

Propuesta de innovación metodológica para la enseñanza de Química situada en el primer año de las carreras de Ciencias Exactas

Facundo Barraqué¹, Sofía Sampaolosi², Virginia Vetere³ y Laura E. Briand³

¹ Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC – CONICET – CIC), M. B. Gonnet, La Plata, Buenos Aires.

² Cátedra de Microbiología de la Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, calle 47 esq. 115 s/N, La Plata, Buenos Aires.

³ Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas – Dr. Jorge J. Ronco, UNLP, CONICET, CCT La Plata, calle 47 N° 257, La Plata, Buenos Aires.

facundobarraque@cetmic.unlp.edu.ar , briand@quimica.unlp.edu.ar

Resumen

Las materias de Química de primer año son actualmente de las menos aprobadas por los alumnos de las carreras de Ciencias Exactas. Como docentes de estas asignaturas identificamos como dificultades en el aprendizaje de la Química la naturaleza abstracta de los contenidos disciplinares y la necesidad de armar modelos y representaciones mentales para describir la materia. Adicionalmente, como ingresantes a la vida universitaria, nuestros estudiantes deben abordar el desafío de “aprender a ser estudiante en la facultad”. Con este diagnóstico, nuestro equipo docente elaboró una propuesta metodológica de enseñanza de la Química, que por sus características y su contexto institucional, se trata de una innovación. El abordaje de la enseñanza desde una perspectiva que pone al estudiante como protagonista y último responsable de su aprendizaje, adoptando el docente un rol de guía y colaborador en su proceso, es la principal idea estructurante de esta propuesta. El Curso con estrategias Alternativas para la Enseñanza de la Introducción a la Química y Química General (CEAEQ) pretende crear condiciones óptimas para el desarrollo de herramientas de estudio y fomentar el trabajo colaborativo.

Palabras clave: innovación metodológica; autonomía en el aprendizaje; CEAEQ.

Contexto: primer año de las carreras de la Facultad de Ciencias Exactas, cátedra de Introducción a la Química y Química General (IQQG)

La innovación que se propone tiene como contexto la cátedra de Introducción a la Química y Química General (IQQG) de la Facultad de Ciencias Exactas de UNLP. Dicha cátedra tiene a cargo el dictado de las materias homónimas Introducción a la Química, emplazada en el primer semestre del Ciclo Básico de Exactas (CiBEx) y Química General, correlativa de la primera, emplazada en el segundo semestre. El CiBEx es el tramo inicial del plan de estudios de las carreras de Lic. en Química, Lic. en Biotecnología y Biología Molecular, Lic. en Química y Tecnología Ambiental, Lic. en Óptica Ocular y Optometría, Lic. en Ciencias y Tecnología de Alimentos, Farmacia y Lic. en Bioquímica de nuestra casa de estudios.

Por el emplazamiento de estas materias en el plan de estudios, la gran mayoría de sus inscriptos son ingresantes a la Facultad y nóveles en la vida universitaria. Los conocimientos previos de Química de cada cohorte son muy variados y dependen fuertemente de la educación secundaria a la que haya accedido cada estudiante; algunos de ellos se enfrentan a ecuaciones químicas por primera vez en su vida académica al ingresar a la facultad.

En esta etapa de la carrera, a la no sencilla tarea de incorporar un importante volumen de nuevos conceptos y contenidos en el breve lapso de un semestre, 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 *curriculum* de los niveles primario y secundario, para adoptar la actitud autónoma y propositiva respecto del aprendizaje necesaria durante la formación de grado. Tratándose del año de ingreso a una carrera universitaria, es central concentrar los esfuerzos en brindar a los estudiantes herramientas para lograr esa autonomía y capacidad de auto-evaluación de los conocimientos adquiridos, y no en “nivelar” conocimientos en aulas masivas con variedad de saberes previos y procesos de aprendizaje diferentes.

Según un informe realizado por la Dirección de Estadísticas de nuestra Facultad, las materias del área química resultan ser las más complicadas de aprobar para los alumnos del primer año del CiBEx (Minardi, Duchowney y Kudraszow, 2015). Además de las diversas realidades que atraviesan a nuestros estudiantes y que impactan a distintos

niveles en su aprendizaje de los contenidos disciplinares del primer año, los tópicos de química tienen la particularidad de relacionarse con conceptos abstractos, alejados de las experiencias e ideas de los estudiantes, lo que agrega dificultad a su aprendizaje (Contreras y González, 2014; Sosa y Méndez, 2011).

Otra característica propia de los contenidos disciplinares de Química que puede adicionar dificultades es la necesidad de establecer relaciones entre los niveles de representación empleados (macroscópicos, microscópicos y simbólicos) (Ordenes y col., 2014). En este sentido, entendemos que la selección y secuenciación adecuada de los temas correspondientes a las materias podrían contribuir a una mejor comprensión y aprendizaje progresivo, favoreciendo su integración.

El contexto descrito nos interpela acerca de los mecanismos tradicionales utilizados para la enseñanza y respecto de los actores involucrados en la enseñanza y el aprendizaje. Un cambio de paradigma educativo, necesariamente asociado a un cambio metodológico en la enseñanza, se nos presenta como un posible camino en la búsqueda de soslayar aquellas dificultades para el aprendizaje de la química que circunscribimos durante la etapa de diagnóstico de la situación. Sobre esta hipótesis se basa la propuesta del Curso con Estrategias Alternativas para la Enseñanza de Introducción a la Química y Química General (CEAEQ), del que daremos cuenta en las próximas páginas.

Así, 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 significantes para facilitar el entendernos 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.

La propuesta toma 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. Se pretende, por un lado, acompañar a los estudiantes en el aprendizaje de la actitud pro-activa 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.

El CEAEQ contempla la premisa de que los estudiantes son quienes construyen el conocimiento y los responsables últimos de su proceso de aprendizaje. La función de los docentes es crear las condiciones óptimas para que los estudiantes desplieguen una actividad mental constructiva. Esto implica que los docentes deben orientar, guiar y colaborar con los estudiantes 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.

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. El docente deberá 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.

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.

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 estudiantes.

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 la actitud pro-activa y autónoma de la que hemos hablado, a través de actividades sencillas que les habilitan a re-descubrir su capacidad de comprender y analizar un texto “crudo” (en contraposición a los materiales de cátedra “pre-digeridos”). La expectativa es que este re-descubrirse como lectores de textos complejos incremente su confianza como estudiantes y les permita identificar la lectura analítica como herramienta indispensable durante la carrera. 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.

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, además de incorporar la lectura de textos. En este sentido, las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TICs) 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 del estudiante 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 TICs 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 los docentes colectivamente (Sangrà y González, 2004).

Metodología del CEAEQ

En la presente propuesta se han seleccionado, organizado y secuenciado los contenidos de manera de favorecer su comprensión, dando a los estudiantes el tiempo necesario para apropiarse de los conceptos básicos y estructurantes de Química. Se abordarán los temas desde un punto de vista fenomenológico, con un moderado nivel de abstracción. Para Introducción a la Química, se propone la siguiente secuencia de unidades con sus respectivos objetivos y contenidos (Tabla 1, Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4)

Tabla 1. Unidad 1: Caracterización submicroscópica y macroscópica de la materia.

OBJETIVOS	CONTENIDOS
<ul style="list-style-type: none">◆ Comprender la organización la materia desde el átomo (la unidad fundamental) hasta los cuerpos tangibles. (observables a simple vista).◆ Formular y nombrar compuestos.◆ Identificar propiedades físicas y químicas.	Estructura de la materia. Teoría atómica. Moléculas, compuestos. Cantidades químicas. Propiedades físicas intensivas y extensivas.

Tabla 2: Unidad 2. Mezclas y soluciones.

OBJETIVOS	CONTENIDOS
<ul style="list-style-type: none">◆ Caracterizar sustancias puras de mezclas.◆ Conceptualizar el fenómeno de dilución.◆ Diferenciar dilución y mezcla de soluciones.◆ Expresar la composición de las soluciones.◆ Desarrollar habilidades para la preparación de soluciones y diluciones.	Mezclas homogéneas: Soluciones. Unidades de concentración. Dilución. Mezcla de soluciones.

Tabla 3. Unidad 3. Reacciones químicas.

OBJETIVOS	CONTENIDOS
<ul style="list-style-type: none">◆ Diferenciar fenómenos físicos de químicos.◆ Expresar simbólicamente los procesos químicos.	Reacciones químicas. Representación simbólica de una reacción química.

<ul style="list-style-type: none"> ◆ Identificar distintos tipos de reacciones químicas ◆ Adecuar la información provista por la ecuación química para la resolución de problemas. 	Información cuantitativa de las ecuaciones químicas. Pureza y rendimiento. Reacciones de oxidación y reducción.
--	--

Tabla 4. Unidad 4. Equilibrio químico.

OBJETIVOS	CONTENIDOS
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Comprender los procesos químicos en equilibrio. ◆ Diferenciar ácidos/bases fuertes y débiles. ◆ Analizar y predecir el pH de las soluciones. ◆ Desarrollar habilidades experimentales para la titulación de soluciones ácido-base y la determinación de pH. 	Equilibrio Químico. Reacciones reversibles. Concepto de equilibrio químico. Disociación de ácidos y bases. pH. Reacciones de neutralización. Reacciones de precipitación.

Si bien la dinámica de las clases puede variar de acuerdo a 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. Debe 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.

Asimismo, se planean actividades a realizar durante las clases y que, de acuerdo a 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. Posteriores 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 auto-evaluación 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

Según se comentó en la sección anterior, 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 directamente relacionada con el tema de estudio que será leído durante la clase. Finalmente, las actividades concluyen con la indicación de las secciones del libro que deben ser estudiadas después de clase.

Estas actividades poseen un diseño gráfico especialmente realizado por diseñadoras en comunicación visual a los efectos de agradar a la vista e incentivar la lectura.

Actividades de laboratorio del CEAEQ

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 de laboratorio.

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.

Además, algunas de las actividades se realizarán empleando simulaciones computacionales con el equipamiento informático disponible en la sala de pc de la Facultad de Ciencias Exactas (Valdéz, 2017).

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 la cursada, 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 previo 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.

Conclusiones

La presente propuesta metodológica para la enseñanza de los cursos de Introducción a la Química y Química General correspondientes al Ciclo Básico de la Facultad de Ciencias Exactas (CIBEx) ha sido aprobada por el Honorable Consejo Directivo de nuestra facultad y se encuentra pendiente su implementación completa. Hasta la fecha hemos podido lograr una implementación parcial, puesto que la evaluación necesariamente asociada a la metodología no ha podido llevarse a cabo por motivos vinculados a la institución, lo cual limita seriamente la posibilidad de llevar adelante el CEAEQ como fue concebido. En este contexto no es posible concluir acerca de los resultados de la metodología. Sin embargo, hemos podido constatar a lo largo de un año de implementación parcial que el porcentaje de aprobación y promoción de las asignaturas aumenta ostensiblemente respecto de las comisiones que aplican la metodología tradicional. Entendemos que generar un espacio de enseñanza y aprendizaje que fomenta la confianza, la autonomía y el trabajo colaborativo, aportó a la afiliación intelectual e institucional de los estudiantes y al aprendizaje de los contenidos de Química.

Referencias bibliográficas

- 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).
- 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/uploads/docs/informe_de_trayectorias_estudiantiles.pdf.
- 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)
- 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 <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.p
df?sequence=1&isAllowed=y](http://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1836/LTE_Valdez%20David.pdf?sequence=1&isAllowed=y)