



La enseñanza de la química durante el primer año de la universidad: el estudiante como protagonista de un aprendizaje significativo

Facundo Barraqué,¹ Sofía Sampaolesi,² Laura Estefanía Briand³ y Virginia Vetere⁴

Recepción: 2020-05-07. Aceptación: 2020-08-03

Resumen. El aprendizaje de la Química durante el primer año de la universidad presenta dificultades propias de la disciplina asociadas a lo abstracto de algunos contenidos y a los diferentes niveles de representación necesarios para su abordaje. Además de la dimensión disciplinar, los ingresantes tienen que habitar una institución que se les presenta con reglas y ordenes simbólicos diferentes a los que están habituados y que demanda más autonomía y responsabilidad. Estas características redundan en un importante grado de deserción y un gran porcentaje de alumnos que no logra acreditar las asignaturas. Este contexto nos interpela acerca de las metodologías tradicionales para la enseñanza de la química durante el primer año de la universidad. Así, nos propusimos diseñar un Curso con Estrategias Alternativas para la Enseñanza de la Química (CEAEQ) que, por sus características y su contexto institucional, se trata de una innovación. La propuesta se estructura en el abordaje de la enseñanza y el aprendizaje desde una perspectiva constructivista que pone al estudiante como protagonista y último responsable de su aprendizaje, adoptando los docentes un rol de guías y colaboradores en este proceso. A través de esta propuesta se pretende, por un lado, acompañar a los estudiantes en el aprendizaje de la actitud proactiva frente al estudio necesaria para abordar las carreras de grado. Por otro lado, se busca sentar las bases teóricas de la Química, estimulando a los alumnos a generar un vínculo con el saber que les ayude a comprender problemáticas de la vida cotidiana y a relacionar la química con temas de importancia para nuestra sociedad. En el presente trabajo se presenta la propuesta de innovación metodológica, los resultados obtenidos y los desafíos a futuro. El curso fue implementado en dos asignaturas de primer año de carreras de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Los resultados encontrados nos alientan a seguir explorando herramientas alternativas a las metodologías tradicionales de enseñanza de esta disciplina. **Palabras clave:** Innovación pedagógica; Autonomía en el aprendizaje; Enseñanza universitaria; Estrategia de aprendizaje; Práctica pedagógica

Educational innovation for first-year college chemistry teaching

Abstract. Chemistry learning during the first year of the university presents difficulties associated with the abstract of some content and the different levels of representation necessary for its approach. In addition to the disciplinary dimension, freshmen have to inhabit an institution with rules and symbolic orders different from those that are used to and that demands more autonomy and responsibility. These characteristics result in a significant dropout rate and a large percentage of students who fail to accredit college courses. This context questions us about the traditional methodologies for teaching chemistry during the first year of the university. Thus, we set out to design a Course with Alternative Strategies for the Teaching of Chemistry which, due to its characteristics and its institutional context, is an innovation. The proposal is structured in the approach to teaching and learning from a constructivist perspective that puts the student as the protagonist and last responsible for their learning, while teachers adopt a role of guides and collaborators in this process. The aim of this proposal is to accompany students in the learning of the proactive attitude towards the study necessary to address degree careers. On the other hand, it seeks to lay the theoretical basis of Chemistry, stimulating students to generate a link with knowledge that helps them understand problems of everyday life and relate chemistry to issues of importance to our society. This paper presents the proposal of a methodological innovation, the results obtained and future challenges. The course was implemented in two first year courses of the Faculty of Exact Sciences of the National University of La Plata, Argentina. The results found encourage us to continue exploring alternative tools to the traditional teaching methodologies of this discipline. **Keywords:** Educational Innovation; Autonomy in learning; Higher Education; Learning strategy; Teaching practice

¹ Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica CETMIC, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4683-5527>

² Cátedra de Microbiología de la Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata Argentina. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8080-9181>

³ Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6828-8624>

⁴ Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3400-2341>

Introducción

Según un informe realizado por la Dirección de Estadísticas de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina), las materias del área química resultan las más complicadas de aprobar para los alumnos del primer año (Minardi, Duchowney y Kudraszow, 2015). Este estudio evidenció el alto porcentaje de cursadas no aprobadas, que ronda el 50%. Asimismo, menos del 25% de los estudiantes logran aprobar los cursos por promoción y entre 24% y 30% aprueban la cursada con una nota mínima que los obliga a dar un examen final. En este sentido, los estudiantes indicaron que las causas del bajo rendimiento académico son las clases aburridas, expositivas, agotadoras, descompensadas en la relación tiempo/dificultad, disociadas entre teoría y práctica y sobre-exigentes (Ríos, Benito, Germain y Justianovich, 2017).

Si bien existen múltiples factores que pueden contribuir con estos resultados, uno de ellos puede deberse a que los contenidos de química se relacionan frecuentemente con conceptos abstractos, que son difíciles de comprender para el estudiantado ya que están alejados de sus experiencias e ideas (Contreras y González, 2014; Sosa y Méndez, 2011). Por otro lado, es complicado para el alumnado establecer relaciones entre los niveles de representación empleados en química (macroscópicos, microscópicos y simbólicos) (Ordenes y col., 2014).

Además de la dimensión disciplinar, hay que tener en cuenta que durante el primer año los estudiantes evidencian dificultades para habitar una institución que se les presenta con reglas diferentes a las que están habituados, con nuevos órdenes simbólicos y que demanda más autonomía y responsabilidad. Algunos autores destacan la importancia de la contención y el acompañamiento durante este trayecto de afiliación a la universidad (Pierella, 2014). Así, a la no sencilla tarea de incorporar un importante volumen de nuevos conceptos y contenidos en un breve lapso se suma el desafío de “aprender a ser estudiante universitario”. Este aprender incluye el abandono de la actitud pasiva respecto al estudio, asociada a una concepción bancaria de la educación (Freire, 1970), que predomina en el *currículum* de los niveles primario y secundario, para adoptar la actitud autónoma y propositiva respecto del aprendizaje, necesaria durante la formación de grado.

El contexto descripto nos interpela acerca de los mecanismos tradicionales utilizados para la enseñanza y de los actores involucrados en la enseñanza y el aprendizaje. Desde una perspectiva tradicional, la enseñanza se concibe como la transmisión verbal de conceptos ya elaborados. Desde este enfoque, aprender ciencias consiste en asimilar estos contenidos tal como han sido formulados y enseñar ciencias en exponer de forma ordenada y clara los conceptos científicos (Gómez y Sanmartí, 1996). Debido a que en este modelo el conocimiento se transmite desde quien enseña a quien aprende, se supone que el estudiante adquirirá los conceptos tal como el docente los expuso. La principal crítica a este modelo, conocido como de transmisión-recepción, es que el hecho de exponer un conjunto de conceptos no implica su comprensión por parte de los estudiantes, ya que cada persona reconstruye el conocimiento sobre la base de sus experiencias e ideas previas. También se pone en cuestión si puede ser significativo un aprendizaje que no responda a preguntas que los estudiantes se hayan hecho previamente.

Así, un cambio de paradigma educativo, necesariamente asociado a un cambio metodológico, se nos presenta como un posible camino en la búsqueda de soslayar aquellas dificultades para el aprendizaje de la química durante el primer año en la universidad. De este modo, nos propusimos diseñar un Curso con Estrategias Alternativas para la Enseñanza de la Química (CEAEQ) cuyo objetivo central es brindar a los estudiantes herramientas para lograr

autonomía y capacidad de autoevaluación de los conocimientos adquiridos. La función de los docentes es crear las condiciones óptimas para que los estudiantes desplieguen una actividad mental constructiva. Esto implica que los docentes debemos orientar, guiar, colaborar, en las distintas actividades planteadas para facilitar al alumnado la construcción de un aprendizaje significativo.

La propuesta del CEAEQ se enmarca en una perspectiva constructivista del aprendizaje. Es importante mencionar alguna de las características del aprendizaje desde este enfoque que nos han guiado a la hora de diseñar las diferentes herramientas que se proponen en el curso (Mandl y Kopp, 2005; Caamaño, 2018). Desde la perspectiva constructivista:

- El aprendizaje es un proceso de construcción dirigido y controlado por quien aprende y que requiere de su participación activa y autónoma.
- El proceso constructivo se basa en los conocimientos previos y en las experiencias de los estudiantes.
- El aprendizaje ocurre en un contexto o situación específica.
- El aprendizaje es un proceso social, es decir ocurre en interacción con otros.

Enfoque y propósitos de la innovación

Tal como ha sido mencionado, el CEAEQ, está concebido desde un enfoque constructivista del aprendizaje. Desde esta perspectiva, el aprendizaje se entiende como una construcción activa de saberes significativos, esto es, el estudiante puede aplicar los conceptos aprendidos a otros contextos. Desde este punto de vista la elaboración del conocimiento es una consecuencia de la actividad mental del que aprende, quien construye formas propias de ver y explicar el mundo. Tal como lo expresan Gómez y Sanmartí, aprender ciencias desde una perspectiva constructivista es construir el conocimiento a partir de las ideas propias, ampliándolas o reformulándolas. Desde este enfoque los docentes, a través de actividades organizadas y planificadas, individuales y en equipo, deben mediar en el proceso de aprendizaje (Gómez y Sanmartí, 1996). Si se concibe a la ciencia como un proceso de interpretación de la realidad a través de modelos que permitan explicarla, el estudiante de ciencias construirá conocimiento a partir de sus propias ideas, lenguaje y percepciones, que al confrontarlos con otras ideas podrá requerir reformulaciones o un cambio conceptual. De este modo, el aprendizaje supondrá situaciones de conflicto cognitivo que podrían conducir, aunque no necesariamente, a una reestructuración de las teorías previas. Estas teorías sobrevivirán siempre que permitan al estudiante dar mejores explicaciones y conectar de forma más satisfactoria sus ideas. El desafío de los docentes es generar los espacios para que los estudiantes desplieguen un aprendizaje activo y significativo.

Consideramos que los primeros años que los estudiantes transitan la universidad deben tener características particulares que tiendan a favorecer una permanencia exitosa. Así, además de la adquisición de los conocimientos disciplinares es importante poner énfasis en aspectos motivacionales y actitudinales.

Este curso involucra las asignaturas Introducción a la Química y Química General, ambas correspondientes al Ciclo Básico de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata. El curso está dirigido a estudiantes de las siguientes carreras de grado: Licenciatura en Química; Licenciatura en Bioquímica; Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos; Farmacia; Licenciatura en Biotecnología y Biología Molecular; Licenciatura en Óptica Ocular y Optometría y Licenciatura en Química y Tecnología Ambiental.

En este sentido, la propuesta está pensada para la formación de futuros profesionales de distintas carreras que poseen motivaciones diversas. Además, el curso tiene en cuenta que es la primera aproximación de los estudiantes universitarios a la química, pero no será la única materia de esta disciplina que cursarán. Así, se pretende sentar las bases teóricas de la disciplina, estimulando a los alumnos a generar un vínculo con el saber que les ayude a comprender problemáticas de la vida cotidiana y a relacionar la química con temas de importancia para nuestra sociedad como aquellos relacionados con la salud, el cuidado del ambiente, el desarrollo científico y tecnológico, entre otros.

Por lo antes expuesto, el CEAEQ se crea como un espacio de enseñanza y de aprendizaje que:

- favorezca la posibilidad de discutir, argumentar, analizar, tomar decisiones, resolver problemas, formular preguntas, plantear hipótesis, diseñar procedimientos y elaborar conclusiones por parte de los estudiantes;
- fomente el trabajo colaborativo entre los estudiantes y entre los docentes;
- promueva el uso de un lenguaje común para expresar las ideas y preguntas acerca de la química, comprendiendo la importancia de compartir conceptos significativos para facilitar el entendimiento en el trabajo colaborativo;
- transmita la importancia que ha tenido y tiene la química en la construcción del conocimiento científico y tecnológico, en su vida cotidiana y en el desarrollo de nuestra sociedad;
- resalte la importancia de la experimentación y la observación en el avance del conocimiento científico;
- fomente el sentido de pertenencia a la institución desde propuestas académicas compatibles con el estudiante real, con la expectativa de facilitar su avance en la carrera;
- apele al uso adecuado de recursos informáticos para la enseñanza.

A través de esta propuesta se pretende, por un lado, acompañar a los estudiantes en el aprendizaje de la actitud proactiva frente al estudio necesaria para abordar las carreras de grado. El CEAEQ contempla la premisa de que los estudiantes son quienes construyen el conocimiento y los responsables últimos de su proceso de aprendizaje. Esto implica que los docentes deben orientar, guiar y colaborar con el alumnado en la construcción de un aprendizaje significativo a través de las actividades planificadas. Este proceso supone para los estudiantes elaborar significados, representaciones o modelos mentales de los nuevos contenidos y establecer relaciones entre ellos y los saberes previos.

Durante el curso se iniciará a los estudiantes en el discurso científico (“aprender a hablar ciencia”). El proceso de construcción del conocimiento científico implica pasar de un lenguaje personal, impreciso y con expresiones propias del conocimiento cotidiano, a ser capaz de utilizar el lenguaje de la ciencia. Hablar ciencia supone aprender una nueva semántica, formar frases con sentido y poder utilizarlas en contextos diferentes.

Desde esta perspectiva, la construcción de conocimientos es también un proceso social, pues en el aprendizaje influye la relación entre docentes y estudiantes y también la relación entre pares. Se potenciará el aprendizaje colaborativo, entendiendo que la ciencia es una actividad interdisciplinaria y de producción colectiva. Los docentes deberán promover canales de comunicación que permitan la construcción y negociación discursiva de significados compartidos, potenciando relaciones de respeto que favorezcan la autoestima, el auto concepto y la autonomía de los estudiantes.

Metodología

En la presente propuesta se desplegarán estrategias de enseñanza que transfieran el protagonismo y el control, que tradicionalmente tiene el docente, al estudiante, quien debe hacer suya la información y transformarla en conocimientos significativos y funcionales para él. Se espera que el traspaso progresivo de la responsabilidad estimule la autonomía en los alumnos.

A este respecto, el diseño metodológico contempla la inclusión durante la clase de momentos de lectura de textos de complejidad creciente, con dos propósitos principales. En primer lugar, estimular el uso de textos fuente y no de derivados (resúmenes, fichas de cátedra, guía de trabajos prácticos) para la búsqueda de información y como material de estudio. En segundo lugar, acercar a los estudiantes a una actitud proactiva y autónoma, a través de actividades sencillas que les habiliten a redescubrir su capacidad de comprender y analizar un texto “crudo” (en contraposición los materiales de cátedra “pre-digeridos”). La expectativa es que este redescubrirse como lectores de textos complejos incremente su confianza como estudiantes y les permita identificar la lectura analítica como herramienta indispensable durante su trayecto por la universidad. El dedicar momentos de la clase a ello no sólo jerarquiza la actividad a los ojos de los estudiantes, sino que también permite a los docentes actuar como orientadores durante las lecturas, facilitando que los primeros encuentros con textos complejos funcionen como desafíos y no deriven en frustraciones. Esta instancia también permitirá compartir entre los estudiantes estrategias de lectura, comprensión de textos y herramientas para la identificación y registro de las ideas principales.

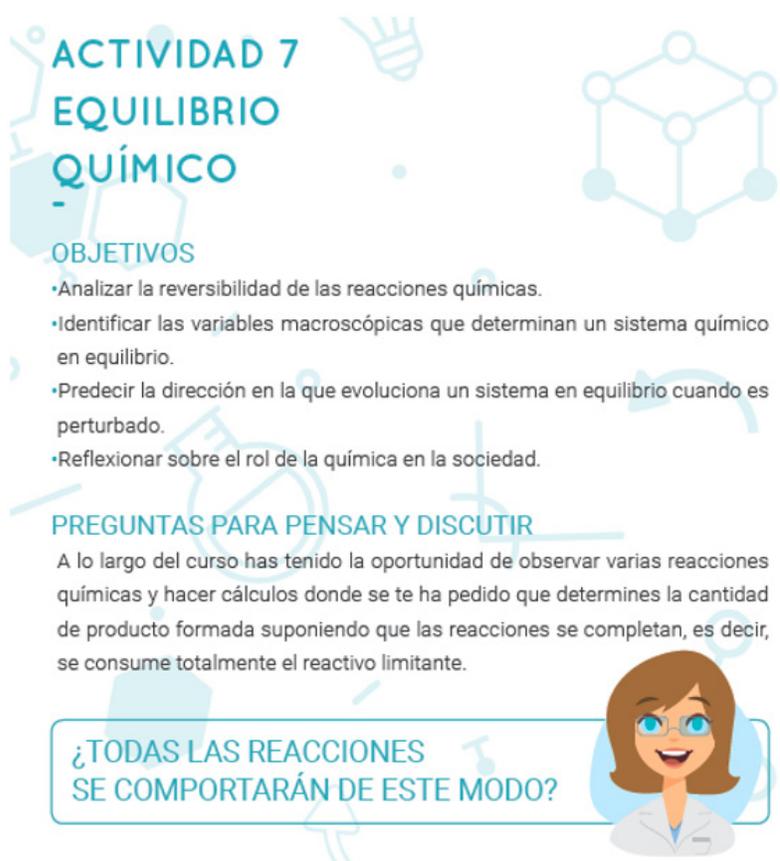
Otro de los aspectos que el diseño metodológico del CEAEQ tuvo en cuenta es el acercamiento del contenido disciplinar desde herramientas que los estudiantes ya conocen. En este sentido, las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) juegan un papel importante que ofrece nuevos contextos y las posibilidades de generar entornos personales de aprendizaje que favorezcan la formación de los futuros profesionales (Esteve, 2016), además de potenciar un rol activo en su propio aprendizaje. Numerosos autores coinciden en la importancia de incorporar estas herramientas en la educación superior, sin embargo, se observa aún cierta resistencia a integrarlas a las prácticas docentes (López de la Madrid, 2007). Experiencias de varias universidades muestran las ventajas de estos dispositivos como apoyo para el aprendizaje, ofreciendo una fluida interacción con la información en el tiempo y el espacio que los estudiantes consideren más apropiado (Soto, Senra y Neira, 2009). Sin embargo, advierten que para que las TIC se conviertan en una herramienta para mejorar las experiencias educativas en la universidad deben emplearse en forma organizada y planificada, involucrando a la institución, a los estudiantes y a los docentes colectivamente (Sangrà y González, 2004).

Si bien la dinámica de las clases puede variar de acuerdo con los contenidos a abordar y a las necesidades que planteen los estudiantes, la propuesta de trabajo en el aula involucra actividades introductorias de los temas a desarrollar y de evaluación inicial o predictiva, que se realizará, en particular, cuando se inicia una nueva unidad. Las mismas tienen como objetivo presentar las temáticas que componen una unidad desde una perspectiva que tenga anclaje con la realidad y su directa aplicación tecnológica. Deben posibilitar la modificación de las secuencias de aprendizaje y la adecuación de las actividades previstas para responder a las necesidades y dificultades de los alumnos. Esta fase de exploración (Gómez y Sanmartí, 1996) permite a los docentes identificar las formas en que los estudiantes se plantean el tema, su lenguaje, razonamientos y actitudes hacia el aprendizaje. A los alumnos les posibilitará conocer otros puntos de vista, así como también elaborar conceptos que permitan poner de manifiesto los suyos. Esta fase es de importancia para planificar las siguientes actividades y los docentes deben motivar a los estudiantes a participar y explicitar sus opiniones.

Asimismo, se planean actividades a realizar durante las clases y que, de acuerdo con los contenidos, podrán ser exposiciones sobre los conceptos claves, resolución de problemas, actividades experimentales, actividades de lectura y/o actividades con simulaciones. Como actividad previa a los trabajos prácticos de laboratorio, se realizará la explicación de lo operativo en el pizarrón y se emplearán video-capítulos generados por los docentes del CEAEQ como parte del material didáctico de la propuesta. Posteriormente a las clases se proponen lecturas relacionadas con los temas desarrollados, y cuya base teórica ha sido trabajada durante las mismas, acompañada de consignas/preguntas o actividades de aplicación que fomenten en los estudiantes la autoevaluación de su proceso de aprendizaje.

Finalmente, las actividades de integración y recuperación de ideas claves tienen como objetivo retomar las ideas principales de cada unidad e integrarlas con los conceptos desarrollados en unidades anteriores. Pueden consistir en exposiciones preparadas con antelación por parte de los estudiantes o en la resolución de problemas diseñados para habilitar la vinculación de los conceptos trabajados.

Actividades introductorias como estrategia motivacional



ACTIVIDAD 7
EQUILIBRIO
QUÍMICO

OBJETIVOS

- Analizar la reversibilidad de las reacciones químicas.
- Identificar las variables macroscópicas que determinan un sistema químico en equilibrio.
- Predecir la dirección en la que evoluciona un sistema en equilibrio cuando es perturbado.
- Reflexionar sobre el rol de la química en la sociedad.

PREGUNTAS PARA PENSAR Y DISCUTIR

A lo largo del curso has tenido la oportunidad de observar varias reacciones químicas y hacer cálculos donde se te ha pedido que determines la cantidad de producto formada suponiendo que las reacciones se completan, es decir, se consume totalmente el reactivo limitante.

¿TODAS LAS REACCIONES SE COMPORTARÁN DE ESTE MODO?



Tal como ha sido mencionado previamente, los temas a abordar en las respectivas unidades didácticas contarán con una actividad introductoria. Las mismas poseen objetivos concretos y preguntas iniciales para discutir en clase que ayudarán a diagnosticar las ideas y/o preconceptos de los estudiantes y que guiarán a los docentes en el abordaje de la unidad. Asimismo, incluyen un texto de una temática de actualidad o alguna referencia histórica directamente relacionada con el tema de estudio que será trabajado durante la clase.

Estas actividades poseen un diseño gráfico especialmente realizado por diseñadoras en comunicación visual a los efectos de agrandar a la vista e incentivar la lectura. A modo de ejemplo, en las Figuras 1 y 2 se muestra el material propuesto para comenzar a trabajar el concepto de Equilibrio Químico. En la Figura 1 se observan los objetivos de la unidad y algunas preguntas para abrir el debate sobre el tema. En la Figura 2 se muestran extractos de la lectura propuesta. En este caso, para el tema Equilibrio Químico, se buscó una lectura con contenido histórico que, además de trabajar los conceptos fundamentales, nos permite reflexionar y debatir sobre el rol de la ciencia en la sociedad. Para otros temas se eligieron lecturas vinculadas a avances científicos y tecnológicos recientes.

Figura 1. Actividad para iniciar una unidad temática.

LECTURA Y TRABAJO EN CLASE

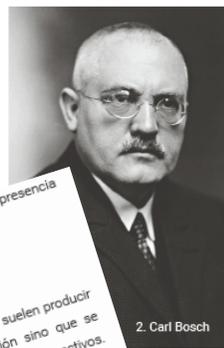
UN POCO DE HISTORIA

A principios del siglo XX, la amenazante perspectiva de la primera Guerra Mundial originó una desesperada necesidad de compuestos nitrogenados debido a que los nitratos, que se utilizaban para la agricultura, fueron convertidos en explosivos. Aunque el nitrógeno abunda en el aire, los métodos para convertir nitrógeno en otros compuestos eran demasiados costosos en ese momento.

Los científicos a ambos lados del conflicto buscaban desesperadamente formas de fijar nitrógeno, es decir, de combinarlo con otros elementos. Gracias al ahínco, la aplicación y -como suele suceder en investigación- algo de suerte, el químico alemán Fritz Haber

1. Fritz Haber
(9/12/1868 - 29/01/1934)
Químico alemán cuyo descubrimiento le valió el Premio Nobel de Química en 1918.

2. Carl Bosch
(27/08/1874 - 26/04/1940)
Químico e industrial alemán. Recibió el Nobel de Química en 1931, compartido con Friedrich Bergius.



La reacción que tuvo lugar cuando Haber calentó nitrógeno e hidrógeno en presencia de cantidades pequeñas de hierro es la siguiente:

$$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$$

... las reacciones que suelen producir terminación sino que se como reactivos.

Una dificultad con la que se encontró compuestos a partir de nitrógeno aproximan a un estado en el que En este estado se observa que Ir cambian en el tiempo. Esta etapa

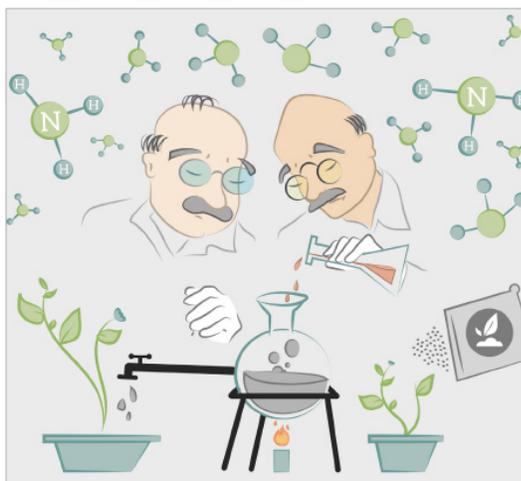


Figura 2. Fragmentos de una lectura inicial para trabajar los conceptos estructurantes de una unidad.

Utilización de simulaciones

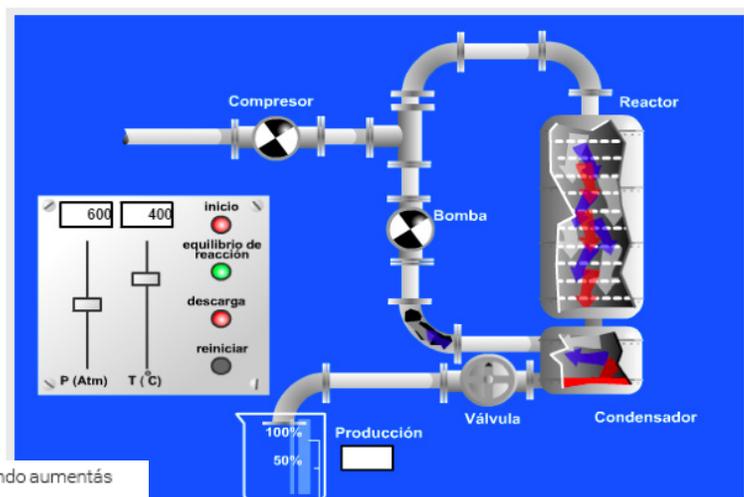
Para trabajar algunos contenidos se propone el uso de simulaciones de acceso libre. A modo de ejemplo en las Figuras 3 y 4 se muestra una actividad planteada para introducir el Principio de Le Chatelier en la unidad de Equilibrio Químico. En la Figura 3 se observa una imagen del simulador donde es posible modificar las variables operativas para el proceso de Haber Bosch para la obtención de amoníaco. En la Figura 4 se muestran las actividades propuestas con el simulador que inducirían a la observación de cómo responde un sistema, inicialmente en equilibrio, cuando algunas de sus variables son modificadas. Experiencias similares han sido utilizadas en otros niveles educativos con buenos resultados (Valdéz, 2017). Se ha reportado que, a nivel universitario, los estudiantes reconocen a las TIC como una herramienta útil para mejorar la elaboración de trabajos, la organización de su actividad académica, las tareas de repaso, las actividades con compañeros y la búsqueda de recursos. Asimismo, la utilización de estas herramientas parece

mejorar las actitudes hacia el estudio, fomentando la autonomía y la autogestión de los procesos de aprendizaje (García-Valcárcel y Tejedor Tejedor, 2017).

4- En tu celular o computadora puedes utilizar el siguiente simulador del proceso industrial de fabricación de amoníaco:

http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4854/html/3_la_sntesis_del_amoniac.html

Figura 3. Imagen del simulador del proceso de Haber Bosch utilizado para trabajar el principio de Le Chatelier.



- Registrá en la siguiente tabla que ocurre con la producción de NH_3 cuando aumentás la presión del sistema a una temperatura constante (elegí la temperatura que desees pero no la cambies durante la experiencia).

TEMPERATURA ELEGIDA (°C) =	
PRESIÓN (atm)	PRODUCCIÓN DE NH_3 %

- Registrá en la siguiente tabla que ocurre con la producción de NH_3 cuando aumentás la temperatura del sistema a una presión constante (elegí la presión que desees pero no la cambies durante la experiencia).

PRESIÓN ELEGIDA (atm) =	
TEMPERATURA (°C)	PRODUCCIÓN DE NH_3 %

Figura 4. Actividades propuestas utilizando el simulador del proceso de Haber Bosch.

- ¿Podés mencionar dos condiciones operativas que favorezcan la producción de amoníaco? Investigá sobre otras condiciones que permiten aumentar la cantidad de amoníaco obtenida.

Para trabajar después de la clase

Posteriormente a las clases se proponen lecturas relacionadas con los temas desarrollados durante las mismas, cuyo objetivo es fomentar en los estudiantes la reflexión y la autoevaluación de su proceso de aprendizaje. En general las lecturas son artículos de divulgación científica que muestran aplicaciones, debates o curiosidades acerca de los temas estudiados. En la Figura 5 se muestra la actividad de lectura propuesta para el tema Equilibrio Químico.

Actividades de laboratorio

El CEAEQ involucra actividades experimentales a realizarse en el laboratorio y que están directamente relacionadas con los conceptos teóricos trabajados en el curso. A este fin, se han desarrollado guías en las que se detallan claramente los propósitos, objetivos, los procedimientos experimentales, las observaciones y cálculos y el modo de expresar los resultados obtenidos. En este contexto, el curso prevé que cada estudiante cuente con su “cuaderno de laboratorio” en el cual consignarán las anotaciones experimentales de las actividades.

PARA REFLEXIONAR

Te invitamos a leer el artículo de la BBC ‘Cómo el químico alemán Fritz Haber le dio y le quitó la vida a miles de personas’.

Podés encontrarlo en:

<http://www.bbc.com/mundo/noticias-38107124>



Figura 5. Lectura final propuesta para trabajar después de las clases.

Además del material en formato de texto, los estudiantes contarán con un manual digital de técnicas de laboratorio que consta de video-capítulos realizados por los docentes (Sampaolesi, Barraqué, Vetere y Briand, 2018). Dicho manual estará a disposición de los alumnos para ser utilizado como soporte, guía o referencia al momento de desarrollar una actividad experimental y como material de estudio y consulta en cualquier momento que lo requieran. El manual digital de laboratorio se encuentra disponible en una plataforma digital de acceso público y gratuito (consultar videos en: www.youtube.com/watch?v=Efn3KUbxQls y <https://www.youtube.com/watch?v=X47a2ezRLmM>).

Es importante aclarar que este dispositivo no reemplaza las actividades experimentales de manejo directo de material de laboratorio, ni la tarea de los docentes durante las mismas. Consideramos que este manual digital puede contribuir a fomentar la autonomía de los estudiantes en las tareas básicas de un laboratorio de química.

Evaluación

La evaluación puede conceptualizarse como un proceso dinámico, continuo y sistemático, mediante el cual verificamos los logros adquiridos en función de los objetivos propuestos. Es el conjunto de actividades, que permiten valorar cuantitativa y cualitativamente los resultados de un proceso de enseñanza y aprendizaje (Sanmartí y Alimenti, 2004).

La evaluación tendrá en cuenta las producciones individuales y grupales realizadas por los estudiantes durante todo el curso, así como los exámenes parciales.

Los exámenes parciales, confeccionados por los equipos docentes, articularán los conocimientos teóricos y prácticos; su duración no superará las 2 horas. Los objetivos y los criterios de la evaluación serán explicitados a los estudiantes en una instancia previa a la evaluación parcial. Asimismo, el puntaje de cada ítem será debidamente informado en el examen. Los estudiantes que en la primera fecha del parcial no alcancen algunos de los objetivos esperados tendrán la posibilidad de recuperarlos en las instancias siguientes.

Resultados de la implementación

La presente innovación metodológica ha sido implementada parcialmente en dos comisiones durante dos cuatrimestres. Por motivos que exceden al equipo docente, la evaluación que es parte necesaria de la metodología no es elaborada por el mismo lo cual limita seriamente la posibilidad de llevar adelante el CEAEQ tal como fue concebido. A pesar de estas dificultades, es interesante presentar los resultados alcanzados.

Las Figuras 6 y 7 presentan los porcentajes de estudiantes que aprobaron y desaprobaron los cursos tradicionales y el CEAEQ para las asignaturas Introducción a la Química y Química General, respectivamente. En el grupo de estudiantes que aprobaron se presenta el subgrupo que regularizó el curso y, por lo tanto, deberá rendir un examen final integrador. Mientras que aquellos que además de aprobar también acreditaron el curso están eximidos de esa instancia examinadora, se dice que estos estudiantes promocionaron la materia. Para la comparación se consideraron los resultados alcanzados por los mismos equipos docentes cuando trabajaron bajo la modalidad tradicional y cuando lo hicieron con la innovación propuesta en el CEAEQ. Como puede observarse, el porcentaje de estudiantes que aprobaron es similar con ambas modalidades en el caso del curso de Introducción a la Química. Sin embargo, se ha observado un aumento muy significativo en el porcentaje de estudiantes que promocionaron la asignatura.

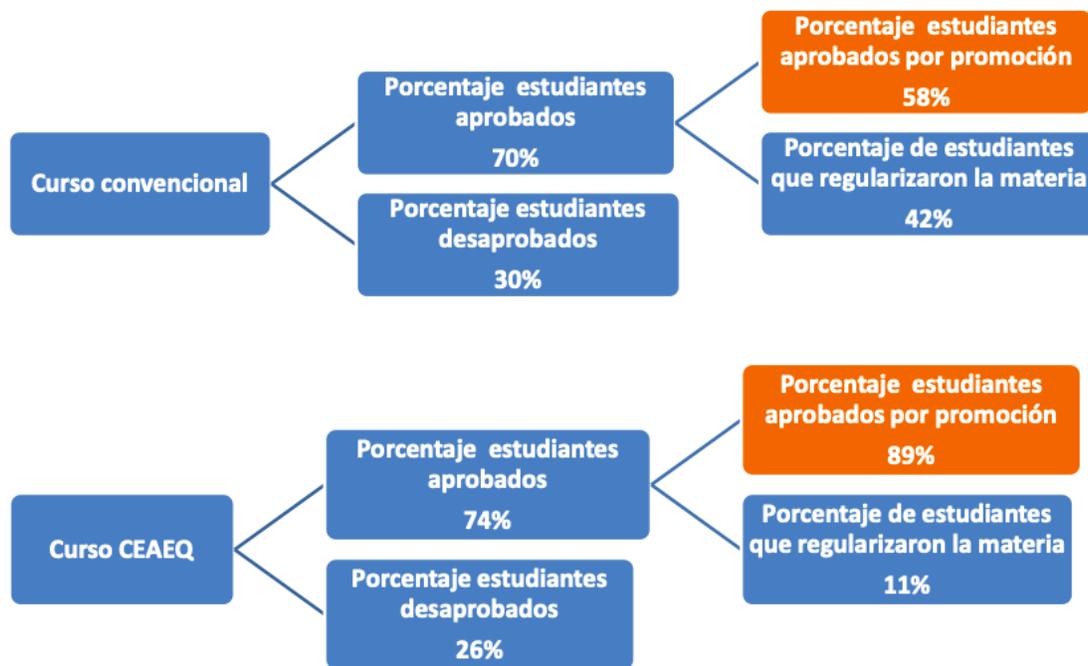


Figura 6. Porcentaje de estudiantes aprobados, desaprobados y promocionados en la asignatura Introducción a la Química para los cursos regulares y el CEAEQ.

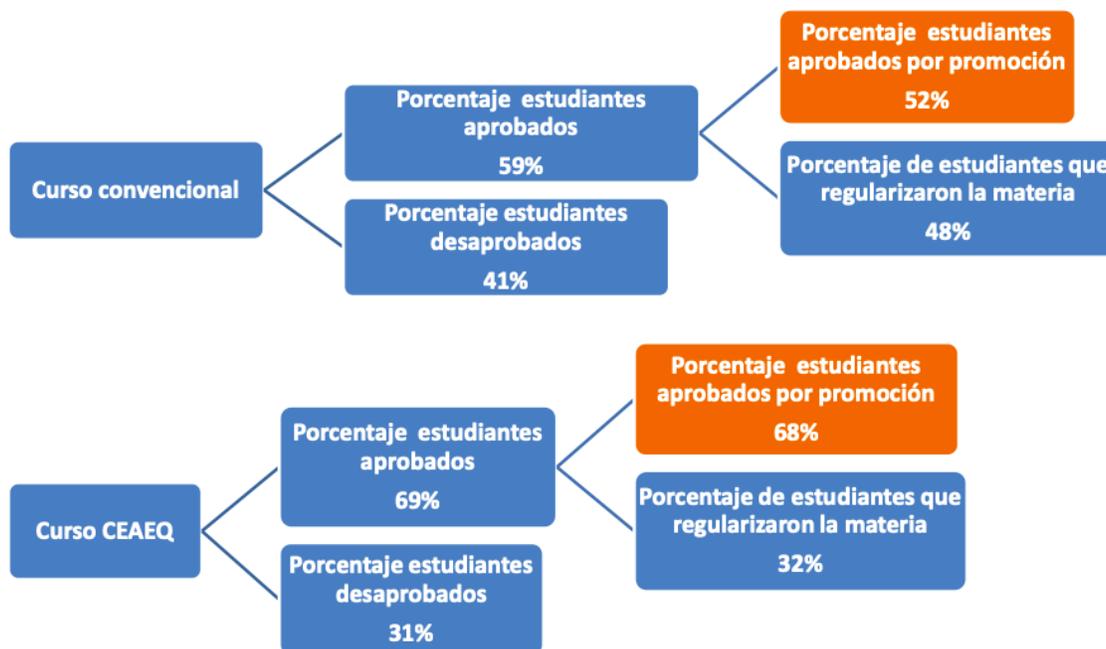


Figura 7. Porcentaje de estudiantes aprobados, desaprobados y promocionados en la asignatura Química General para los cursos regulares y el CEAEQ.

En el caso de Química General, nuevamente se encuentra un aumento significativo en la cantidad de alumnos que lograron promocionar la materia y también en quienes la aprobaron.

Además de la valoración cuantitativa que se presentó en la sección anterior, se recabaron las opiniones cualitativas de los estudiantes en relación con la metodología propuesta a través de una encuesta anónima que se presenta en el Anexo I. Las dos primeras preguntas de la encuesta buscan establecer las opiniones de los estudiantes en cuanto a la dinámica de las clases y los trabajos de investigación que se solicitan durante o fuera de ellas. En estos casos se propusieron una serie de respuestas (multiple-choice) en las cuales se contrastan la metodología del CEAEQ y la tradicional (fundamentalmente expositiva).

- Clases expositivas por parte de las/os docentes con alguna participación de las/os estudiantes.
- Clases en las que las/los docentes tienen como función orientar, guiar y colaborar en actividades diversas, con una participación central de las/os estudiantes.
- Clases en las que investigás y producís en grupo sobre un tema, con la orientación de las/os docentes, y luego se socializan las producciones y se resumen las ideas centrales.
- Otro tipo de clases

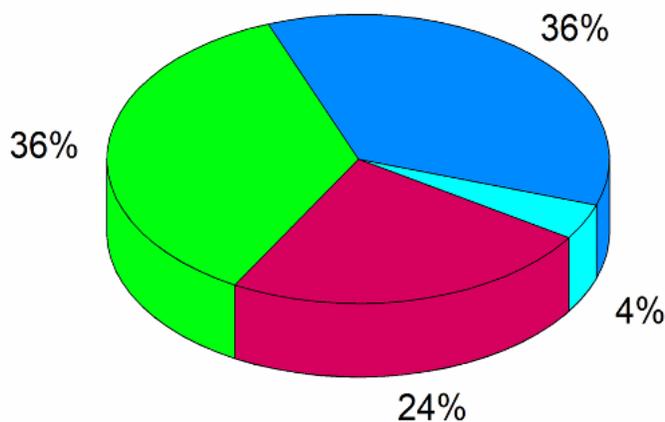


Figura 8. Resultados de la encuesta realizada a los estudiantes en cuanto a la metodología de trabajo (opciones de respuesta multiple-choice mostradas en el gráfico). En particular se preguntó: “¿qué dinámica de clases te parece más adecuada para contribuir a tu aprendizaje?”.

Como puede observarse en la Figura 8, la mayoría de los estudiantes encuestados prefieren clases en las que los docentes tienen como función orientar, guiar y colaborar en actividades diversas, con una participación central de los estudiantes.

Asimismo, puede verse en la Figura 9 que la mayoría de los alumnos encuestados consideran que los trabajos de investigación que propone el CEAEQ favorecen el aprendizaje de nuevos conceptos, despiertan su interés y los estimula a buscar e investigar. Además, casi la mitad de los encuestados considera que estos trabajos contribuyeron a mejorar su lectura, comprensión de texto, ayudaron a mejorar su argumentación y su expresión escrita.

Adicionalmente, la encuesta consta de otras dos instancias en las que se solicita una comparación entre ambos cursos y sugerencias para posibles cambios. Según puede observarse en la Figura 10, la mayoría de los estudiantes manifiestan estar conformes con el CEAEQ (el 43% de los encuestados no haría cambios), valorando positivamente el acompañamiento de los docentes, la participación de los alumnos durante la clase, la dinámica de éstas y los trabajos integradores. Además, han expresado que esta metodología les ha ayudado a llevar la materia al día.

A continuación, se transcriben algunas de las opiniones de los alumnos que cursaron Química General en el primer semestre de 2018, en las comisiones correspondientes al CEAEQ. Los nombres de las profesoras se consignan como XX e YY para evitar la divulgación de sus identidades:

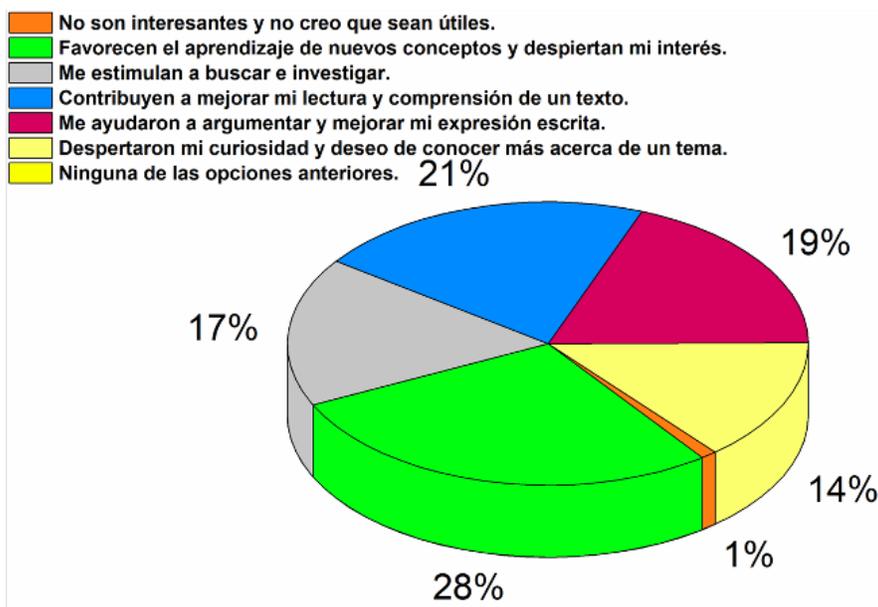


Figura 9. Resultados de la encuesta realizada a los estudiantes en cuanto a la metodología de trabajo (opciones de respuesta multiple-choice mostradas en el gráfico). En este caso se recogieron las opiniones acerca de los trabajos de investigación que se solicitan durante las clases o fuera de ellas.

“Los resultados de la encuesta están basados en la comisión de la profesora XX que es muy organizada con los temas que se dan en la materia, utiliza bien la bibliografía, realizan las clases de una manera muy didáctica en la que todos podemos participar y ser escuchados, se preocupan (tanto la profesora como los ayudantes) por la comprensión de cada tema explicado en clase y cada trabajo de laboratorio como pocos profesores lo hacen, además de ofrecer clase de consultas fuera del horario de clase”.

“La dedicación, el interés y el trabajo en equipo de las/os docentes fue contagioso. Disfruté mucho las clases, especialmente los momentos en que se discutía si era correcto o no algún método y la insistencia en que participemos”.

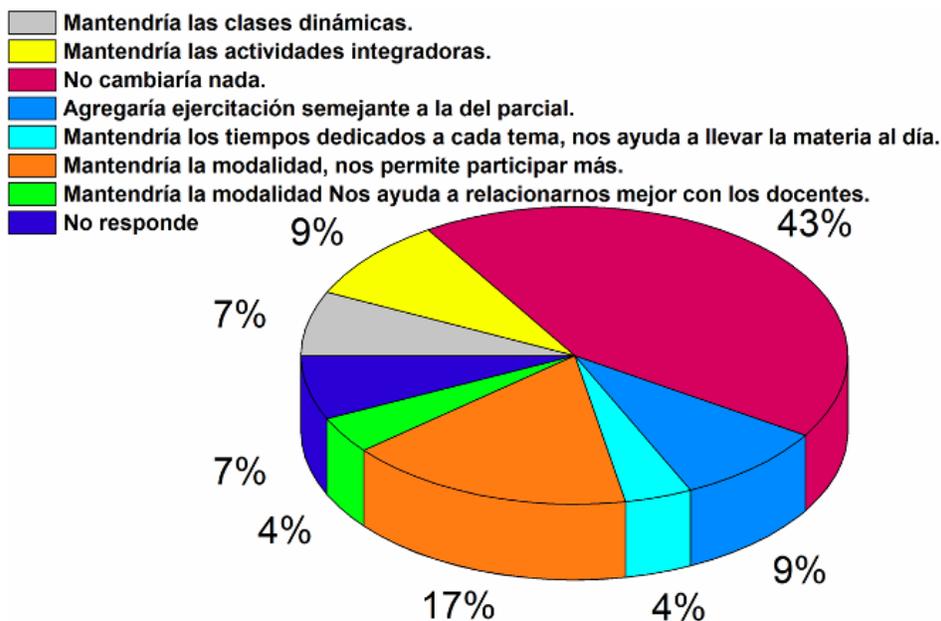


Figura 10. Contrastación entre los cursos tradicional y el CEAEQ y sugerencias de mejoras recogidas en una encuesta anónima a

“Se tiene que dar más oportunidad a nuevas propuestas de los docentes que quieren innovar en la materia, estuve con profesores que explican desde un enfoque creativo y sinceramente se aprecia la materia”.

“Muy contento con el nuevo método de enseñanza alternativa”.

“La implementación del nuevo sistema de enseñanza a través del uso de trabajos prácticos grupales, fue en mi opinión un éxito, ya que hizo del curso, uno más hacedero”.

“Sin dudas el nuevo método de enseñanza es, por mucho, mejor que la anterior. El trabajo que hicieron las profesoras XX y YY fue increíble, la experiencia con la materia con esta nueva modalidad fue super amena, los contenidos se entendieron a la perfección. En cuanto a mis pares del curso, puedo decir que, llegadas las fechas de los parciales, el curso en general, se lo veía bien preparado para la instancia de examen, tanto en práctica como en teoría. Por el bien de los compañeros ojalá que este nuevo método de enseñanzas prosiga”.

“Me encantó la nueva modalidad de enseñanza y explicación de los contenidos propuesta en la comisión de la noche. Llegue a comprender de forma exitosa todos los contenidos y disfrutar la materia. La profesora y los ayudantes excelentes en las explicaciones y sobre todo buenas personas”.

“Estoy más que conforme con la nueva forma de dar las clases de la profesora XX. Me sirvió un montón que las clases sean más de estilo taller y que los seminarios sean más puntuales con respecto a los ejercicios”.

Conclusiones

La presente innovación educativa, así entendida en el marco institucional de la Cátedra de Introducción a la Química de la Facultad de Cs. Exactas, UNLP, se concibió como estrategia para dar respuesta a los conflictos manifestados por los propios estudiantes, vinculados al modo tradicional de dar clases, que perciben poco motivador, agotador, donde tienen poca participación y la teoría y la práctica están disociadas, y a aquellas dificultades para el aprendizaje que hemos detectado en nuestra trayectoria como docentes de estas asignaturas, y que responden fundamentalmente a un modo de hacer docencia que no promueve en los estudiantes el desarrollo

de actitudes proactivas y comprometidas con su propia formación profesional. En este sentido, consideramos que la experiencia ha sido exitosa en el abordaje de los problemas formulados, sino cabal, al menos parcialmente.

De acuerdo a la estadística de alumnos que han logrado promocionar y/o aprobar las asignaturas, encontramos un aumento en los porcentajes de promoción de aquellos estudiantes que cursaron con la metodología CEAEQ respecto de aquellos que cursaron con la metodología tradicional. En el caso de la asignatura Química General, correlativa de Introducción a la Química, incluso aumentó significativamente el porcentaje de estudiantes que aprobaron la asignatura con la nueva metodología. Estos resultados, que reflejan un mejor desempeño de los alumnos en ambas asignaturas CEAEQ en general, y en Química General en particular, nos alientan a continuar y nos sugieren que aquellos estudiantes que ya han transitado un tiempo en la universidad y que pueden comparar la metodología tradicional de enseñanza con el método innovador que les proponemos, adoptan más fácilmente y obtienen mayor provecho de las herramientas de autoevaluación y estudio que les brinda el CEAEQ. Consideramos que esta observación es coherente con la trayectoria de los estudiantes al inicio de la vida universitaria, ya que, en nuestra experiencia, los procesos de reflexión previos y necesarios a la adopción de un rol activo y responsable con la propia formación son complejos y frecuentemente se prolongan mucho más allá del primer cuatrimestre en la Facultad.

Las respuestas registradas a partir de la encuesta estructurada que se implementó al finalizar los cursos CEAEQ indican que los alumnos perciben mejoras con la nueva metodología, vinculadas a un mayor protagonismo estudiantil, la adopción de un rol docente de guía y a la dinámica de las clases, en contraposición a las clases tradicionales expositivas. Las actividades del curso y la metodología en general fueron valoradas muy positivamente, y muchos estudiantes atribuyeron a estas actividades su mejoría en lectocomprensión de textos académicos y en su expresión escrita. Queremos resaltar aquí que coincidimos ampliamente con este autodiagnóstico; la calidad de las redacciones de los estudiantes mejoró notablemente, valoración realizada a partir de comparar sus producciones escritas al inicio del curso y hacia el final del mismo.

Los alumnos destacaron también que la metodología CEAEQ los motivó a continuar investigando y leyendo sobre los temas una vez finalizada la clase. Esto nos representa un importante paso en su autonomía, puesto que no se limitaron al material brindado por los docentes, sino que adoptaron una actitud de iniciativa y búsqueda de respuestas por sus propios medios. Tal actitud no sólo es una herramienta de estudio y aprendizaje en sí, no sólo enriquecerá su experiencia como estudiantes motivados por conocer, sino que es base fundamental en la formación de un futuro profesional científico.

La innovación metodológica CEAEQ fue exitosa en estimular a los estudiantes a ser protagonistas de su propio proceso de aprendizaje, transformando el trabajo del curso en conocimiento significativo y estimulando su autonomía. Los resultados obtenidos y la recepción satisfactoria de la nueva modalidad por parte de los estudiantes son muy alentadores. Esperamos en un futuro próximo lograr una total implementación del CEAEQ, articulada con una evaluación que esté en concordancia con los objetivos principales de esta innovación.

Referencias

- Caamaño, A. (2018). Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación Química*, 29(1), 21-54. DOI: [10.22201/fq.18708404e.2018.1.63686](https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63686).

- Contreras, S., y González, A. (2014). La selección de contenidos conceptuales en los programas de estudio de Química y Ciencias Naturales chilenos: análisis de los niveles macroscópico, microscópico y simbólico. *Educación Química*, 25(2), 97-103. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70531-2](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70531-2)
- Esteve, F. (2016). Bolonia y las TIC: de la docencia 1.0 al aprendizaje 2.0. *La cuestión universitaria*, 5, 58-67. Recuperado de: <http://polired.upm.es/index.php/lacuestionuniversitaria/article/view/3337>
- Ferro Soto, C., Martínez Senra, A. y Otero Neira, M. C. (2009). Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, 29, a119. <https://doi.org/10.21556/edutec.2009.29.451>
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. México: Siglo XXI (p.o. en 1969).
- García-Valcárcel, A. y Tejedor Tejedor, F. J. (2017). Percepción de los estudiantes sobre el valor de las TIC en sus estrategias de aprendizaje y su relación con el rendimiento. *Educación XX1*, 20(2), 137-159, DOI: [10.5944/educXX1.19035](https://doi.org/10.5944/educXX1.19035)
- Gómez Moliné M.R. y Sanmartí, N. (1996). La didáctica de las ciencias una necesidad, *Educación Química*, 7(3), 156-168.
- Mandl, H. y Koop, B. (2005). Situated learning; Theories and models, en P. Nentwig, D. Waddington, (eds.) (2005): Making it relevant. Context based learning of science. Münster: Waxmann.
- Minardi, G., Duchowney, G. y Kudraszow N. (2015). *Informe de Trayectorias Estudiantiles*. Recuperado de la página de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP, http://www.exactas.unlp.edu.ar/articulo/2015/5/21/informe_de_trayectorias_estudiantiles.
- López de la Madrid, M. C. (2007). Uso de las TIC en la educación superior de México. Un estudio de caso. *Apertura*, 7(7), 63-71. Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/688/68800706/>
- Ordenes, R., Arellano, M., Jara, R., y Merino, C. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. *Educación Química*, 25(1), 46-55. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70523-3](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70523-3)
- Pierella, M. Paula (2014). El ingreso a la universidad pública: diversificación de la experiencia estudiantil y procesos de afiliación a la vida institucional. *Universidades*, (60), 51-62.
- Ríos, M., Benito, L., Germain, L., y Justianovich, S. (2017). Inclusión, trayectorias estudiantiles y políticas académicas en la Universidad. Facultad de Ciencias Exactas. Diagnóstico y estrategias de acción para recorridos estudiantiles no convencionales. La Plata, Argentina: *EduLP Editorial de la Universidad de La Plata*. ISBN: 978-950-34-1549-8. Consultada en julio 17, 2020, en la URL: <https://perio.unlp.edu.ar/tesis/sites/perio.unlp.edu.ar.tesis/files/Inclusi%C3%B3n-Trayectorias%20Estudiantiles.pdf>
- Sampaolesi, S., Barraqué F., Vetere, V. y Briand L.E. (2018). Manual Digital de Laboratorio. Curso con Estrategias Alternativas para la Enseñanza de Introducción a la Química y Química General. Vestimenta y Buenas Prácticas en el Laboratorio. url: <https://youtu.be/Efn3KUbxQls>
- Sangrà Morer, A. y González-Sanmamed, M. (coords.). (2004). *La transformación de las universidades a través de las TIC. Discursos y prácticas*. Barcelona: Editorial UOC.
- Sanmartí, N., y Alimenti, G. (2004). La evaluación refleja el modelo didáctico: análisis de actividades de evaluación planteadas en clases de química. *Educación Química*, 15(2), 120-128.
- Sosa Fernández, P., y Méndez Vargas, N. (2011). El problema del lenguaje en la enseñanza de los conceptos compuesto, elemento y mezcla. *Educación Química*, 8, 44-51. DOI: [10.2436/20.2003.02.61](https://doi.org/10.2436/20.2003.02.61) <http://scq.iec.cat/scq/index.html>

Valdez, D. G. (2017). Uso didáctico de Phet Simulaciones Interactivas, para la comprensión de los estados de la materia en la Ciencia Físico-Química (tesis de grado), Universidad Tecnológica Nacional, Resistencia, Argentina. Recuperada de: http://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1836/LTE_Valdez%20David.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Anexo: Encuesta realizada a los estudiantes después de haber cursado introducción a la química y química general con la modalidad didáctica del CEAEQ

Encuesta acerca del curso

Las/os docentes del CEAEQ estamos interesadas/os en conocer tu opinión acerca del curso. Esto nos permitirá mejorarlo y adaptarlo a las necesidades de las/os estudiantes. Te agradecemos tu colaboración y tus aportes.

- 1) En cuanto a la metodología de trabajo, ¿qué dinámica de clases te parece más adecuada para contribuir a tu aprendizaje? (marcá la opción elegida)
 - a) Clases expositivas por parte de las/os docentes con alguna participación de las/os estudiantes.
 - b) Clases en las que las/los docentes tienen como función orientar, guiar y colaborar en actividades diversas, con una participación central de las/os estudiantes.
 - c) Clases en las que investigás y producís en grupo sobre un tema, con la orientación de las/os docentes, y luego se socializan las producciones y se resumen las ideas centrales.
 - d) Otro tipo de clases (indicá las características que debieran tener las clases según tu criterio).
- 2) Acerca de los trabajos de investigación que se solicitan durante las clases o fuera de ellas, considerás que: (marcá la/las opciones elegidas)
 - a) No son interesantes y no creo que sean útiles.
 - b) Favorecen el aprendizaje de nuevos conceptos y despiertan mi interés.
 - c) Me estimulan a buscar e investigar.
 - d) Contribuyen a mejorar mi lectura y comprensión de un texto.
 - e) Me ayudaron a argumentar y mejorar mi expresión escrita.
 - f) Despertaron mi curiosidad y deseo de conocer más acerca de un tema.
 - g) Ninguna de las opciones anteriores (indicá en que aspectos considerás que te fueron útiles estos trabajos).
- 3) Indicá los aspectos del curso que considerás interesantes mantener y los que cambiarías.
- 4) Si cursaste anteriormente Química General, indicá dos o más diferencias entre el curso tradicional y el CEAEQ.