

EMPLEO DE SOFTWARE DE SIMULACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN EL DESARROLLO DE LAS CLASES PRÁCTICAS EN LA CATEDRA QUÍMICA ANALÍTICA I DE LA FCQ-UNA

Amapola Cabrera de Vera¹

Resumen

Para afrontar los retos del Siglo XXI, la educación debe estar dirigida a promover capacidades y competencias, no solo conocimientos cerrados o técnicas programadas. En el marco de esta idea surge el siguiente trabajo de investigación con el objetivo de poner a consideración de la Comunidad Educativa de la FCQ, una innovadora herramienta de trabajo, en la búsqueda de mejores estrategias y métodos más apropiados a la realidad social del estudiante en vertiginoso y constante cambio. La mencionada herramienta la constituye un software informático de simulación de prácticas de laboratorio, prácticas que al modo en que se realizan actualmente, requieren instalaciones, reactivos e insumos de alto valor económico, como así también mucho tiempo del alumno y del docente. Se empleó el Software ChemLab, comercializado por la empresa Canadiense Model Science, se llevaron adelante 11 prácticas simuladas de técnicas analíticas propias de la asignatura Química Analítica I con alumnos de las Carreras de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos, quienes a la par de ser estudiantes propiamente, también hicieron las veces de evaluadores de la innovación presentada, dieron sus impresiones, hicieron sus propuestas, fueron el centro de ésta propuesta trabajando en equipo, en forma autónoma y muy activa. La recopilación de los resultados se hizo mediante encuestas, entrevistas, prácticas grupales y pruebas prácticas llevadas adelante, con el apoyo del ordenador, a la par se realizó un resumen y estudio estadístico de los resultados académicos entre los periodos 2014 al 2017 en la asignatura Química Analítica I y en ambas carreras, dando auspiciosos resultados de significativa trascendencia, para la formación tanto del docente como de los estudiantes.

Palabras Claves: Software-Competencias-Prácticas-Simulación.

¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Químicas. Correo Electrónico: amapolamonicac@gmail.com

USE OF LABORATORY PRACTICE SIMULATION SOFTWARE IN THE DEVELOPMENT OF THE PRACTICAL CLASSES IN THE ANALYTIC CHEMISTRY OF THE FCQ-UNA

Abstract

To face the challenges of the 21st century, Education must be aimed at promoting skills and competences, not only closed knowledge or programmed techniques. Within the framework of this idea, the following research work has been created with the objective of putting the FCQ Educational Community into consideration, an innovative work tool, in the search for better strategies and methods more appropriate to the student's social reality, on vertiginous and constant change. The aforementioned tool is a computer software simulation of laboratory practices, practices that the way they are currently carried out, require facilities, reagents and inputs of high economic value, as well as a lot of student and teacher time. The ChemLab Software, commercialized by the Canadian company Model Science, was used in 11 simulated practices of analytical techniques of the Analytical Chemistry I and were carried out with students from the Chemistry Engineering and Food Engineering, who at the same time being students properly, they also served as evaluators of the presented innovation, gave their impressions, made their proposals, were the center of this work, working as a team, in an autonomous and very active way. The results were collected through surveys, interviews, group practices and practical tests carried out with the support of the computer. At the same time, a summary and statistical study of the academic results was carried out between the periods 2014 to 2017 in the subject Chemistry Analytic I and in both careers, giving auspicious results of significant importance, for the training of both the teacher and the students

Key words: Software, Competencies, Practices, Simulation.

1. Introducción

La distinción entre «teoría», «prácticas de laboratorio» y «problemas» es aceptada como algo natural en la enseñanza de las ciencias, hasta el punto de que, en los cursos universitarios, dichas actividades son impartidas, muy a menudo, por distintos profesores. Más aún: la propia investigación e innovación en didáctica de las ciencias ha estudiado dichas actividades como líneas de trabajo prácticamente autónomas. Los resultados de las investigaciones y, en general, todo el desarrollo de la didáctica de las ciencias, ha llevado al convencimiento de que dicha separación no está justificada y puede constituir un serio obstáculo para una efectiva renovación de la enseñanza de las ciencias².

En la actualidad con el uso extendido de las computadoras, resulta relevante la adecuación de las metodologías de enseñanza aprendizaje actualizadas, innovadoras y cercanas a la realidad de los estudiantes, jóvenes en su mayoría y muy adaptados al empleo habitual de las herramientas informáticas. Este hecho en particular representa una oportunidad para los docentes de manera a aprovechar las facilidades que brindan los programas informáticos para hacer el trabajo en aula, mucho más significativo para los estudiantes, haciendo la salvedad de que el espacio denominado aula, ya no debe circunscribirse a una simple sala de clases, laboratorios, etc. Las aulas actuales son amplias, abarcan muchos espacios, deben permitir a los estudiantes trabajar a distancia, estableciendo redes de trabajo, de apoyo para el aprendizaje, ya que mediante Internet el alumno puede acceder a una amplia gama de información acerca de los temas de estudio.

Varios autores sostienen que la utilización combinada de las tecnologías multimedia e Internet hace posible un aprendizaje en prácticamente cualquier escenario (escuela, universidad, hogar, lugar de trabajo, espacios de ocio, etc.). Y esta ubicuidad aparentemente sin límites de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) junto con otros factores como la importancia del aprendizaje a lo largo de la vida o la aparición de nuevas necesidades formativas, está en la base tanto de la aparición de nuevos escenarios educativos como de los profundos procesos de transformación que, a juicio de muchos analistas de la Sociedad de la Información SI, han empezado a experimentar y continuarán experimentando en los próximos años los espacios educativos tradicionales³.

Una de las herramientas brindadas a los estudiantes y docentes son los programas o software informáticos, mediante los cuales se pueden simular condiciones de trabajo similares a los de un laboratorio de trabajo en análisis químico por ejemplo, permitiendo al

²Gill Pérez y otros, 1999

³Coll, 2008

estudiante acceder a una serie de experiencias positivas de aprendizaje que le brinda la posibilidad de hacer observable lo estudiado en los textos de la cátedra. La idea fundamental de este trabajo es la de poner a disposición de los estudiantes y docentes herramientas de simulación de prácticas de laboratorio, de manera que los alumnos puedan complementar la muy importante formación recibida en las aulas de los laboratorios, con las prácticas realizadas mediante el simulador informático. Este recurso permitió llevar adelante prácticas de laboratorio similares a las ya realizadas en el laboratorio, modificando algunas de las condiciones aumentando así el número de prácticas realizadas lo que sin duda, constituyó un beneficio para la formación profesional de los estudiantes.

Con respecto al software propuesto, se menciona que para la educación química, uno de los simuladores interactivos del laboratorio químico más conocido y empleados es el ModelChemLab, creado en la Universidad de McMaster, Canadá. La versión estándar incluye más de 20 simulaciones, el apoyo en línea y el acceso al sitio Web de actualización, donde pueden bajarse libremente laboratorios adicionales y el software actualizado. La versión profesional incluye, además, una herramienta que le permite al usuario construir sus propias simulaciones de laboratorio. Los creadores del ChemLab lo recomiendan para la enseñanza de la Química en el nivel medio superior en las siguientes situaciones:

- Cuando se requiera introducir las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en un plan de estudios.
- Para el aprendizaje a distancia, ya que permite brindar experiencias de laboratorio en línea a los estudiantes.
- Si se necesita encontrar una alternativa a un experimento peligroso, caro o medioambientalmente arriesgado.
- Para la preparación del estudiante antes de la realización de la práctica en el laboratorio real.
- Para desarrollar simulaciones de experimentos de laboratorio específicos de un programa de estudio.
- Alternativa para el perfeccionamiento de la educación química⁴.

Otro aspecto a fortalecer es el empleo por parte del docente, de las técnicas pedagógicas que favorecen la construcción del aprendizaje por parte del propio alumnado conocido como aprendizaje cooperativo, que podría definirse como aquella técnica pedagógica en la que los estudiantes trabajan juntos hacia la consecución de un objetivo común, para ello es imprescindible repartir roles y tareas, como en el caso del trabajo grupal en laboratorio o en

⁴ Vidal Castaño y González Medina, 2013

sala de informática. Cada individuo debe efectuar su trabajo de forma eficiente para que todos aprendan y se alcance el objetivo, las ventajas del aprendizaje cooperativo están ampliamente difundidas en la bibliografía y entre las más destacables podríamos citar las siguientes: La mejora del rendimiento de los estudiantes, el desarrollo de habilidades cognitivas de alto orden, el incremento de la retención del conocimiento y de su participación activa y responsabilidad en el proceso de aprendizaje, así como el desarrollo de habilidades grupales específicas de la cooperación (como la capacidad de negociación, comunicación y de resolución de conflictos)⁵.

El desarrollo de la denominada Inteligencia Emocional por parte de los estudiantes, es de suma importancia para su vida profesional, ya que permite que al mismo integrarse efectivamente en equipos multidisciplinarios de trabajo, como menciona el perfil del egresado en la carrera de Ingeniería Química, destacando que dicho profesional está preparado para participar en grupos de trabajo multivariado, para la realización de análisis de carácter físico, químico, microbiológico y biotecnológico de materias primas, insumos, productos, subproductos y residuos de procesos industriales⁶, hacia la búsqueda integrada de soluciones y el crecimiento de las capacidades de comunicación y apoyo interpersonal. Otro estudio menciona que un escenario ideal para la resolución de problemas auténticos es el pequeño grupo. Estos contextos son idóneos para la socialización de los estudiantes, para ayudarles a tomar conciencia del punto de vista de los demás, a aprender a negociar, a renunciar a sus propias posiciones o a demorar la satisfacción de sus intereses personales en beneficio de un objetivo colectivo⁷.

La nueva sociedad de la información que se construye en el mundo, tiene a la información como materia prima y a su procesamiento como base de todo el sistema económico. En estas circunstancias, la educación enfrenta el reto de desarrollar en los individuos habilidades para acceder a la información, seleccionarla, procesarla, trabajar cooperativamente y tomar decisiones; empleando sistemáticamente las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en los procesos de enseñanza aprendizaje⁸.

En un estudio realizado por la Facultad de Química de la Universidad de La Habana, se menciona que en la educación química, una de las problemáticas fundamentales que hay que solucionar es el divorcio entre teoría y práctica. Esta división ha originado fronteras artificiales entre el aprendizaje de conceptos, la resolución de problemas de lápiz y papel y

⁵ Torres Pérez, Castro Calleja y LlitjosViza, 2008

⁶ Facultad de Ciencias Químicas, 2016

⁷ Reigosa y Jiménez, 2000

⁸ Vidal Castaño y González Medina, 2013

la realización de prácticas de laboratorio, que han alejado a la enseñanza del proceder de la ciencia misma⁹.

Experiencias sobre el empleo de simulación en carreras afines con la Química, demuestran que la simulación es un potente instrumento para favorecer el proceso de aprendizaje del alumno. Gran número de universidades como la Universidad de Jaén en España, disponen de simuladores de procesos, para asignaturas profesionales o avanzadas dentro de la malla curricular, tal es el caso del simulador de procesos *Hysys* y *Aspen*, empleados en el área de Ingeniería Química. El interfaz gráfico que acompaña al programa Hysys, en su versión 2.2 (producto de Hyprotech Ltd., Calgary, Canadá), es muy intuitivo y de fácil manejo; además, permite una visualización cómoda de equipos y procesos industriales. En dicha Universidad, durante los últimos años de docencia en la asignatura “Experimentación en Ingeniería Química” se constata la dificultad que los alumnos tienen para comprender los fundamentos teóricos de las prácticas programadas. Además, los profesores encargados de la asignatura han pensado que sería interesante realizar una renovación metodológica consistente en introducir, en el laboratorio, un software capaz de simular algunas de las prácticas que se llevan a cabo. De esta forma, la incorporación de sistemas computacionales de análisis y simulación proporcionaría al estudiante una herramienta para reforzar el estudio y la comprensión de los principios de la destilación, la extracción líquido-líquido y el intercambio térmico como Operaciones Básicas, en el estudio de los procesos industriales dentro de la carrera de Ingeniería Química Industrial¹⁰. La simulación de procesos es una de herramienta muy importante utilizada en la ingeniería industrial, mediante ella es posible evaluar varias modificaciones alternativas en el proceso, con una mínima inversión y riesgo prácticamente nulo, lo que la convierte en un valioso instrumento de apoyo para la toma de decisiones. Una vez elaborado y validado el modelo de simulación para el proceso actual, se procede a modificarlo para analizar el comportamiento del sistema ante distintas alternativas o variables, en busca de una mejora en la productividad¹¹.

Otras experiencias en el campo del empleo de prácticas de enseñanza de las ciencias mediante ordenadores lo constituye el programa PEARL (The Practical Experimentation by Accessible Remote Learning) implementado en cuatro universidades, la Universidad de Dundee (UD), Trinity College Dublin (TCD), la Universidad de Porto (UP) y la Open University (OU) de Inglaterra. El diseño del sistema PEARL incluye tecnologías de red, servidor e interfaz, control de equipos y las tecnologías de transmisión de medios y las

⁹Idem anterior

¹⁰ Cuevas, Valdivia, Mateo y Parra, 2010

¹¹ Ayala, Michalus y Malfanti, 2007

cámaras de vídeo. Los estudiantes pueden realizar experimentos en el laboratorio remoto desde su computadora. Pueden ver que el equipo de laboratorio está siendo controlado a través de canales de video, y pueden comunicarse con sus compañeros acerca de hacer el experimento. El sistema permite así a los estudiantes colaborar remotamente durante la realización de experimentos, lo que constituye un modelo actual de aprendizaje a distancia. En este caso en particular se estudió el uso en el análisis químico de los espectros de luz, denominado comúnmente Espectrofotometría. Como respuesta en general, los estudiantes fueron capaces de conducir con éxito el experimento remoto y la respuesta al sistema fue generalmente positiva. Informaron que disfrutaban hacer la tarea y la encontraron interesante. Encontraron el aspecto colaborativo útil y las herramientas de colaboración utilizables¹².

Los espacios convencionales de aprendizaje en las aulas de la Facultad de Ciencias Químicas siempre se han revestido de un riguroso carácter científico, sobre todo aquel que se desarrolla en las aulas denominadas Laboratorios de Materias Básicas, entre ellas la Química Analítica I para las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. Asignatura eminentemente práctica con el alto objetivo de desarrollar en el estudiante las capacidades procedimentales de trabajo en análisis químico como así también el espíritu del trabajo en equipo y la proactividad en el desarrollo de las tareas. El objetivo general consistió en valorar el impacto sobre el rendimiento académico, de una metodología basada en el empleo de software de simulación de prácticas de laboratorio, como innovación didáctica, en el aprendizaje de los alumnos de Química Analítica I de las carreras de IQ e IA de la Facultad de Ciencias Químicas UNA.

2. Metodología

El diseño metodológico es de tipo pre experimental, corresponde a un estudio exploratorio descriptivo, con enfoque cuali cuantitativo. Inicialmente se define y explora una nueva metodología de practicar la docencia en laboratorio y se describen sus características, rasgos, propiedades y por sobre todo las posibilidades que ofrece, para ir cambiando en tradicional proceso de enseñanza aprendizaje. El diseño pre experimental mencionado, se corresponde con este tipo de investigación, ya que la misma carece de grupo de control y dado el caso, las variaciones registradas al final del estudio, no pueden taxativamente atribuirse a la innovación implementada, sin embargo se la considera como la variable fundamental en estudio¹³.

¹²Scanlon, Colwell, Cooper y Di Paolo, 2004

¹³Baron, 2009

La elección del enfoque se fundamenta en el estudio que se lleva adelante, comparando resultados cualitativos (impresiones de los estudiantes) antes y después del trabajo con la innovación propuesta. Además se realiza un análisis estadístico cuantitativo de los resultados académicos, de cuatro periodos consecutivos, con el objetivo de determinar si las variaciones encontradas son estadísticamente significativas o no, y en tal sentido apoyar la innovación propuesta. La población estuvo compuesta de estudiantes de las Carreras de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. La Muestra se constituye de un total de 80 estudiantes de las Carreras de Ingeniería Química (37 alumnos) e Ingeniería de Alimentos (43 alumnos), matriculados en la Cátedra de Química Analítica I del 2º nivel, 1º semestre, Año 2017. Se han considerado las siguientes variables de investigación:

VARIABLES	INDICADORES	RECOLECCIÓN DE DATOS
AUTOPERCEPCIONES SOBRE MANEJO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Autoapreciación sobre manejo de herramientas informáticas. • Empleo habitual de herramientas de informática • Uso anterior de software de simulación • Opinión sobre mejora de su desempeño profesional con el empleo del software 	<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta a estudiantes
SATISFACCIÓN DEL ALUMNADO SOBRE EL MÉTODO INNOVADOR USADO	<ul style="list-style-type: none"> • Ameno e interesante • Ayuda a comprender los conceptos • Puede reemplazar lo presencial • Ofrece destreza y confianza para clases presenciales • Debería emplearse en todas las cátedras • Experiencia poco significativa y nada interesante • Se reproducen y se va a la par de conocimientos de clases prácticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta a estudiantes • Entrevistas
RENDIMIENTO ACADÉMICO	<ul style="list-style-type: none"> • Calificaciones obtenidas durante varios años antes y después del tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de las calificaciones

3. Resultados y Discusión

Se realizó un relevamiento previo sobre el grado de conocimiento de los estudiantes acerca del empleo de las herramientas informáticas y sus impresiones sobre la aplicación de la innovación didáctica, mediante el uso de un software de simulación utilizando la técnica

de una encuesta de opinión con respuestas cerradas, donde las consultas realizadas fueron acerca de la autoapreciación sobre manejo de herramientas informáticas, empleo habitual de herramientas de informática y experiencias anteriores de software de simulación.

Los resultados obtenidos con esta encuesta revelan que los 94% de los estudiantes de ambas carreras consideran que su manejo de herramientas informáticas es Excelente, muy bueno o bueno, entre un 69% al 76% emplea dichas herramientas para el desarrollo de tareas o soluciones de problemas. Además entre un 66% a 73% declara no haber empleado nunca software de simulación y alrededor del 90% de los encuestados considera que el empleo de dicho software de simulación podría ayudar mucho a mejorar su desempeño como alumno de la cátedra. Una vez culminadas las clases de simulación, se les consultó a los estudiantes sus impresiones acerca de la innovación llevada a cabo, mediante una encuesta anónima, en donde los mismos pudieron dar a conocer además sus ideas y/o comentarios sobre el tema. La metodología de relevamiento de datos consistió en un cuestionario con respuestas según la escala Likert con 5 niveles de respuesta, totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo, totalmente de acuerdo. Los resultados en ambas carreras indicaron que las clases simuladas mediante software, han sido amenas e interesantes, entre un 72% a un 89%. Del 93 al 94% también afirmaron estar totalmente de acuerdo o de acuerdo con la premisa de que si las clases simuladas fueron útiles para su comprensión de conceptos prácticos y teóricos de la asignatura.

Según datos provistos por el departamento de Informática Académica de la FCQ, se realizó una comparación entre los rendimientos de laboratorio, en la asignatura Química Analítica I de ambas carreras. Los resultados se dividen en porcentajes, siendo el mínimo para aprobar el de 60%, y los niveles de resultados se clasificaron en porcentajes de alumnos aprobados con los puntajes entre 60-70%, 71-80%, 81-90% y de 91-100%, se presenta a continuación:

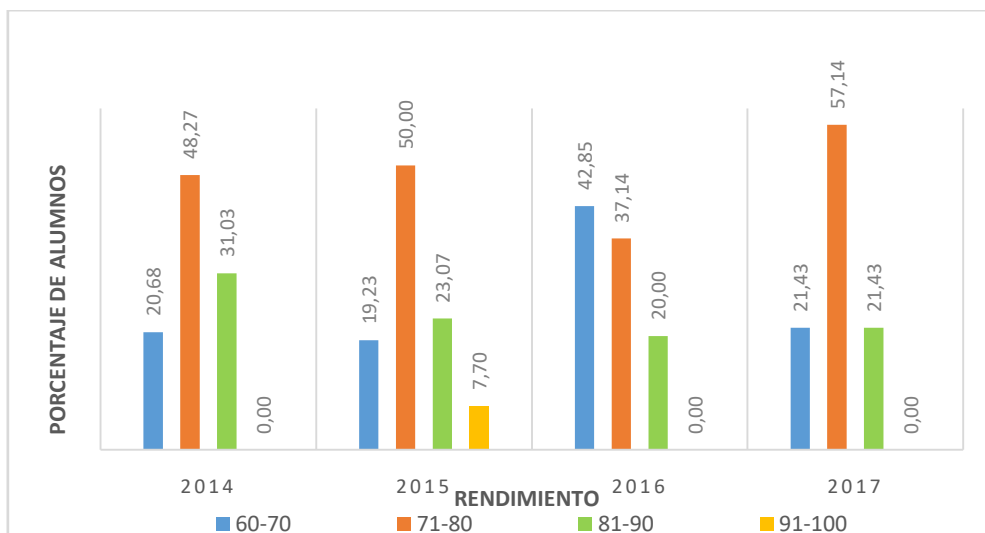


Figura 1 Rendimiento Académico Laboratorio Años 2014-2017
Carrera de Ingeniería de Alimentos

El gráfico compara porcentajes de cantidad de alumnos en relación con puntajes obtenidos, en los años 2014 al 2017, siendo este último el único en donde se aplicó la innovación didáctica. Para la carrera de IA no se observan variaciones muy marcadas en los porcentajes, sin embargo en el año 2017 si se obtiene una mejora en el rendimiento dado que cerca del 60% de los alumnos logran puntajes superiores a 71 puntos, superando porcentajes de años anteriores, sobre todo en referencia al 2016.

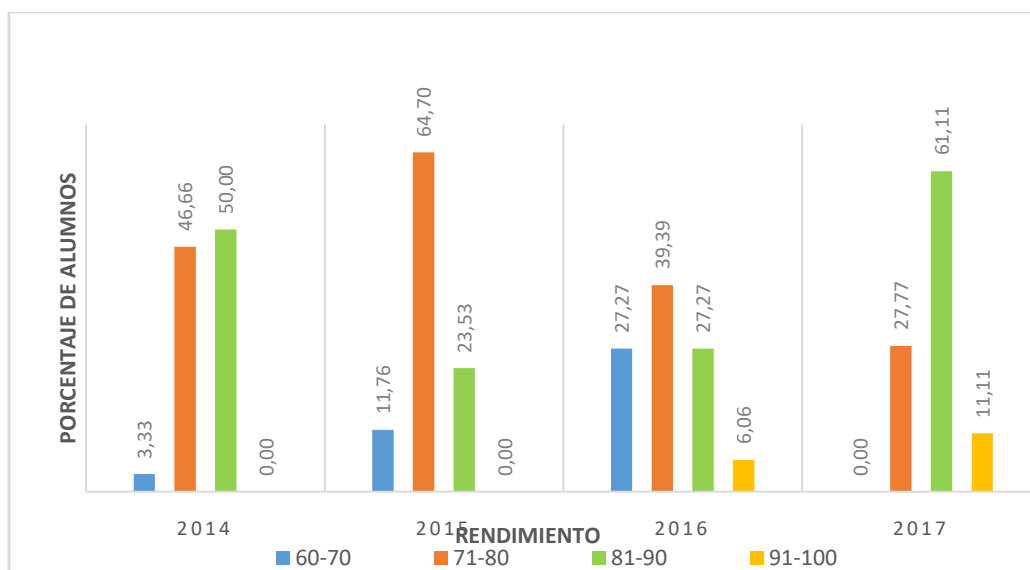


Figura 2 Rendimiento Académico Laboratorio Años 2014-2017
Carrera de Ingeniería Química

Para la carrera de IQ se observa una franca mejora en el rendimiento en el último año, ya que por encima de un 60% de los estudiantes han logrado puntajes superiores a 81 puntos, aumentando también el porcentaje de estudiantes que han superado la barrera de los 91 puntos y los restantes han logrado puntajes por encima de 71 puntos, evidenciando una relevante mejora en los resultados en el año 2017.

Pruebas Estadísticas aplicadas a los resultados de la Carrera de Ingeniería de Alimentos

Tabla 1: Datos Generales de Rendimiento Académico en Laboratorio

2014	2015	2016	2017
Media	76,21	Media	75,76
Mediana	76,00	Mediana	75,00
Moda	73,00	Moda	72,00
Desviación estándar	6,24	Desviación estándar	5,49
Media	71,40	Media	75,35
Mediana	72,00	Mediana	75,00
Moda	81,00	Moda	77,00
Desviación estándar	7,84	Desviación estándar	6,99

Datos procesados con la herramienta Microsoft Excel.

Se puede observar que los datos correspondientes a los periodos 2014, 2015 y 2017 guardan cierta homogeneidad, en cuanto los resultados de la media aritmética y mediana, a diferencia del periodo 2016 que resulta el menor de todos, teniendo en cuenta la media, mediana y moda. La desviación estándar, que expresa la dispersión de los datos con respecto a la media, presenta valores entre 5,5 y 7,8 dentro de un rango aceptable.

Tabla 2: Test de Normalidad (Kolmogorov y Shapiro-Wilk)

Año	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
2014	,089	29	,200 [*]	,973	29	,656
Promedio 2015	,104	17	,200 [*]	,966	17	,754
2016	,107	35	,200 [*]	,941	35	,061
2017	,112	43	,200 [*]	,916	43	,004

Los distribución de los datos del periodo 2017, según el test de Shapiro no pasa el test de normalidad para un valor de referencia de 0,05, ya que se obtiene una valor de significación de 0,004, sin embargo el mismo periodo pasa el otro test o prueba de normalidad de Kolmogorov que se aplica para muestras superiores a 50 casos, por lo cual según el último test no resulta aplicable al estudio en cuestión. Se puede afirmar que los datos del periodo 2017 no siguen una distribución normal según el test de Shapiro, aplicable a muestras inferiores a 50 casos y aplicable al estudio. Los demás periodos siguen una distribución normal, ya que superan el valor de referencia, como resultado de la aplicación del Test de Shapiro-Wilk, con una confianza del 95%

Tabla 3: Test de homogeneidad de Varianza

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.	
Promedio	Basándose en la media	1,743	3	120	,162
	Basándose en la mediana.	1,709	3	120	,169
	Basándose en la mediana y con gl corregido	1,709	3	110,074	,169
	Basándose en la media recortada	1,738	3	120	,163

Todos los periodos estudiados resultan con un grado de significación superior a valor de referencia de 0,05 por lo cual se puede considerar homogéneas a las varianzas, tomando en cuenta los promedios de cada periodo académico. Sin embargo, se menciona que el Test de homogeneidad de varianza se puede obviar, debido a que el supuesto de normalidad en la distribución de datos, no se cumple según la **Tabla 2**. Aquí en particular se incluye para dar énfasis al tipo de distribución resultante.

Tabla 4: Test de Contraste entre Periodos Académicos

Estadísticos de Contraste ^{a,b}	
	promedio
Chi-cuadrado	8,137
gl	3
Sig. asintót.	,043
a. Prueba de Kruskal-Wallis	
b. Variable de agrupación: año	

La prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, aplicada cuando no se cumple el supuesto de normalidad, nos indica que existe diferencia significativa entre los resultados, en los periodos 2014 al 2017, dando un valor de 0,043 inferior al de referencia de 0,05. Posteriores estudios estadísticos demostraron que dicha diferencia es resultado de la disimilitud entre los periodos 2016 y 2017, según la prueba t cuyos resultados se observan en la **Tabla 5**.

Tabla 5: Comparación entre los periodos 2016 y 2017

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	2016	2017
Media	71,400	75,349
Varianza	61,541	48,804
Observaciones	35,000	43,000
Varianza agrupada	54,502	
Diferencia hipotética de las medias	0,000	
Grados de libertad	76,000	
Estadístico t	-2,350	
P(T<=t) una cola	0,011	
Valor crítico de t (una cola)	1,665	
P(T<=t) dos colas	0,021	
Valor crítico de t (dos colas)	1,992	

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

El p valor (0,02) es inferior al de referencia de 0,05 por lo cual se puede afirmar, que existe diferencia significativa entre las medias entre los periodos 2016 y 2017. Para que el estadístico T se ajuste apropiadamente al modelo de distribución de probabilidad t de

student, es necesario que la población muestreada sea normal. No obstante, con tamaños muestrales grandes (a partir de 20 o 30 casos), el ajuste de T a la distribución t de student es lo suficientemente bueno incluso con poblaciones originales sensiblemente alejadas de la normalidad¹⁴.

Pruebas Estadísticas aplicadas a los resultados de la Carrera de Ingeniería Química.

Tabla 6: Datos Generales de Rendimiento Académico en Laboratorio

	2014		2015		2016		2017	
Media	80,73	Media	77,04	Media	75,97	Media	81,78	
Mediana	80,50	Mediana	78,00	Mediana	77,00	Mediana	82,00	
Moda	86,00	Moda	78,00	Moda	79,00	Moda	79,00	
Desviación estándar	5,43	Desviación estándar	8,80	Desviación estándar	9,68	Desviación estándar	8,83	

Para esta carrera, a diferencia de IA, se puede observar que los datos media, mediana y moda correspondientes a los periodos 2014, 2015 y 2017 no guardan homogeneidad entre sí, y la desviación estándar es mayor que en el caso anterior, por lo que se puede afirmar que los datos están más dispersos, con respecto a la media aritmética. Sin embargo, es de resaltar que el periodo 2017 se observa el mayor valor en cuanto a la media de los resultados correspondientes a los periodos 2014-2017.

Tabla 7: Test de Normalidad (Kolmogorov y Shapiro-Wilk)

Pruebas de normalidad							
Año	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
2014	,114	30	,200	,960	30	,318	
2015	,096	26	,200	,975	26	,751	
2016	,096	34	,200	,969	34	,431	
2017	,187	37	,002	,769	37	,000	

Para el periodo 2017 el test de Kolmogorov y el test de Shapiro-Wilk indican que este periodo no sigue una distribución normal de datos, para un valor de comparación de 0,05, sin embargo todos los otros periodos pasan los test o prueba de normalidad, por lo cual se afirma que siguen una distribución normal de datos.

Tabla 8: Test de homogeneidad de Varianza

Test de homogeneidad de Varianza						
		Estadístico Levene	de	gl1	gl2	Sig.
Promedio	Basándose en la media	2,379		3	123	,073
	Basándose en la mediana.	2,207		3	123	,091

¹⁴ Pardo Merino y Ruiz Díaz, 2002

Basándose en la mediana y con gl corregido	2,207	3	106,029	,092
Basándose en la media recortada	2,327	3	123	,078

Todos los periodos estudiados resultan con un grado de significación superior a valor de referencia de 0,05 por lo cual se pueden considerar homogéneas a las varianzas, tomando en cuenta los promedios de cada periodo académico. Sin embargo, al igual que en caso de la carrera de IA, al no presentar los datos del periodo académico 2017, una distribución normal, esta prueba se puede obviar, ya que no se cumple el supuesto de normalidad según la **Tabla 7**.

Tabla 9: Test de Contraste entre Periodos Académicos

Estadísticos de contraste ^{a,b}	
	Promedio
Chi-cuadrado	13,114
gl	3
Sig. asintót.	0,004
a. Prueba de Kruskal-Wallis	
b. Variable de agrupación: año	

La prueba de Kruskal-Wallis nos indica que existe diferencia significativa entre los resultados, en el periodo 2014-2017, dando un valor de 0,040 inferior al de referencia de 0,05. Dicha diferencia resulta significativa, sobre todo, entre los periodos 2016 y 2017, según la prueba t cuyos resultados se observan en la **Tabla 10**.

Tabla 10: Comparación entre los periodos 2016 y 2017

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales	2016	2017
Media	75,971	81,818
Varianza	93,787	78,240
Observaciones	34,000	37,000
Diferencia hipotética de las medias	0,000	
Grados de libertad	67,000	
Estadístico t	-2,649	
P(T<=t) una cola	0,005	
Valor crítico de t (una cola)	1,668	
P(T<=t) dos colas	0,010	
Valor crítico de t (dos colas)	1,996	

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

El p valor (0,01) es inferior al de referencia de 0,05 por lo cual se puede afirmar, que existe diferencia significativa entre las medias entre los periodos 2016 y 2017.

Para ambas carreras se obtuvo una diferencia significativa para ambos periodos en cuanto al rendimiento académico obtenido, para $\alpha = 0,05$, sin embargo se observa mayor homogeneidad en los promedios de laboratorio, en los periodos 2014, 2015 y 2017 para la carrera de IA y en los periodos 2014 y 2017 y 2015 con 2016 para la carrera de IQ. Si bien la implementación de la innovación tuvo lugar solo en el año 2017, sirve como punto de comparación con el periodo anterior para dar lugar a la idea de que, con el empleo del software de simulación, se podría llegar a una mejora en el rendimiento académico promedio en la asignatura Química Analítica I, para ambas carreras.

4. Conclusiones

Con este recurso se pueden llevar a cabo prácticas de laboratorio simuladas similares a las que se realizan en las clases presenciales, durante el periodo lectivo 2017 en la Cátedra Química Analítica I, se han totalizado 20 prácticas, 9 programadas en forma presencial en laboratorio más las 11 simuladas mediante ordenador. Constituye una novedad en el proceso de enseñanza aprendizaje del alumno, que lo motiva, le impulsa a ser autosuficiente, autónomo y productivo a la hora de estudiar. También motiva al docente a realizar de manera diferente su tarea, a pasar de ser un transmisor de conocimiento a un facilitador del aprendizaje. Se pudo observar una leve mejora en los porcentajes logrados por los estudiantes, destacándose la diferencia significativa, estadísticamente hablando, entre los rendimientos de los periodos 2016 y 2017. No está todo dicho en Educación, la misma debe cambiar y evolucionar junto al ser humano, ya que es él mismo su objeto y fin primordial. Y como las sociedades nuclean a las personas, la misma humanidad exige versatilidad e innovación en las metodologías que se emplean para formar a sus miembros. En otras palabras, el conocimiento y su usufructo son públicos, no tienen un único e inmutable dueño “el docente” y en este trabajo se han potenciado sus características como un mediador entre el conocimiento, el alumno y las formas o métodos con los cuales se puede acercar al estudiante, de manera más interesante, la sabiduría e instrucción que necesita para convertirse en una persona de valor para sí mismo y para la comunidad. Por último, se insta al cuerpo docente de la Facultad de Ciencias Químicas a no sentir temor de innovar y cambiar las viejas maneras, poco activas y reflexivas, de facilitar la adquisición del conocimiento por parte del estudiantado de la casa de estudios. Los jóvenes estudiantes provienen de una generación en continuo cambio y despliegue de sus potencialidades, es bueno que el docente haga uso de ellas, para así favorecer un aprendizaje rico y fructífero para toda la comunidad.

Referencias

Ayala, N. F., Michalus, J. C., & Malfanti, I. (2007). Simulación aplicada al proceso de elaboración del Té Seco. *Revista Ingeniería Industrial*, 1(6), pp. 69-75

- Baron, A. P. (2009). *Investigación en las Ciencias Sociales*. Asunción: ABP.
- Coll, C. M. (2008), *Psicología de la Educación Virtual. Aprender y Enseñar con las Tecnologías de la Información y la Comunicación*. Madrid: Ediciones Morata S.L.
- Cuevas, M., Valdivia, D., Mateo, S., & Parra, M. L. (2010). Simulación de prácticas de laboratorio de la asignatura "Experimentación en Ingeniería Química" mediante el uso del Simulador de procesos Hysis.Plant. *Iniciación a la Investigación, IV(19)*, pp. 1-5.
- Facultad de Ciencias Químicas. (2016). *Guía Académica*. Guía de Carreras, Facultad de Ciencias Químicas, Dirección Académica: San Lorenzo.
- Gil Pérez, D., Furio Más, C., Valdés, P., Salines, J., Martínez, J., Guisasaola, J., . . . Pessoa, A. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de practicas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias, XVII(2)*, pp. 311-320
- Macias Mendoza, A., Lopez Ibarra, A., & Ramirez Montoya, S. (2012). Recursos educativos abiertos para la enseñanza de las ciencias en ambientes de educación basica enriquecidos con tecnologia educativa. *Revista Iberoamericana de Educación, III(58)*, pp.1-18
- Pardo Merino, A., & Ruiz Diaz, M. (2002). *SPSS 11: GUIA PARA EL ANALISIS DE DATOS*. Madrid: McGraw Hill Interamericana de España.
- Reigosa, C., & Jiménez, M. P. (2000). La Cultura Científica en la Resolución de Problemas de Laboratorio. *Enseñaza de las Ciencias, XVIII(2)*, pp.275-284
- Scanlon, E., Colwell, C., Cooper, M., & Di Paolo, T. (2004). Remote experiments, re-versioning and re-thinking. *COMPUTERS & EDUCATION, 43(1)*, pp. 153-163
- Torres Pérez, D., Castro Calleja, M. T., & Llitjos Viza, A. (2008). Ejemplos del Uso de Internet en la Enseñanza de la Química. *Revista Pedagogía Universitaria, XIII(2)*, pp. 35-46
- Vidal Castaño, G., & Gonzalez Medina, H. (2013). Evaluación pedagógica del simulador del laboratorio químico Model Chemlab. *Pedagogía Universitaria, VII(4)*, pp.17-29