

Química integral: Desarrollo de un curso de Química con aprendizaje híbrido y aula invertida

Dra. Laura Eugenia Romero Robles y MC. Blanca Esthela Rodríguez Esparza
Tecnológico de Monterrey, Departamento de Química y Nanotecnología, Campus Monterrey
romero@itesm.mx, berodrig@itesm.mx

Resumen

Con el objetivo de comparar el rendimiento académico de estudiantes de Química en un curso impartido bajo un sistema de enseñanza-aprendizaje tradicional (presencial), y otro llamado “Química integral” utilizando aula invertida y aprendizaje híbrido (presencial, en línea, experimental), se llevó a cabo un estudio con alumnos de nivel profesional que cursaban el primer tercio de su carrera. El análisis de los resultados obtenidos al final del estudio mostró una diferencia en el rendimiento académico a favor del grupo que cursó “Química integral”, por lo que puede concluirse que el uso de las estrategias educativas implementadas favorece la comprensión de los temas desarrollados en el curso de Química.

Palabras clave: Novus 2015, aprendizaje híbrido, aula invertida, aprendizaje en línea

1. Introducción

El desarrollo de contenidos y competencias de pensamiento crítico, síntesis y análisis en nuestros estudiantes del curso introductorio de “Química” (Q1001), hasta el día de hoy se basan en un aprendizaje tradicional en donde el profesor imparte cátedra y evalúa a los alumnos con un examen. En un curso posterior, “Química experimental” (Q1014), esos conocimientos teóricos se llevan al laboratorio donde se refuerzan estas competencias y contenidos, además de desarrollarse competencias propias de un curso práctico-experimental. Sin embargo, en este modelo de enseñanza, el maestro sigue siendo la figura central y los conocimientos son adquiridos enfocándose principalmente en la necesidad de cubrir y avanzar a partir de un plan de estudios.

Con el fin de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el estudio de la Química, se llegó a la conclusión de que se requiere un nuevo modelo que involucre a los estudiantes en la construcción activa del conocimiento, y donde puedan lograr un aprendizaje más significativo, personalizado y retador.

De ahí la importancia de desarrollar un curso de “Química integral” en donde se transforme la dinámica de la instrucción y se incorporen tecnologías computacionales de vanguardia (en línea y presenciales) apoyadas por el aprendizaje activo en el laboratorio, y por último, que se refuerce con herramientas computacionales de alta especialidad. De esta manera, se liberan tiempos efectivos de clase tradicional y se logra profundizar más en los conocimientos para adaptar ambientes de aprendizaje más flexibles y centrados en el estudiante.

Al aplicar el modelo de aula invertida, el estudiante realiza primero el trabajo experimental, mismo que le ayuda a asimilar de forma activa conceptos y a desarrollar habilidades en un grado que no se puede lograr por métodos teóricos. Una de estas estrategias es el uso de nuevas herramientas instrumentales, computacionales, *software* especializado y tutoriales, así como el desarrollo y actualización de experimentos en el Laboratorio de Química, incorporando conceptos de química verde y sustentabilidad.

En el curso de "Química integral", los alumnos podrán adquirir habilidades en el manejo de instrumentos, sustancias y técnicas experimentales. Al aplicar el aula invertida, podrán realizar prácticas para interiorizar los conceptos que posteriormente verán en la clase presencial. Estas se desarrollarán en un entorno mixto teórico-práctico en donde se combinarán sesiones presenciales y virtuales haciendo uso de la tecnología. De esta manera se incorpora el concepto de aprendizaje invertido e híbrido en un mismo curso.

Cada actividad está organizada de tal forma que el alumno entienda el concepto con la ayuda de videos y tutoriales, después llevará a cabo el aprendizaje activo con experimentación, y finalmente lo profundizará en el aula.

El aprendizaje activo en el laboratorio es apoyado con equipo y programas especializados, y se encuentra estructurado en una secuencia lógica desde el objetivo del experimento hasta el reporte final de los resultados obtenidos.

Al realizar en el mismo curso la experimentación y el estudio del concepto teórico, se facilita a los estudiantes la comprensión de la Química y, en comparación con otros grupos de enseñanza tradicional, se puede evaluar el nivel de incidencia en el rendimiento académico.

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad, todos los cursos de "Química" (Q-1001) del Tecnológico de Monterrey se imparten de manera tradicional. El laboratorio se cursa en el semestre posterior al curso teórico, lo cual impide al estudiante relacionar de forma inmediata los conceptos teóricos con la práctica. Un curso híbrido, tal como se propone en el proyecto, permitiría incorporar al curso teórico el aprendizaje activo mediante prácticas de laboratorio, dando a los alumnos la oportunidad de relacionar los conceptos teóricos con la aplicación práctica inmediata.

Además de esto, al liberar tiempo de clase tradicional, los alumnos tendrán más tiempo para interactuar con el maestro y resolver sus dudas del tema; también se espera que mejoren su pensamiento crítico y su desempeño en general.

1.2 Objetivo de la investigación

Determinar el nivel de incidencia en el rendimiento académico estudiantil del curso “Química” (Q-1001) aplicando el modelo de innovación educativa de “Química integral” a través de la implementación de un curso híbrido que contenga actividades tanto conceptuales en el aula como de aprendizaje activo en el laboratorio, y aula invertida con uso de una plataforma en tiempo real que ayude a los estudiantes a dominar los conceptos clave y mejorar los resultados del curso. Esta plataforma permite personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante con módulos de estudio dinámicos.

2. Desarrollo

2.1 Marco teórico

La tendencia actual es usar ambientes híbridos de aprendizaje, en los cuales se combinan la instrucción presencial y la virtual, y a su vez se emplean las tecnologías de información y comunicación (TIC). Esto permite aproximar dos modalidades de enseñanza-aprendizaje: la tradicional (presencial) y la virtual, con el propósito de aprovechar las posibilidades de ambas (6).

Los entornos de aprendizaje mixto o *blended learning environments* incorporan la tecnología para hacer uso de entornos no presenciales a través del *e-learning*, combinado con espacios presenciales (3).

En 2008 se dio a conocer un estudio llevado a cabo por la Escuela de Medicina “Dr. José Sierra Flores”, de la Universidad del Noreste de Tampico, Tamaulipas, donde se comparó el rendimiento académico en el curso de “Microbiología y Parasitología” utilizando modalidades diferentes en dos grupos, uno presencial y otro híbrido (presencial/en línea). Se reportaron resultados favorables en la modalidad híbrida, llegando a la conclusión de que esta estrategia educativa favorece un mayor aprendizaje (7).

En enero de 2005, el “College Science Teaching” identificó que, de los cursos impartidos en primer semestre, en el curso de “Química general” los estudiantes obtenían un promedio más bajo en las calificaciones. Se decidió diseñar un curso híbrido para motivar a los alumnos y mejorar su comprensión y retención de conocimientos.

Se diseñó el curso y se implementó en el año 2006, observando que el rendimiento académico mejoró, llegando a la conclusión de que un ambiente de aprendizaje híbrido (*blended learning*) favorece la comprensión y retención de los conceptos de Química (8) (2).

El aula invertida es una buena alternativa para aprovechar la tendencia actual de los estudiantes para usar tecnologías de comunicación. Se espera que, conforme las tecnologías y la banda ancha sean más accesibles, aumentará la integración de la tecnología en el aprendizaje.

Algunos estudiantes pueden preferir los enfoques tradicionales de la clase (5). Es por eso que un modelo híbrido presencial-virtual que involucre el aula invertida solo en algunos temas del curso, puede funcionar mejor.

Para facilitar el aula invertida se cuenta con *Mastering Chemistry*, una tecnología en tiempo real que contiene tutoriales, problemas numéricos y reflexivos, que ayuda a los estudiantes a dominar los conceptos clave y mejorar los resultados del curso. Esta plataforma permite personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante con módulos de estudio dinámicos.

Flipped classroom, o aula invertida, es un modelo pedagógico que permite integrar elementos más enriquecedores en el aula, y tareas más significativas en casa haciendo uso de la tecnología. Permite manejar el tiempo de forma más eficiente en clase (4).

En la presente propuesta, este modelo permite abordar los siguientes niveles de cognición de acuerdo a la "Taxonomía de Bloom": recordar y comprender conocimientos previos (en casa), aplicar (en el laboratorio, al observar la aplicación práctica), y analizar y evaluar (en el aula mediante interacción con compañeros y el profesor).

Una parte esencial para el aprendizaje de la Química es el trabajo experimental en un laboratorio, ya que ayuda a los estudiantes a comprender conceptos y desarrollar habilidades en un grado que no se puede lograr por métodos teóricos.

En la actualidad, han surgido nuevas estrategias para la enseñanza de la Química en el laboratorio (1).

Los avances en el ámbito de las ciencias de la educación, así como las transformaciones tecnológicas, nos obligan a utilizar nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje y nuevos entornos de aprendizaje.

Hoy en día, el uso de la tecnología dentro del campo de la Química está aumentando rápidamente, surgiendo la necesidad de incorporarla en los laboratorios de docencia, bajo la premisa de que la tecnología hace que los conceptos sean más comprensibles.

La Universidad Estatal de *South Dakota* presentó un estudio sobre estudiantes de "Química General" con acceso al uso de laboratorio, implementando instrumentación y equipo computacional.

El propósito del estudio fue evaluar el impacto de la tecnología en el aprendizaje de los estudiantes. Los resultados demostraron que la implementación de instrumentos de vanguardia y equipos computacionales permitió dedicar menos tiempo en la ejecución de los experimentos, así como disponer de más tiempo para profundizar en los temas (9).

2.2 Diseño metodológico

Se trabajó con un grupo piloto formado por 20 alumnos de primer semestre de profesional, del Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, de las materias “Química” (Q-1001) y “Química experimental” (Q1014).

El enfoque de la investigación fue cuantitativo, utilizando el método experimental puro.

La metodología general del presente trabajo se muestra en la Figura 1:

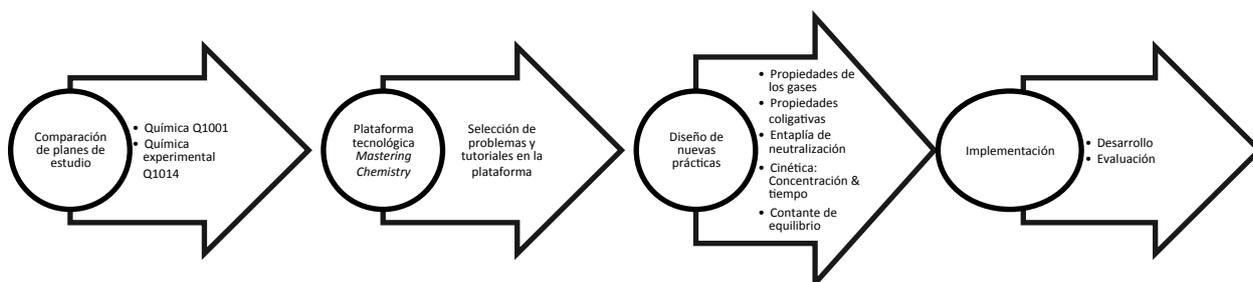


Figura 1: Esquema metodológico general de la investigación

Como se muestra en la Figura 1, en la primera fase del proyecto se realizó un comparativo de planes de estudio entre las dos asignaturas, con el fin de detectar temas y subtemas que no tuvieran correspondencia.

Con el fin de llevar a cabo la innovación educativa de aula invertida e híbrida, se seleccionaron y desarrollaron tareas y tutoriales en la plataforma tecnológica *Mastering Chemistry* que correspondieran a los temas curriculares de las materias, y que serían implementados en el curso. Los factores tomados en cuenta para el desarrollo de estas tareas fueron los siguientes:

- a) Grado de dificultad
- b) Correlación con el tema
- c) Diversidad
 - a. Opción múltiple
 - b. Falso o verdadero
 - c. Numérico
 - d. Con prelectura
 - e. Con video tutorial
 - f. De texto simple
 - g. De definición
 - h. De ordenamiento

- d) Tiempo estimado

Una vez identificados los temas y subtemas que tenían correlación, se diseñaron y desarrollaron prácticas de laboratorio necesarias para cubrir los temas faltantes.

Se cotizó y adquirió el equipo instrumental químico, los materiales de laboratorio y las sustancias necesarias para estas nuevas prácticas. Una vez reunidos todos los materiales, se probaron las nuevas prácticas, primero con las profesoras hasta ajustar el grado de dificultad y el desarrollo de los temas, y posteriormente se implementaron con los alumnos para ajustar tiempos y actividades finales.

Durante y al final de curso, los instrumentos utilizados para recolectar datos fueron las listas de calificaciones. Se revisaron las calificaciones obtenidas y se analizaron los resultados para determinar si existían diferencias significativas en el rendimiento académico estudiantil, cuando los alumnos cursan “Química integral” en modalidad híbrida y aula invertida en comparación con otros grupos de “Química” y “Química experimental” en modalidad tradicional.

2.3 Resultados

Se obtuvieron los planes analíticos de ambos cursos, enlistándolos de forma comparativa. Los resultados de la comparación de temas y subtemas para las clases de “Química” (Q1001) y “Química experimental” (Q1014) se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparativa de temas y subtemas de los cursos de “Química” y “Química experimental”

Química (Q1001)	Química integral Temas comunes:		Química experimental (Q1014)
1. Estructura molecular. Enlaces, Geometría y Método RPECV. Polaridad en moléculas. Interacciones moleculares. Relación del estado físico y propiedades.	2. Estados de la materia. Gases, líquidos y sólidos. Cambios de estado. Gases reales. Propiedades de líquidos y sólidos.	2. Técnicas de separación de mezclas. Extracción. Purificación. Cristalización. Sublimación. Destilación. Cromatografía.	1. Normas de seguridad y equipo en el laboratorio. Toxicidad de las sustancias. Áreas de trabajo del laboratorio. Manejo de residuos y bitácora.
2. Estados de la materia. Gases, líquidos y sólidos. Cambios de estado. Gases reales. Propiedades y estructura de líquidos y sólidos.	5. Cinética. Velocidad de reacción y factores que la afectan. Ley de velocidad, orden de reacción y K cinética. Relación concentración-tiempo. Mecanismos y catálisis.	4. Cinética química. Velocidad de reacción. Factores que afectan la velocidad de una reacción.	2. Técnicas básicas de separación de mezclas en laboratorio. Extracción. Purificación. Cristalización. Sublimación. Destilación. Cromatografía.
3. Propiedades coligativas de las disoluciones y sus aplicaciones. Ley de Raoult y propiedades coligativas de disoluciones. Comportamiento de las disoluciones no ideales.	6. Equilibrio. Equilibrios homogéneos y heterogéneos. Cálculo de la Keq. Principio de Le Chatelier. Ácidos y bases. Equilibrio iónico: Escala de pH.	5. Equilibrio químico. Concepto de equilibrio dinámico. Principio de Le Chatelier. 8. Titulaciones ácido base. Titulaciones ácido base y potenciométricas.	3. Reacciones químicas. Ley de la conservación de la materia. Factores gravimétricos. Reactivo limitante, % de rendimiento y pureza. Clasificación de reacciones.
4. Termodinámica. 1a, 2a y 3a ley de la termodinámica. DH. Energía reticular de sólidos iónicos. DS y DG. Importancia de la termodinámica en un proceso.	7. Electroquímica. Balanceo Reacciones REDOX. Celdas voltaicas. Fem de la celda. Efecto de concentración, DG y equilibrio. Espontaneidad. Electrólisis y aplicaciones.	6. Electroquímica. Oxidación y reducción. Celdas galvánicas y electrolíticas.	4. Cinética química. Velocidad de reacción. Factores que afectan la velocidad de una reacción.
5. Cinética. Velocidad de reacción y factores que la afectan. Ley de velocidad, orden de reacción y K cinética. Relación concentración-tiempo. Mecanismos y catálisis.			5. Equilibrio químico. Concepto de equilibrio dinámico. Principio de Le Chatelier.
6. Equilibrios homogéneos y heterogéneos. Cálculo de la Keq. Principio de Le Chatelier. Ácidos y bases. Escala de pH.			6. Electroquímica. Oxidación y reducción. Celdas galvánicas y electrolíticas.
7. Electroquímica. Balanceo. Reacciones REDOX. Celdas voltaicas. Fem de la celda. Efecto de concentración, DG y equilibrio. Espontaneidad. Electrólisis y aplicaciones.			7. Química analítica. Análisis cualitativo. Marcha general de cationes y aniones. Métodos instrumentales.
			8. Titulaciones ácido base. Titulaciones ácido base y potenciométricas.

Como se puede observar en la Tabla 1, solo algunos temas muestran correspondencia en los dos cursos, por lo que se vio la necesidad de desarrollar, implementar y validar nuevas prácticas de laboratorio que cumplieran con el desarrollo de habilidades que se buscan en la clase de “Química

Experimental”, pero que tengan correspondencia a un tema en la clase teórica de “Química”. Las prácticas implementadas se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Prácticas diseñadas e implementadas para el curso de “Química integral”.

Práctica nueva	Objetivos generales
Propiedades de los gases	Evaluar las leyes de los gases, y a partir de los resultados derivar una única fórmula matemática que relacione la presión, volumen, temperatura y el número de moléculas.
Propiedades coligativas	Determinar el efecto de la concentración en la disminución de la temperatura de congelación de una disolución acuosa, y determinar la concentración de soluto en una disolución de un anticongelante comercial. Determinar el peso molecular de una sustancia mediante el método crioscópico.
Entalpía de neutralización	Clasificar las reacciones por su entalpía de reacción. Medir el cambio de temperatura de la reacción de las soluciones de ácido fosfórico e hidróxido de sodio. Calcular la entalpía (ΔH) de neutralización del ácido fosfórico.
Cinética: Concentración y tiempo	Efectuar cálculos de concentración de reactivos para un tiempo determinado. Determinar el efecto de la concentración de reactivos en el tiempo de reacción y obtener la K cinética. Observar el efecto de los catalizadores en la velocidad de una reacción.
Contante de equilibrio	Preparar y poner a prueba las soluciones estándar de FeSCN^{2+} en equilibrio. Determinar las concentraciones molares de los iones presentes en un sistema en equilibrio. Determinar el valor de la K_{eq} , para la reacción.

Con respecto a la selección de tareas y tutoriales, se desarrollaron 20 tareas nuevas con tutoriales. Una muestra de las tareas desarrolladas se presenta en las Figuras 2 y 3.

Assignments

- (09) Cinética (Ley de velocidad) 04/08/16
- (16) Electroquímica 04/30/16
- Enlaces, Lewis y Carga formal 08/22/16
- (05) Gases 08/29/16
- (06) Concentraciones y Propiedades Coligativas 09/19/16
- (08) Termodinámica 09/25/16
- (10) Cinética (concentración de reactivos en un tiempo) 10/20/16
- (11) Equilibrio (determinación de la constante) 10/24/16

Calendar View: November 2016

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
30 (13) Princip...	31	1	2	3 (14) Cálculo...	4 (15) Redox b...	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

Figura 2: Tareas y tutoriales en la plataforma *Mastering Chemistry* y su calendarización.

Q-1001-4-82016 Signed in as BLANCA ESTHELA RODRIGUEZ, Instructor

(16) Electroquímica Analytical Use of Stannous Chloride Solutions

Item Type: Tutorial | Difficulty: 2 | Time: 13m | Learning Outcomes | Contact the Publisher

Analytical Use of Stannous Chloride Solutions

Stannous chloride solution, $\text{SnCl}_2(\text{aq})$, is used as a reducing agent in analytical chemistry. It is susceptible to oxidation of the stannous ion, Sn^{2+} , to the stannic ion, Sn^{4+} , by oxygen in air. Thus, the solution must be used immediately or stabilized to extend shelf life.

Figure 1 of 1

Standard reduction potentials

Below are the available standard reduction potentials for the stannous ion, tin(II), and the stannic ion, tin(IV).

$$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}(\text{s}), \quad E^\circ = -0.136 \text{ V}$$

$$\text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}^{2+}(\text{aq}), \quad E^\circ = +0.154 \text{ V}$$

Note that 3+ is not a typical oxidation state for tin.

Part A

After the stannous chloride solution has been prepared, a few pieces of tin metal, Sn, are dropped into the bottle, to prevent oxidation by air. Determine the standard cell potential for the following reaction:

$$\text{Sn}(\text{s}) + \text{Sn}^{4+}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$$

Express your answer with the appropriate units.

$E^\circ =$

Submit **Hints** **My Answers** **Give Up** **Review Part**

Oxidation of iron(III) by titration with stannous chloride

Iron ore samples are pretreated by dissolving the sample in acid, then reducing the Fe^{3+} to Fe^{2+} with stannous chloride. The excess reducing agent is then oxidized by treatment with HgCl_2 before the sample is titrated with a standard solution of an oxidizing agent. (Figure 1)

Part B

Figura 3: Ejemplo de una tarea con tutorial en la plataforma *Mastering Chemistry* para el tema de Electroquímica.

Como puede verse en la parte alta de la Figura 3, el alumno puede observar el tipo de pregunta en la pantalla de la plataforma *Mastering Chemistry*, en este caso un tutorial, así como el grado de dificultad y el tiempo estimado de respuesta, lo cual facilita su aprendizaje.

Como último punto, para evaluar los resultados de esta innovación educativa se tomaron como datos las calificaciones obtenidas, y se analizaron para determinar si existían diferencias significativas en el rendimiento académico del grupo piloto que cursó “Química integral” en modalidad híbrida con aula invertida, comparado con el obtenido por grupos de “Química” en modalidad tradicional.

Los resultados preliminares muestran la evolución de las calificaciones en los alumnos del primero y segundo parcial, tal como lo muestra la Figura 4.

El Grupo 1 y 2 tradicional representan grupos de aproximadamente 30 alumnos en la modalidad de Q1001 tradicional.

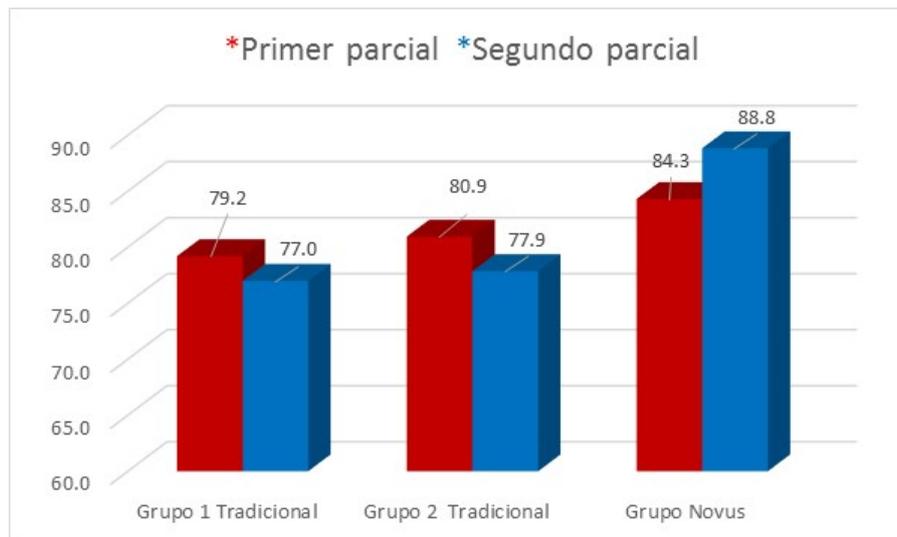


Figura 4: Promedio de calificaciones del primer y segundo parcial de dos grupos tradicionales y el grupo Novus de la clase de “Química” (Q1001).

Por otro lado, en la Figura 5 se presenta un análisis similar para la clase de “Química experimental” (Q1014) para el primero y segundo parcial.

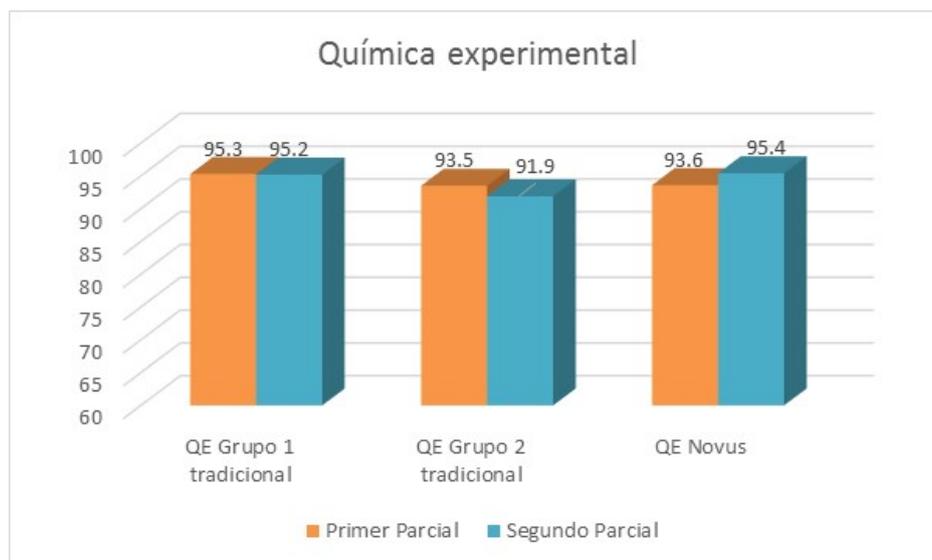


Figura 5: Promedio de calificaciones del primer y segundo parcial de dos grupos tradicionales y el grupo Novus de la clase de “Química experimental” (Q1014).

En la clase de “Química experimental”, ambos grupos (1 y 2) recibieron la impartición de su educación con el método tradicional y sin plataforma tecnológica.

2.4 Discusión (análisis e interpretación de resultados)

La incorporación de cinco nuevas prácticas experimentales asegura la correspondencia en cuanto a temas y subtemas en las clases de “Química” (teoría) y “Química experimental” (laboratorio), lo cual permite fusionarlas en un solo curso denominado “Química integral”.

La plataforma *Mastering Chemistry* resulta efectiva en cuanto a que le permite al profesor diseñar una gran variedad de actividades con diversos grados de dificultad, con la opción de seleccionar los temas que se requiera reforzar; y por otro lado, le permite al alumno interiorizar los conceptos y los problemas, otorgando una gran variedad de ejercicios a resolver.

Aunque son resultados preliminares, la Figura 4 muestra que hay entre 4 y 11 puntos porcentuales arriba en las calificaciones de los alumnos del curso Novus (“Química integral”). Lo que podemos inferir hasta el momento es que la innovación educativa ha resultado provechosa para el incremento de las evaluaciones de los alumnos. También es claro notar en la Figura 5 que, para la clase de “Química experimental”, el alumno tiene un aprovechamiento muy similar al obtenido en la forma tradicional, lo cual asegura que el nivel de adquisición de competencias ha sido el esperado.

Conclusiones

Analizando los resultados obtenidos hasta el momento, se puede concluir que la aplicación de esta innovación educativa a la cual se denominó “Química integral: Desarrollo de un curso de Química con

aprendizaje híbrido y aula invertida”, ha tenido una incidencia positiva en el rendimiento académico estudiantil del curso “Química” (Q-1001).

Las estrategias educativas propuestas en este proyecto cumplen con esas tendencias actuales. Como se vio en los resultados presentados, las actividades tanto conceptuales en el aula, como de aprendizaje activo en el laboratorio y aula invertida con uso de la plataforma en tiempo real *Mastering Chemistry*, ha ayudado a los estudiantes a dominar los conceptos clave y mejorar los resultados del curso.

También puede concluirse que el modelo propuesto en este proyecto está de acuerdo con las estrategias que requiere el Modelo Educativo TEC21.

Los avances en el ámbito de las ciencias de la educación y de las transformaciones tecnológicas, obligan a utilizar nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje y nuevos entornos de aprendizaje.

Reconocimientos

Queremos agradecer al Departamento de Química y Nanotecnología del Campus Monterrey, muy especialmente a su director, el Dr. Efraín Barragán, por todas las facilidades prestadas para el desarrollo de este proyecto.

Referencias

- 1) Abraham, M., “The nature and state of general chemistry laboratory courses offered by colleges and universities in the United States”, *Journal of Chemical Education*, (May 1997): 591-594.
- 2) Amaral, K. E., J. D. Shank., “Enhancing Student Learning and Retention with Blended Learning Class Guides”, *Educause review*, (December 2010).
- 3) Bartolomé, P. A., “Entornos de Aprendizaje Mixto en Educación Superior”, *RIED V. 11(1)*, (2008):15-51.
- 4) El blog de Renee Patton: <http://blogs.cisco.com/education/fipping-the-classroom-%E2%80%93-is-it-really-all-about-technology/>
- 5) Flores, L. R., “Aula invertida para un aprendizaje invertido”, *Red Iberoamericana de comunicación y divulgación científica*, (Abril 2015).
- 6) Osorio, L. A., “Características de los ambientes híbridos de aprendizaje: estudio de caso de un programa de posgrado de la Universidad de los Andes”, *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, (Enero 2010): 2-5.
- 7) Rosales, G. S., V. M. Gómez L., “Modalidad Híbrida y presencial. Comparación de dos modalidades educativas”, *Revista de la Educación Superior*, V.XXXVII (4), No. 148, (Oct.-Dic. 2008): 23-29.

- 8) Shibley, I., K. E. Amaral, "Designing a Blended Course: Using ADDIE to Guide Instructional Design", *Journal of College Science Teaching*, V. 40(6), (2011):80-85.
- 9) Williams, M., "Change in student conceptual and technological knowledge as a result of the general chemistry laboratory experience" p.H. D. Thesis, South Dakota University, (2008).