

EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL IMPACTO DEL USO DE ENTORNOS VIRTUALES EN LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA EN CARRERAS DE INGENIERÍA (II).

Jorge Martínez, Adriana Stahl, Magdalena Dimitroff, María del Carmen Murillo.

jomartinez@efn.uncor.edu, astahl@iua.edu.ar, magdadimitroff@gmail.com,
mcmurillo@gmail.com.

Palabras Clave: Enseñanza de la Química, Entornos Virtuales, Laboratorio, Simulación, Ingeniería

Resumen:

El presente trabajo remite a la utilización de entornos virtuales para el apoyo académico en la asignatura Química. La presente contribución es la continuación de los resultados preliminares de una investigación que viene llevando adelante un equipo interdisciplinario, de la UNC y del IUA, en la cual se han llevado a cabo dos experiencias piloto.

La problemática empírica de enseñar química a estudiantes de Ingeniería, donde la instancia de aprendizaje en el laboratorio real no estaba inicialmente contemplada sugirió la pregunta de investigación: ¿pueden simulaciones virtuales paliar la falta de laboratorios donde realizar experiencias reales?, de cuya respuesta dependería la implementación de una innovación en el dictado de la disciplina.

La hipótesis subyacente en esta experiencia es que los entornos virtuales de enseñanza, como mediación instrumental, son eficaces para optimizar los aprendizajes de química que usualmente sólo se atribuyen al trabajo experimental de laboratorio. El encuadre teórico utilizado sigue la línea socio-histórica de Vigotsky, por la cual se considera a los laboratorios, así como a las experiencias virtuales, mediaciones instrumentales para el aprendizaje. Si se mantuvieran constantes las mediaciones sociales, dadas por la acción docente y las interacciones entre estudiantes, ¿habría diferencias significativas en los resultados de aprendizaje?

Para poner a prueba la eficacia de la mediación virtual se montó un diseño experimental, con control doble ciego. Los estudiantes fueron asignados aleatoriamente al grupo control o al experimental. Se consideró que el rendimiento disciplinar era un indicador viable de los aprendizajes logrados y se compararon los resultados de los diferentes grupos durante dos períodos lectivos. La investigación también consideró aspectos actitudinales y motivacionales al momento de evaluar el impacto de la experiencia, para lo cual se aplicaron cuestionarios cualitativos a los estudiantes bajo cada condición experimental. En este trabajo se presentarán los principales resultados obtenidos en la investigación.

Introducción

En las carreras de Ingeniería del Instituto Universitario Aeronáutico, la asignatura Química se dicta en el primer y segundo año a estudiantes que no han recibido ninguna nivelación previa de los contenidos de la misma. En el caso particular de Ingeniería en Telecomunicaciones e Ingeniería en Informática, Química -que es una materia netamente experimental- posee una asignación horaria semanal que no contemplaba, hasta el momento de la realización de este trabajo, las experiencias en laboratorio. Es en estas carreras donde se registra el mayor índice de abandono y reprobación, con el consecuente recursado.

Dentro de las acciones previstas para continuar con la mejora en el área Química, se encuentra la de trabajar con las nuevas tecnologías informáticas para ofrecer a los estudiantes la posibilidad de tener un contacto visual con la Química a través de la implementación de Laboratorios Virtuales.

El hecho de poder visualizar imágenes o fenómenos que son muy complejos para ser representados (por ejemplo, las estructuras atómicas y moleculares) o de poder relacionar visualmente diferentes propiedades, modelos, etc., facilita al alumno la formación de representaciones conceptuales que, de otro modo, resultan muy teóricas y más difíciles de construir.

La ilustración remite al lector a hacer una conexión conceptual a lo impreso, no para generar otra referencia visual distinta de la experiencia (Phillips et al, 2009).

La perspectiva sociocultural entiende que el aprendizaje es básicamente una experiencia mediada social y culturalmente. El encuadre teórico considera a los laboratorios, así como a las experiencias virtuales, mediaciones instrumentales para el aprendizaje, en la línea de la teoría socio-histórica de Vigotsky (2000). De acuerdo a esta teoría, los procesos psicológicos superiores (PPS), es decir, aquéllos que son adquiridos a través de la práctica social (procesos rudimentarios como la adquisición de la lengua oral) o de la escolarización (procesos avanzados como la adquisición de la lengua escrita y el conocimiento científico) se constituyen a partir del interjuego social, y son específicamente humanos. Pero en esa constitución juegan un papel fundamental las distintas formas de mediación semiótica que plantea la vida social. Es en este sentido que deben entenderse las mediaciones tecnológicas que planteamos en el presente trabajo. Si se mantuvieran constantes las mediaciones sociales, dadas por la acción docente y las interacciones entre estudiantes, pero se introdujeran

modificaciones en las mediaciones semióticas (tecnológicas / instrumentales) con que se vehiculiza la información, ¿habría diferencias significativas en los resultados de aprendizaje?

Coincidimos con Suarez Guerrero (2006) al considerar el carácter mediacional de un entorno virtual de aprendizaje. Como herramienta, “nos permite encaminar y controlar una forma de actividad externa”, y en cuanto signo, “regula la propia actividad de quien usa la herramienta modificando sus marcos de pensamiento a partir de situaciones específicas derivadas de la propia estructura de acción tecnológica, desde donde inclusive, se puede seguir generando otras formas de pensar y actuar”. Este último sentido es el considerado en esta experiencia.

Los entornos virtuales de aprendizaje, son un tipo de instrumentos de mediación que afectan de una manera concreta los procesos internos de los sujetos que interactúan con o a través de ellos.

Se sostiene la hipótesis de que los entornos virtuales de enseñanza, empleados como mediación instrumental, son eficaces para optimizar los aprendizajes de química, ayudando, de esta manera, a la construcción de los modelos mentales que permiten dar cuenta de los fenómenos descriptos.

Existen antecedentes en la investigación de la efectividad del uso de simuladores virtuales sobre el entendimiento de la Estructura Atómica y el Enlace Químico en relación a la instrucción tradicional como el de Abdoolatiff y Narod (2009). Casanova et al (2006) destacan ventajas del uso de las herramientas virtuales, ya que proporcionan experiencias que se pueden repetir cuantas veces sea necesario desde cualquier lugar sin ningún coste adicional en los recursos o de personal. Según Waldegg Casanova (2002), quienes propugnan por la integración de las NTIC para el aprendizaje de las ciencias afirman que estas tecnologías, desarrolladas y utilizadas adecuadamente, tienen la capacidad de:

- Presentar los materiales a través de múltiples medios y canales.
- Motivar e involucrar a los estudiantes en actividades de aprendizaje significativas.
- Proporcionar representaciones gráficas de conceptos y modelos abstractos.
- Mejorar el pensamiento crítico y otras habilidades y procesos cognitivos superiores.

El presente trabajo es la continuación de los resultados preliminares de una investigación que viene llevando adelante un equipo interdisciplinario, de la UNC y del

IUA, en la cual se han llevado a cabo dos experiencias piloto, en el marco de un proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba, analizando el rendimiento de los alumnos en la resolución de actividades complementarias en entornos virtuales; funcionando dichas actividades como mediación instrumental que apunta a mejorar las representaciones mentales de conceptos y modelos abstractos. También se evalúa el impacto motivacional y actitudinal que genera el uso de estos recursos.

Materiales y métodos

Para la investigación se montó un diseño experimental propiamente dicho: antes-después con grupo de control, sin muestreo. En la primer experiencia realizada con la cohorte 2010, se trabajó con la totalidad de estudiantes (34), de Ingeniería en Informática matriculados para cursar la asignatura en el segundo semestre, los cuales fueron asignados aleatoriamente, de modo doble ciego, al grupo experimental o control.

Al grupo experimental se le asignaron tareas en el aula virtual usando recursos virtuales animados e interactivos, mientras que el grupo control trabajó con un tutorial de estilo textual clásico.

Para un adecuado diagramado de la experiencia se procedió a la construcción de un instrumento de recolección de opinión autoadministrados que permitiera evaluar los temas problemáticos y aspectos generales de la enseñanza de la asignatura, así como también la opinión sobre los recursos virtuales. Autores como Horton (2007), entre otros, han realizado trabajos sobre las dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje de los distintos temas de la asignatura Química.

Se aplicó dicho instrumento a un número de 36 alumnos que cursaron Química durante el primer semestre de 2010. Del análisis de los resultados, se determinó que el tema sobre el cual se llevaría a cabo la experiencia piloto sería Electroquímica.

Haciendo uso de la plataforma E-ducativa, con la cual cuenta la institución, se habilitó un entorno virtual para cada grupo, experimental y control. Cada alumno era asignado automáticamente a cada actividad al introducir su clave.

El grupo experimental contaría con material animado (video explicativo) con la posibilidad de cambiar el nivel de análisis (de macro a micro). También incluiría un simulador de celdas galvánicas con posibilidad de modificar variables como: material del electrodo, tipo de electrolito y concentración de soluciones. Lo fundamental era la

posibilidad que el alumno pudiera configurar el dispositivo, repetir la experiencia la cantidad de veces que fuera necesaria, revertir procesos, y también cambiar la escala de análisis. El grupo control solo recibió una presentación tutorial en power point sobre los mismos contenidos de electroquímica, sin ningún tipo de animación, ni posibilidad de interacción con una situación experimental.

Se procedió al armado de la actividad que llevarían a cabo ambos grupos. En ambos casos se trataba de una guía que presentaba un link a un recurso de la red y un posterior cuestionario orientativo. En el caso del grupo experimental se le ofrecía enfrentar situaciones experimentales distintas, y las preguntas apuntaban a problematizar las evidencias obtenidas. En el caso del grupo control la consigna era más escueta y apuntaba a leer atentamente el material, explicar el cambio químico ocurrido y replicar un esquema experimental en lápiz y papel de una celda galvánica.

Durante el tiempo que duró la experiencia se continuó con el desarrollo de las clases presenciales habituales, comunes a los dos grupos, sobre el tema electroquímica.

Se consideró que el rendimiento disciplinar era un indicador viable de los aprendizajes logrados, por lo cual, al finalizar la experiencia se aplicaron idénticas evaluaciones de aprendizaje, sobre el tema electroquímica, a ambos grupos.

También se aplicó un cuestionario de opinión sobre las impresiones dejadas por el uso de los recursos virtuales con el fin de valorar aspectos actitudinales y motivacionales de la experiencia.

Con el fin de mejorar algunas características de la experiencia y de aumentar la base de datos estadísticos, en el año 2011, se repitió la experiencia con una nueva cohorte de alumnos de Ingeniería en Telecomunicaciones que cursaban la asignatura Química. Debido a que la primer experiencia mostró que los dos grupos valoraron de manera similar el efecto motivacional de los recursos usados, a pesar de que nuestro grupo de trabajo había considerado neutro el material administrado al grupo control, en la segunda experiencia el grupo experimental dispuso de la misma herramienta virtual que usaría el control (tutorial en power point) para disminuir la diferencia de los estímulos.

Resultados

Con el fin de evaluar las impresiones de los alumnos en relación tanto al impacto que tuvo el uso de los recursos a nivel del su aprendizaje como a aspectos propios del recurso usado, se aplicó un cuestionario con preguntas cerradas y abiertas.

El primer conjunto de preguntas no mostró diferencia en las respuestas dadas por el grupo experimental y el control para ninguna de las dos cohortes. Se listan algunos ejemplos a continuación.

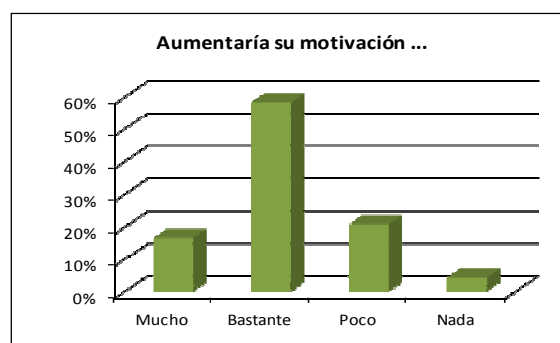
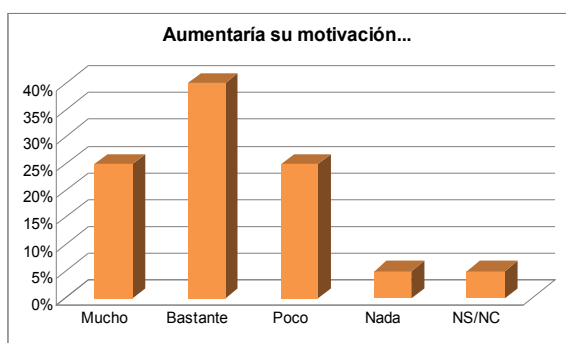
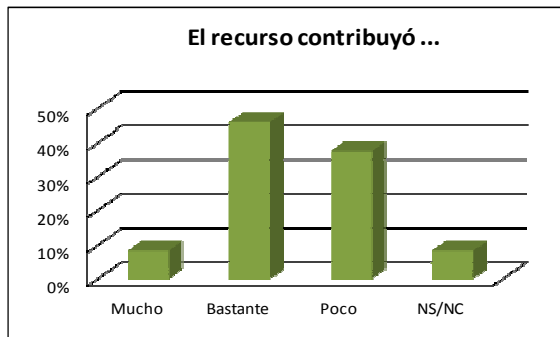
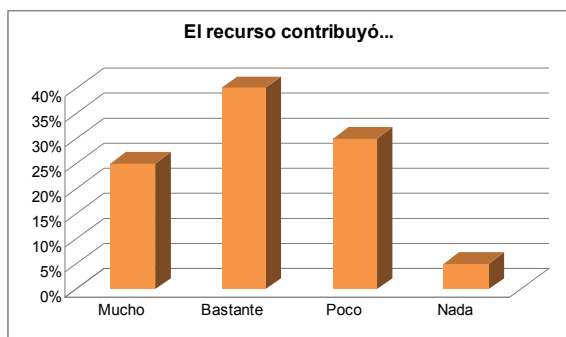
Ante la pregunta “¿El recurso que utilizó contribuyó a su comprensión del tema?”, el 65% de la cohorte 2010 y el 54% de la 2011 lo evaluó de forma positiva (“mucho” o “bastante”), sin distinguirse claras diferencias a qué grupo pertenecía. Valoración similar positiva obtuvo la pregunta sobre si “¿cree que la inclusión más frecuente de recursos como el que usó aumentaría su motivación hacia la asignatura?”, siendo del 65% y 75% para las cohortes 2010 y 2011 respectivamente

También es llamativo que la inmensa mayoría de los alumnos de los dos grupos (95% de la cohorte 2010 y 80% de la cohorte 2011) considera “muy atractivo” o “bastante atractivo” como respuesta a como “¿considera el trabajar con un recurso virtual?”.

En cuanto a si “¿cree que la inclusión más frecuente de recursos como el que usó aumentaría su comprensión de la asignatura?”, el 75% y 84% de los alumnos de las respectivas cohortes dio una respuesta positiva.

Cohorte 2010

Cohorte 2011



Donde sí se reconocen diferencias entre los dos grupos de estudiantes es al momento de valorar distintos aspectos del recurso en función de su experiencia, en este caso la escala iba de 1 (bajo) a 10 (alto).

Un aspecto central del trabajo está en el **atractivo visual** del recurso donde el 80% del grupo experimental le asigna los valores más altos (8 a 10), mientras que en ese rango el grupo control ubica un 20% de sus respuestas. En el caso de la cohorte 2011 si bien las opiniones vertidas no reflejan el mismo optimismo que la cohorte 2010, el grupo experimental, en el 100% de los casos, asigna valores de 6 o más a esta pregunta, mientras que el grupo control otorga valores de 6 o menos en el 92% de los casos.

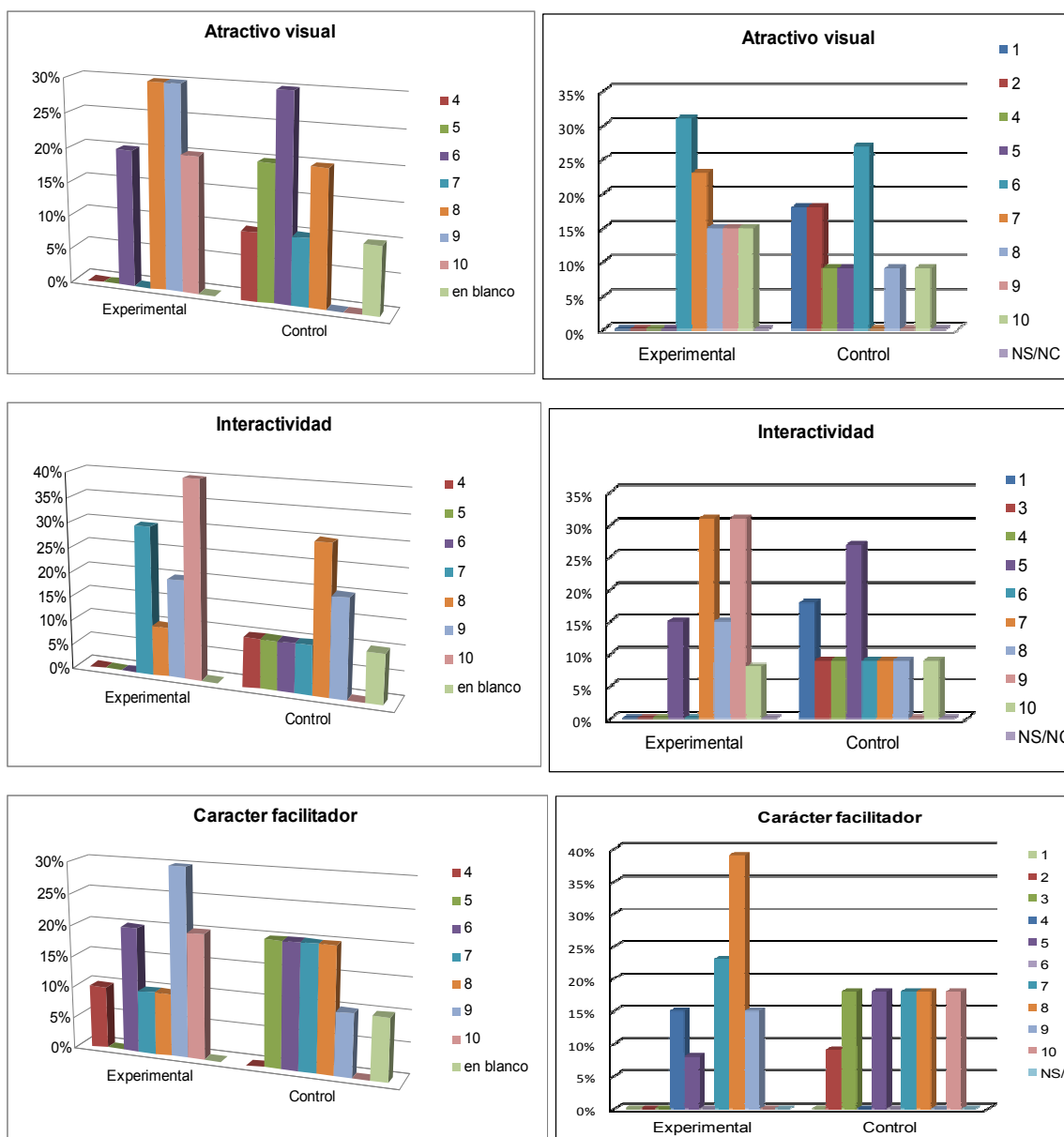
La **interactividad**, en tanto “le permitió ir, volver, ensayar, “jugar” con el material”, fue destacado por el grupo experimental con un 60% de respuestas con valores de 9 o 10, mientras que el 20% de las respuestas del grupo control se encuentran en ese rango. Para la cohorte 2011 diferencia aún más este aspecto, el 54% del grupo experimental responde con valores de 8 a 10, mientras que las respuestas del grupo control son más dispersas tendiendo a una distribución uniforme, abarcando para el mismo rango de puntuación el 18%.

Al momento de evaluar la **disponibilidad**, en tanto “le permitió volver sobre el material en otro momento, a diferencia de las clases presenciales”, en ambas cohortes se observa un mayor valoración de este aspecto por el grupo experimental con respecto al control. En el caso de la cohorte 2010 en el rango de puntuaciones de 9 a 10 en el grupo experimental le correspondió el 60% y en el grupo control el 40%, mientras que para la cohorte 2011 en el rango de puntuaciones de 7 a 10 se ubicaron el 92% de las respuestas del grupo experimental y el 63% de las del grupo control

El **carácter facilitador**, en tanto “la forma de presentación lo ayudó a comprender el tema”, muestra aún mayor diferencia en la valoración positiva a favor del grupo experimental. Para la cohorte 2010 el 60% de las respuestas se concentran en el rango de puntajes de 8 a 10, mientras que en el grupo control ese rango tiene 30%. En el caso de la cohorte 2011 el 77% de las respuestas del grupo experimental y el 44% del grupo control se encuentran en el rango de puntajes de 7 a 10, evidenciando este último grupo mayor dispersión en sus respuestas.

Cohorte 2010

Cohorte 2011



Una vez concluido el desarrollo de la unidad temática “Electroquímica”, y con el fin de evaluar el impacto del uso de los recursos virtuales sobre el aprendizaje, se procedió a una evaluación de cierre. Los dos grupos, experimental y control, compartían el dictado presencial de la materia con la misma docente. Por la comparación de los resultados se buscó evaluar los efectos del uso de los recursos virtuales.

El análisis estadístico de la diferencia de rendimiento académico entre los grupos se llevó a cabo usando una prueba T de Student, de un extremo. Se compararon las medias del grupo experimental con las del grupo control por un lado (Tabla 1), y las del grupo experimental con los no participantes por otro (Tabla 2). En ninguno de los dos casos la prueba es estadísticamente significativa. Sin embargo es llamativa una tendencia a un mejor rendimiento en aquellos alumnos que dispusieron del uso de

recursos virtuales animados e interactivos, con respecto a los que hicieron uso de recursos virtuales textuales ($p = 0.395$) y en mayor medida con aquellos que no participaron de la experiencia ($p = 0.1411$).

Grupo 1	Grupo 2	n_1	n_2	Media (1)	Media (2)	T	p	prueba
Experimental	Control	10	10	2.90	2.65	0.27	0.3950	UnilatD

Tabla 1. Prueba T de Student, grupo experimental y grupo control - Cohorte 2010

Grupo 1	Grupo 2	n_1	n_2	Media (1)	Media (2)	T	p	prueba
Experimental	No participó	10	6	2.90	1.83	1.12	0.1411	UnilatD

Tabla 2. Prueba T de Student, grupo experimental y grupo no participante - Cohorte 2010

Con el fin de mejorar algunas características de la experiencia y de aumentar la base de datos estadísticos, en el año 2011, se repitió la experiencia con una nueva cohorte. En este caso, si bien los materiales usados fueron los mismos se sumó al grupo experimental la herramienta virtual que usaría el control para que el umbral de estímulo fuera el mismo. Al final de la experiencia se evaluó el rendimiento académico, y se aplicaron las mismas pruebas estadísticas para comparar ambos grupos (Tabla 3). En esta oportunidad se verificó un aumento en el promedio de notas de ambos grupos, y por otro lado se obtuvo mejor rendimiento, estadísticamente significativo, de los alumnos que dispusieron de recursos virtuales animados e interactivos con respecto a los que hicieron uso de recursos virtuales textuales ($p = 0.0325$).

Grupo 1	Grupo 2	n_1	n_2	Media (1)	Media (2)	T	p	prueba
Experimental	Control	13	11	6.23	4.09	1.94	0.0325	UnilatD

Tabla 3. Prueba T de Student, grupo experimental y grupo control - Cohorte 2011

Conclusiones

- Un aspecto a rescatar de esta experiencia es el alto nivel de motivación que despiertan estos recursos, más allá de cual sea su tipo, reflejado en las respuestas a las preguntas “la inclusión más frecuente de recursos como el que usó aumentaría su motivación hacia la asignatura”, como en si “cree que la inclusión más frecuente de recursos como el que usó aumentaría su motivación de la asignatura”. El entorno en si mismo generó expectativas positivas en los

estudiantes de los dos grupos, y esta actitud positiva debe ser aprovechada como herramienta para involucrarlos en las tareas de aprendizaje.

- La característica de “interactividad” del recurso, destacada por el grupo experimental consolida la idea del valor reflexivo de la herramienta usada. Este aspecto es central en tanto se planteaba a la mediación instrumental como facilitadora de la construcción de los modelos mentales que permiten dar cuenta de los fenómenos descritos, ayudando a que los alumnos puedan generar reacomodamientos conceptuales generadores de nuevas preguntas.
- El impacto de la visualización de los fenómenos en una comprensión integral de los conceptos de la Química, por medio de la asistencia virtual, ha sido destacada por el grupo experimental en las respuestas del cuestionario referidas tanto al “atractivo visual” como al “carácter facilitador” del recurso.
- Resulta importante destacar que la mera introducción de estos nuevos entornos de aprendizaje no producirá cambios automáticos en las actitudes y rendimientos del estudiante. El uso de recursos virtuales supone un modelo pedagógico distinto al clásico de las clases presenciales, y una planificación a largo plazo en la introducción de las nuevas herramientas tecnológicas.
- Los resultados de los exámenes disciplinares permiten ser optimistas al momento de evaluar el impacto del uso de estos recursos en el rendimiento académico de los alumnos de Química, con la consiguiente disminución en el recursado o abandono de la materia. En este mismo sentido es de resaltar que no siempre una mejor percepción por parte de los estudiantes de los beneficios obtenidos por los instrumentos usados va acompañado de mejores resultados académicos.
- Las actividades virtuales desarrolladas en la propia clase -como la planteada a los alumnos en esta experiencia- han demostrado ser una ayuda en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Poseen un alto poder comunicativo alumno-contenido-docente que creemos ha facilitado la ampliación y el refuerzo de conceptos. Esto nos permite proyectar la inclusión de actividades virtuales semejantes en el resto de las temáticas contenidas en el programa de la asignatura con el fin de salvar –dentro de lo posible- algunas dificultades de

aprendizaje detectadas en los alumnos. No se trata de acumular información en los alumnos sino de ofrecerles distintas alternativas para que ellos puedan apropiarse del conocimiento. Con este mismo fin en el plan de actividades prevista para el alumno, en la guía de trabajos prácticos, habrá que incorporar preguntas orientadoras para el mejor aprovechamiento de estas simulaciones en el aprendizaje.

Bibliografía

Abdoolatiff, S. and Narod, F.B. (2009). *“Investigating the Effectiveness of Computer Simulations in the Teaching of “Atomic Structure and Bonding””*. En *Chemistry Education in the ICT Age*, Isbn: 978-1-4020-9732-4. Editors: Gupta-Bhowon, Minu; Jhaumeer-Laulloo, Sabina; Li Kam Wah, Henri; Ramasami, Ponnadurai.

Casanova, R., Civelli, J., Kimbrough, D., Heath, B. and Reeves, J. (2006). *“Distance Learning: A Viable Alternative to the Conventional Lecture–Lab Format in General Chemistry”*. *Journal of Chemical Education*, v. 83, N° 3, p. 501-507.

Horton, Christopher. (2007). *“Student Alternative Conceptions in Chemistry”*. *California Journal of Science Education*, Vol VII, Issue 2 – Spring, 2007.

Phillips, L., Norris, S. y Macnab, J. (2010). *“Visualization in Mathematics, Reading and Science Education”*. Editor: Springer. 107 pp.

Salomon, G. (1992). “Las diversas influencias de la tecnología en desarrollo de la mente”. *Infancia y Aprendizaje*, ISSN 0210-3702, N° 58, págs. 143-159.

Suárez Guerrero, C. (2006). “Los entornos virtuales de aprendizaje como instrumento de mediación”. *Revista Electrónica, Teoría de la educación*. 21 (7).

Recuperado el 8 marzo de 2008, de

http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_04/n4_art_suarez.htm

VIGOTSKY, L. (2000). *“El desarrollo de los procesos psicológicos superiores”*. Barcelona, Crítica.

Waldegg Casanova, G. (2002) "El uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias". REDIE: Revista Electrónica de Investigación Educativa, ISSN 1607-4041, Vol. 4, N°. 1.

[\[http://redie.ens.uabc.mx/vol4no1/contenido-waldegg.html\]](http://redie.ens.uabc.mx/vol4no1/contenido-waldegg.html)