Recuperado de: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/167/322>
- Galagovsky, L. (2005). La enseñanza de la Química preuniversitaria: ¿Qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes? Química Viva, mayo, 8-22. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86340102>
- Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación. Cuarta edición; México Distrito Federal: Mc Graw Hill.
- Pérez, G. B; Sáiz, F. B; Miravalles, A. F. (2006). Didáctica universitaria en entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje. Madrid, España: Narcea SA.
- Prensky, M. (2001). Nativos digitales, inmigrantes digitales. En el Horizonte (MCB University Press, 9 (5), 1-8. Recuperado de http://ceipbeataines.org/pluginfile.php/582/mod_resource/content/2/nativos_inmigrantes_digitales_marc_prensky_beata_ines.pdf

- Ramírez, M. S. (2013). Casos de formación e investigación en el área del movimiento educativo abierto usando tecnologías emergentes en Latinoamérica. *Revista Fuentes*, 13, 93-114. Disponible en: <http://catedra.ruv.itesm.mx/handle/987654321/754>
- Ramírez, M. S. y Burgos, J. V. (2012). Movimiento educativo abierto. Acceso, colaboración y movilización de recursos educativos abiertos [eBook]. México: Lulúeditorial digital. Disponible en <http://catedra.ruv.itesm.mx/handle/987654321/564> y en el sistema Temoa: <http://www.temoa.info/es/node/217889>
- Más, C. F. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida. *Educación Química*, 17(1), 222-227. Recuperado de: http://chemistrynetwork.pixel-online.org/data/SMO_db/doc/78_pdf961.pdf
- Molina M.F; Carriazo, J.G y Farías D. (2009, Octubre). Taller sobre el uso de los tipos de trabajo práctico como herramienta fundamental para enseñar ciencias. Trabajo presentado en el 4° Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, Bogotá, Colombia.
- Unigarro, M. (2004). Educación virtual: encuentro formativo en el ciberespacio. Bogotá, Colombia: Unab.

