Impacto Educativo del Laboratorio Virtual Propiedades Coligativas a través del Tiempo

Gladys E. Machado, Manuel Alvarez Dávila, Solange D. Suarez

Departamento de Ingeniería Química
Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional
60 y 124 s/n, e-mail: gmachado@frlp.utn.edu.ar

Resumen

En el presente trabajo de investigación se realiza una aplicación eficiente y efectiva de la utilización de las TICs como concepto de entorno virtual de experimentación, específicamente la implementación de un laboratorio virtual dirigido al proceso de enseñanza-aprendizaje habiendo evaluado el conocimiento luego de trascendido dos años de su incorporación y ya como eslabón previo.
Destinado a la carrera de Ingeniería especialidad Química en la asignatura en Química General impartida en el primer año como parte de las ciencias básicas y en Fisicoquímica de tercer año, como parte de las tecnologías aplicadas. Se ha analizado el impacto educativo a partir de la respuesta del alumnado.

Palabras clave: *laboratorio virtual, ingeniería, enseñanza - aprendizaje, conocimientos previos.*

Introducción

Desde un punto de vista cognitivo, el sistema humano de aprendizaje está activo en todo momento. Desde el nacimiento, a lo largo de la vida, y hasta el final de la misma, en los seres humanos se producen distintos procesos de aprendizaje, con resultados diversos, aunque coherentes (Mosterín, 2006). De esta forma, el activar experiencias y conocimientos previos con los que se relaciona e integra el nuevo conocimiento, es un proceso que implica atribución de significado y/o comprensión de conceptos.
Las estrategias cognitivas operan en los procesos de adquisición de la información entrante, su organización, recuperación o activación y utilización del conocimiento disponible en la memoria semántica (Rivas Navarro, 2008); es decir, concierne a los procesos de regulación y control que gobiernan los procesos mentales y el pensamiento en general, tales como los procesos de atención, percepción, memoria, etc., afectando a un gran número de actividades del procesamiento de la información.
Es entonces que la asignatura Química General requiere de capacidades y competencias para la abstracción, imaginación y, como toda ciencia en la actualidad, el manejo de herramientas informáticas.
Estas cualidades pueden obtenerse favoreciendo el desarrollo científico. Una manera de lograrlo es enfrentar al discente con situaciones que impliquen la utilización de elementos tecnológicos.
Las condiciones en la enseñanza de la Ingeniería, Carrera en la que está inmersa Química General, ha tenido en los últimos años grandes avances, sobre todo en atención a la adquisición del conocimiento en el alumno. Varios paradigmas han ido configurando los actuales diseños curriculares tanto como la capacitación de los docentes en la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación de acuerdo a las necesidades y requerimientos de una sociedad con vertiginoso avance,

(Peralta, 2016; Gillett, 2001; Armstrong, 2005; Byrne et al., 2009).
Si bien muchas veces los rápidos cambios de la tecnología no tienen cabida temporal en la formación de un ingeniero y por lo tanto se conservan los métodos tradicionales, se hace necesaria la aplicación de diferentes alternativas de aprendizaje (Prausnitz, 2001; Barberá Valdéz, 1996).
El método experimental tiene como finalidad que los estudiantes entiendan perfectamente los conceptos que ahí se llevan a cabo, a partir de la teoría expresada en el aula. Estos conceptos agrupados lógicamente en el sistema de enseñanza permiten que la conceptualización y su aplicación sean comprobables dentro de los laboratorios. Por lo tanto, más que enfatizar el manejo de fórmulas, el laboratorio debe tratar de promover un entendimiento más profundo de conceptos fundamentales, por medio de un proceso de predicción y prueba (Felder, 2007).
Las nuevas técnicas o procesos virtuales complementan o renuevan muchas de las prácticas realizadas en el laboratorio presencial desde hace décadas, permitiendo el desarrollo, exploración y producción con mejores resultados y un mayor grado de sensibilidad y precisión (Marzocchi, V. A. et al. 2005; Arias Villamizar, 2009).
El laboratorio virtual es un modelo de representación de un lugar dotado con los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos y trabajos de carácter científico o técnico producido por un sistema informático. Que surge a raíz de la necesidad de crear sistemas de apoyo al estudiante para sus prácticas de laboratorio cumpliendo con el objetivo de optimizar el proceso y la demanda de recursos en infraestructura (Cataldi, Z. y otros. 2011; Amaya Franky, 2009).
El laboratorio virtual de "Propiedades Coligativas" permitió conocer la aplicación de un laboratorio virtual dirigido al proceso de enseñanza-aprendizaje habiendo evaluado el conocimiento luego de trascendido dos años de su incorporación y ya como eslabón previo.

Objetivo

El objetivo principal ha sido analizar el aporte de la utilización de un laboratorio virtual en la adquisición de un conocimiento que con el paso de los años se convertiría en previo a un conocimiento superior. Es decir, como medio para potenciar el aprendizaje significativo y su incidencia en el rendimiento de los estudiantes, comparando sus resultados académicos con el de aquellos que sólo utilizaron los espacios reales de laboratorio.

Materiales y Método

Características del curso, población y muestra

En el desarrollo de la presente investigación participó un grupo de alumnos de primer año de Química General, dictada para la Carrera Ingeniería Química, de los ciclos lectivos 2011 al 2015. Durante el período 2011 al 2012 sólo utilizaron los espacios reales de laboratorio, y del período 2013 al 2015 se dictó el laboratorio virtual "Propiedades Coligativas" que luego fuera evaluado en la asignatura Físicoquímica de tercer año. La muestra representativa fue de 10 discentes por ciclo lectivo a los que se les realizó el seguimiento.

Metodología pedagógico-didáctica

Se trata de una investigación comparativa con un diseño experimental que fomenta el uso de una tecnología educativa, combinando procedimientos de obtención de información y de análisis cuantitativo.
Para realizar la actividad de laboratorio sobre la que centra la investigación, se proporcionó al alumnado de una guía de trabajos prácticos en la que constaban los objetivos del laboratorio, fórmulas y cálculos necesarios, la técnica operativa y lógicamente, una página web en la cual ingresar para llevar a cabo el mismo.
Para recopilar la información y procesarla estadísticamente, se plantearon las siguientes herramientas y técnicas:

a) Confección del marco teórico.
b) Implementación de dicha actividad en el Laboratorio Virtual de la Universidad Estatal de Ciencia y Tecnología de Iowa de Estados Unidos, software de libre de uso vía internet.
c) Análisis comparativo de los resultados obtenidos en aquellos años en los que los alumnos aplicaron al laboratorio virtual y su respuesta en años posteriores de aquellos alumnos que no aplicaron al laboratorio virtual.

Actividad de laboratorio

La actividad de laboratorio virtual se aplica al contenido "Propiedades Coligativas" que consta de los siguientes objetivos:

- Determinar la masa molar de un soluto por crioscopía.
- Comparar el descenso crioscópico de soluciones de solutos disociables y no disociables.

De esta forma, una vez que han ingresado al laboratorio virtual los estudiantes deben seleccionar el soluto y solvente a emplear para la demostración (benceno y azufre respectivamente), y configurar el simulador de acuerdo a los objetivos planteados (baño en frío).

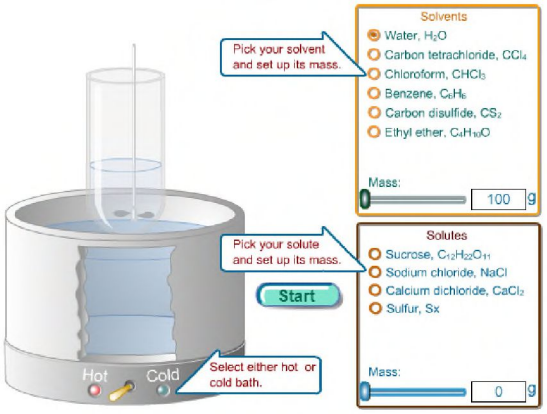

Figura 1, Selección de condiciones de trabajo

La guía estará constituida por una serie de pasos a seguir para determinar diversos parámetros, tal y como se describe a continuación:

Temperatura de fusión del solvente puro

a) Elegir la masa del solvente a utilizar: 200 g de benceno.
b) Colocar la llave del termostato en posición frío (cold). Iniciar el enfriamiento haciendo click en Start.
c) Una vez que no cambie más la lectura, anotar la temperatura de fusión del benceno puro (T^0_f) y el valor de la constante crioscópica (K_f).

Temperatura de fusión de la solución

a) Seleccionar nuevamente el mismo solvente: 200 g de benceno.
b) Seleccionar una masa de 5 g de Azufre (soluto).
c) Accionar Start para iniciar el enfriamiento y se toma el valor de T_f.
d) Una vez que no cambie más la lectura, anotar la temperatura de fusión de la solución ($T_{f\,solución}$).
e) Calcular la molalidad de la solución, la masa molar del Azufre y su atomicidad.

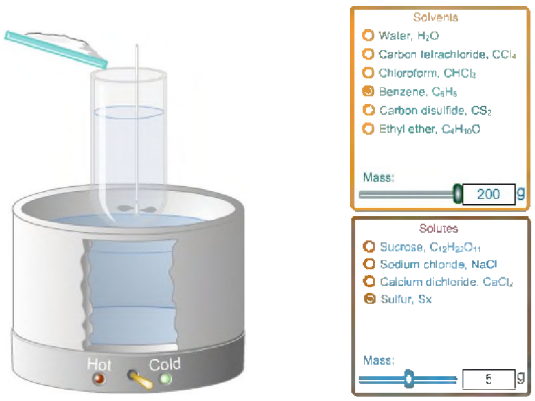

Figura 3, Desarrollo de las Actividades I

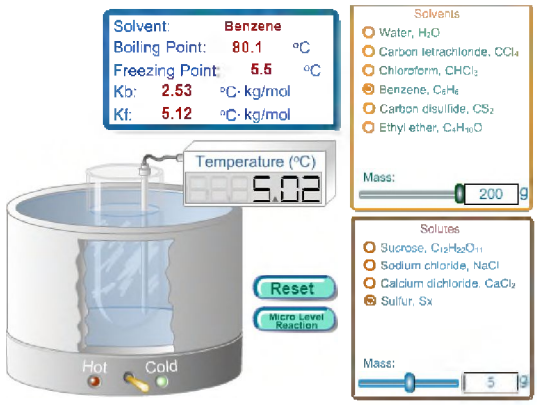

Figura 3, Desarrollo de las Actividades II

En este punto, los alumnos deben recordar y aplicar los conceptos teóricos que han vista en clase para así realizar los cálculos solicitados y obtener las conclusiones pertinentes.

$\Delta t_f = K_f . m$ (Ecuación 1)

$m = \omega sto / MM_{sto} . \omega_{svte}$ (Ecuación 2)

$Atomicidad = MM_{calculada} / MA_{de\ tabla}$ (Ecuación 3)

Donde:
m = molalidad (moles soluto/ kg solvente)
K_f = constante crioscópica (°C kg/mol)
ω_{sto} = masa de soluto utilizada (g)
ω_{svte} = masa de solvente utilizada (kg)
MM_{sto} = masa molar del soluto (g/mol)

Temperatura fusión svte	5,5 °C	Descenso crioscópico 0,5 °C
Temperatura fusión solución	5 °C	
Constante crioscópica del benceno, K_f	5,12 °C$_x$Kg/mol	Molalidad 0,097 molal
Masa de Azufre, w_{sto}	5 g	Masa molar del soluto 256 g/mol
Masa de benceno, w_{svte}	0,2 kg	
Masa atómica del Azufre (de tabla periódica)	32 g/mol	Atomicidad del Azufre 8

Tabla 1, Expresión de los Resultados

La siguiente parte del trabajo práctico es comparar el descenso crioscópico de soluciones de solutos disociables y no disociables, aplicando los mismos criterios de selección que en los pasos previos. Así, se determinará el factor de Van't Hoff (i), el cual indica el número de iones que componen a una sal por unidad formular.

$i = \Delta t_{f\ (medida)} / \Delta t_{f\ (calculada\ para\ un\ no\ electrolito)}$ (Ecuación 4)

	w_{sto}	w_{svte}	$t_{fmedida}$	Δt_f medida	Molalidad, m	Δt_f calculada	i calculada
Solución sacarosa	10 g	0,1 kg	-0,5 °C	0,5 °C	0,29	0,54 °C	0,9
Solución NaCl	1,8 g	0,1 kg	-1,12 °C	1,12 °C	0,3	0,56 °C	2
Solución $CaCl_2$	3,3 g	0,1 kg	-1,61 °C	1,61 °C	0,29	0,54 °C	3

Tabla 2, Comparación de Factores de Van't Hoff para diversas soluciones

Observando las Tablas 1 y 2 los alumnos deben interpretar la diferencia entre los valores de $\Delta_{tmedida}$ y $\Delta_{tcalculada}$ para la fusión de las distintas soluciones.

Resultados y Discusión

Se muestra a continuación la cantidad porcentual de alumnos que aplicaron el laboratorio virtual "Propiedades Coligativas", sucedido en los años 2013 al 2015, y los que no entre los años 2011 al 2012, Figura 4.

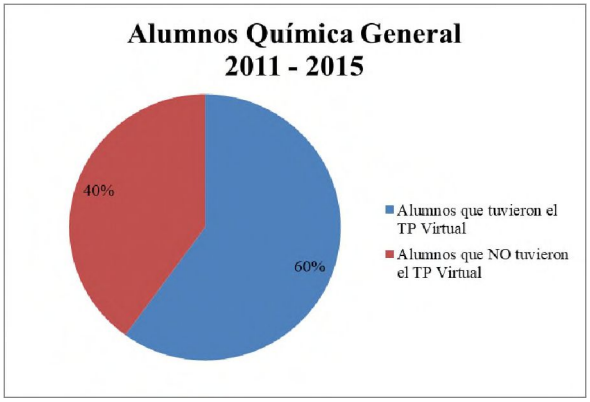

Figura 4, Constitución del espacio muestral

Luego de la realización del trabajo práctico se confeccionó una evaluación formal escrita con el fin de verificar la acumulación de los conceptos y el dominio de análisis de una situación concreta o de un procedimiento complejo, siempre aplicado al tema bajo estudio.
Los promedios obtenidos en la asignatura Química General respecto del contenido Propiedades Coligativas se muestran en la Tabla 3. Se observa un aumento en las calificaciones demostrando la viabilidad de la herramienta al conformar el conocimiento.

Muestra	Calificaciones Qca. Gral. 2011	Calificaciones Qca. Gral. 2012	Calificaciones Qca. Gral. 2013	Calificaciones Qca. Gral. 2014	Calificaciones Qca. Gral. 2015
10 alumnos	6,70	6,90	7,67	8,00	7,72

Tabla 3, Calificaciones promedio Química General

Idéntica situación se generó en la asignatura Fisicoquímica respecto del mismo contenido que tuvo la particularidad de que en los años 2015 al 2017, los alumnos que cursaron esa asignatura habían realizado en forma previa el laboratorio virtual como herramienta para cimentar el conocimiento, demostrando así excelentes resultados.

Muestra	Calificaciones Fisicoquímica 2013	Calificaciones Fisicoquímica 2014	Calificaciones Fisicoquímica 2015	Calificaciones Fisicoquímica. 2016	Calificaciones Fisicoquímica 2017
10 alumnos	6,30	7,00	7,80	8,30	8,50

Tabla 3, Calificaciones promedio Fisicoquímica

De esta forma, se compararon los promedios de los alumnos en ambas materias con una reserva de conocimiento previo adquirido de manera virtual en el laboratorio Propiedades Coligativas. Como puede observarse ha habido un aumento taxativo en los años siguientes a la aplicación del laboratorio virtual, Figura 5.

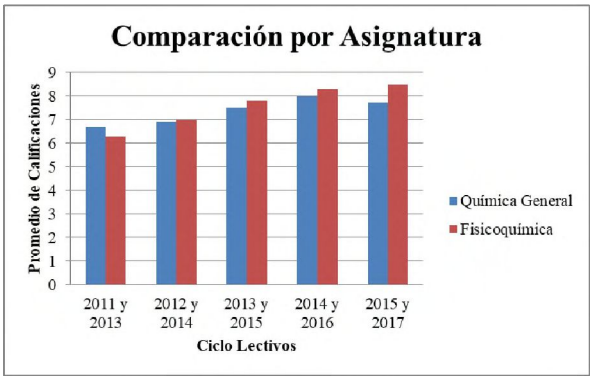

Figura 5, Comparación entre Asignaturas de la Carrera

Referente a si otras condiciones pudieron haber colaborado a tal argumentación se informa que la muestra es representativa y restringida a determinada categoría académica de alumnos, no en forma aleatoria. Es decir que los alumnos seleccionados fueron aquellos que cursaron la Carrera al día sin saltarse ninguna asignatura de niveles intermedios y respetando el régimen de correlatividades que establece la Especialidad.

Conclusiones

La elaboración mental que un individuo necesita para un aprendizaje satisfactorio requiere tiempo, mucho más del que se dedica normalmente al estudio de cualquier tema en el transcurso de una asignatura, y a su vez requiere del correcto anclaje de contenidos a medida que pasan los años dentro de la Universidad.
Estadísticamente, la realización de la actividad de laboratorio en forma virtual obtuvo resultados positivos pedagógicamente fijando el conocimiento al permitir su utilización como previo través del tiempo. También es segura pues se posibilitó el acceso a una herramienta con descripciones claras, sin límite de tiempo, sencilla de manejar, sin riesgos, inclusiva y de bajo coste entre otras. No obstante debe tenerse en claro que todo recurso es un medio y no un fin en sí mismo.

Referencias

Amaya Franky, G. (2009). *Laboratorios reales versus laboratorios virtuales, en la enseñanza de la física*. El Hombre y la Máquina, núm. 33, Universidad Autónoma de Occidente. Cali, Colombia.

Arias Villamizar, C. A. (2009). *El uso de nuevas tecnología en los laboratorios de química y la minimización del impacto sobre la salud y el medio ambiente*. II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Barranquilla. Colombia.

Armstrong, R. C. (2005), *Frontiers in chemical engineering education, 9th International Chemical Engineering Conference*, Coimbra, Portugal.

Barberá Valdéz, P. (1996), *Investigación y experiencias didácticas: El trabajo práctico de la enseñanza de las ciencias*, Enseñanza de las ciencias, vol.14 (3), pp. 365-379

Byrne, E. P., Fitzpatrick, J. J. (2009), *Chemical engineering in an unsustainable world: Obligations and opportunities*, Education for Chemical Engineers, vol. 4, úm. 4, pp. 51-67.

Cataldi, Z. y otros (2011), *Enseñando Química con TICs: Propuesta de Evaluación Laboratorios Virtuales de Química (LVQs)*, Congreso EDUTEC 2011.

Felder, R. M. (1990), *Estilos de aprendizaje de los estudiantes y los profesores de ingeniería química*, Educación Química, vol. 24, pp. 7–8.

Gillett, J. E. (2001), *Chemical engineering education in the next century*, Chem Eng Technol, vol. 24 (6), pp. 561–570

Marzocchi, V. A. y otros (2005), *NTICs En un trabajo practico de ingeniería química. Obtención en Planta Piloto de Pasta Kraft de Eucalipto*. TICEC´05: I Congreso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en la Enseñanza de las Ciencias, La Plata, Argentina.

Mosterín, J. (2006), *La naturaleza humana*, Ed. Espasa Libros, España.

Peralta, C. A. (2016), *Adecuación de la planeación didáctica como herramienta docente en un modelo universitario orientado al aprendizaje*, Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación (REICE), vol. 14, núm. 3, pp. 109-130

Prausnitz, J. M. (2001), *Chemical engineering and the post-modern world*, Chemical Engineering Science, vol. 56, pp. 3627–3639.

Rivas Navarro, M. (2008), *Procesos cognitivos y aprendizaje significativo*, Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid, España.