

# Implementación del modelo Aprendizaje Basado en Problemas como herramienta evaluativa en Química Analítica

Luz Chayle<sup>1</sup>, Pilar Balverdi<sup>2</sup>, Carla Rubio<sup>1</sup>, Cecilia Balverdi<sup>3</sup>, Adriana Sales<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lic. en Qca, <sup>2</sup> Dra. en Qca, Fac. <sup>3</sup> Prof. en Qca

<sup>1,2,3</sup>Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.

[maria.chayle@fbqf.unt.edu.ar](mailto:maria.chayle@fbqf.unt.edu.ar), [pilarbalverdi@gmail.com](mailto:pilarbalverdi@gmail.com), [carla.rubio@fbqf.unt.edu.ar](mailto:carla.rubio@fbqf.unt.edu.ar),  
[ceciliabalverdiTIC@gmail.com](mailto:ceciliabalverdiTIC@gmail.com), [adriana.sales@fbqf.unt.edu.ar](mailto:adriana.sales@fbqf.unt.edu.ar)

**Asignaturas:** Complementos de Química Analítica

**Nombre del eje:** Evaluaciones en la virtualidad

## Resumen

Este trabajo narra la experiencia de los docentes de la asignatura Complementos de Química Analítica, materia de la carrera de Licenciatura en Química de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán, en el diseño e implementación de una secuencia didáctica que utiliza el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como herramienta de evaluación durante el cursado. A partir de un problema real, propio de la actividad profesional de un analista químico, se despliegan una serie de estrategias y actividades, mediadas por el uso de recursos físicos y virtuales, con el objetivo de lograr que la/el estudiante desarrolle un análisis crítico de sus actividades de aprendizaje, y que pueda contextualizar los conocimientos adquiridos con situaciones similares a las que se enfrenten en su futura práctica profesional. El rol del docente se modificó respecto al modelo de enseñanza tradicional, transformándose en guía o coordinador del proceso, incentivando la participación del alumnado y la realización de un trabajo escrito final.

Si bien, anteriormente, ya se habían implementado otras secuencias didácticas innovadoras para el área de la química analítica, en esta ocasión se buscó integrar la evaluación a lo largo del proceso de enseñanza aprendizaje. La aplicación del modelo ABP como herramienta de evaluación formativa, se evidenció como una alternativa superadora de aquella que se produce en el sistema tradicional. Tanto estudiantes como docentes valoraron la experiencia como positiva y significativa.

**Palabras clave:** Evaluación formativa; Química analítica; Aprendizaje basado en problemas.

## 1.Introducción

En términos generales, en el sistema educativo universitario predomina el aprendizaje tradicional, un modelo centrado en el contenido en el que la/el estudiante se considera como una tabla rasa, vacía y moldeable que recibe la información y el conocimiento en forma unidireccional, a partir de los textos y de la exposición del profesor. Este modelo asume que el aprendizaje se produce como consecuencia directa de la enseñanza (Castillo Cabeza *et al.*, 2021).

Uno de los principales problemas que presenta este modelo es que, en materias en las que se realizan prácticas de laboratorios, el alumnado desarrolla un trabajo de reproducción mecánica, sin realizar un verdadero análisis crítico de los contenidos que le permita contextualizar los conocimientos adquiridos con situaciones reales de su práctica profesional.

Buscando resolver los problemas planteados en el aprendizaje tradicional, en nuestra cátedra se fueron realizando modificaciones en las prácticas de enseñanza, implementando secuencias didácticas innovadoras para nuestra área de trabajo. Muchas de éstas han dado resultados positivos en el desarrollo de las prácticas de laboratorio y en la internalización de los saberes propios de la disciplina (Balverdi *et al.*, 2021). Sin embargo, sigue siendo un problema la/el estudiante el poder aplicar los conocimientos aprendidos a situaciones de la vida real.

Del análisis de las diferentes experiencias pedagógicas aplicadas a lo largo del tiempo en nuestra materia, se advirtió que la instancia donde se presentan las mayores dificultades para superar la idea del modelo tradicional, es durante el proceso de evaluación. En el modelo tradicional, la evaluación aparece desvinculada del proceso de enseñanza aprendizaje. Es una etapa final de calificación cuantitativa, en la que los estudiantes tienen como objetivo principal y final aprobar la evaluación, dejando de lado cualquier otro proceso de análisis posterior que le permita realizar una adecuada transferencia de los contenidos a prácticas reales.

Se decidió, entonces, rediseñar el proceso evaluativo de nuestra materia utilizando como estrategia pedagógica el modelo de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), buscando que la evaluación forme parte del proceso de aprendizaje y esperando de esta manera, facilitar el trabajo de transferencia de contenidos por parte de las/los estudiantes.

Planteando un problema real como disparador de la actividad, se busca que las/los estudiantes encuentren, en los contenidos del curso, las herramientas necesarias para resolverlo. Este proceso demanda la participación activa de los estudiantes en la construcción de sus propios saberes, priorizando la formación de un pensamiento crítico y creativo, que permita adaptarse a los diferentes problemas que surjan durante este trayecto.

El pensamiento creativo es clave para adaptarse a unas condiciones de vida que cambian rápidamente y para producir soluciones creativas a todo tipo de problemas de toda clase, y especialmente en el campo de la ciencia y la tecnología (Dogan *et al.*, 2020. P. 1).

El propósito de este modelo no es la resolución del problema en sí, sino la evaluación de los diferentes trayectos y acciones que el alumnado realiza buscando abordar una posible solución

al problema, es decir que prioriza la evaluación formativa.

La evaluación formativa se basa en el análisis de evidencia recolectada por los docentes que les permiten hacer comentarios e implementar acciones para mejorar la comprensión de los estudiantes (Talanquer, 2015. P. 178).

Uno de los principales desafíos de la propuesta fue el cambio del rol docente, quien pasa de ser el responsable de transmitir el conocimiento a ser un guía en el desarrollo de actividades que llevan a cabo las/los estudiantes, mediante diálogos que hacen explícito el pensamiento y permiten ajustar la práctica docente.

El tutor ayuda a los alumnos a reflexionar e identificar necesidades de información; además les motiva a continuar con el trabajo. El tutor guía a los alumnos para alcanzar las metas de aprendizaje propuestas; precisamente, su principal tarea es asegurarse de que progresan de manera adecuada (Manzanares Moya y Palomares Aguirre, 2008. P. 85).

Este trabajo relata la experiencia de la aplicación de una secuencia didáctica desarrollada a partir del ABP para evaluar los niveles de oligoelementos presentes en plantas medicinales de consumo masivo en el norte argentino.

## **2. Metodologías y recursos**

La materia objeto de esta experiencia se dicta en el primer cuatrimestre del tercer año de la carrera de Licenciatura en Química, en la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán. Tiene una duración bimestral y cuenta en promedio con 12 alumnas/os por año. Para el desarrollo de la propuesta se eligió una modalidad híbrida de cursado, con actividades presenciales y virtuales.

Se trabajó con grupos de alumnos reducidos lo que facilitó la implementación y seguimiento de la propuesta. Cada grupo estuvo a cargo de un docente responsable del seguimiento, coordinación y evaluación de las diferentes etapas de la secuencia didáctica aplicada.

El eje conductor fue el desarrollo de las diferentes etapas del proceso analítico aplicado a la determinación de sodio y potasio en muestras de dos plantas medicinales de uso común en el norte argentino: hojas de burrito (*Aloysia polystachya*) y hojas de coca (*Erythroxylum coca*).

El proceso analítico es el conjunto de pasos que separan la muestra a analizar de los resultados finales que serán informados. En cada paso del proceso, el analista debe tomar decisiones que le permitan resolver los problemas que van surgiendo en relación a la práctica y a los resultados del análisis. Se planteó la materia de forma tal que cada estudiante se transforme en un verdadero analista, dispuesto a seguir los diferentes pasos del proceso analítico para lograr cuantificar los elementos antes mencionados en las muestras planteadas. Para llevar a cabo su tarea, la/el estudiante debe integrar el conjunto de conocimientos que fue adquiriendo durante su formación académica y durante el cursado.

Se trabajó con el aula virtual de la materia, alojada en el campus virtual de la Facultad, en la

misma se puso a disposición de las/los estudiantes las diferentes herramientas y recursos necesarios:

- Materiales de lecturas: textos de producción propia y diferentes artículos científicos publicados en revistas internacionales.
- Producciones audiovisuales realizadas por las docentes de la materia, con clases teóricas y tutoriales de la metodología a emplear en la determinación de sodio y potasio.
- Cuestionarios de *Moodle* que sirvieron de guía y auto-evaluación del avance de cada estudiante.

La secuencia didáctica se diseñó en siete etapas a lo largo de las cuales las/los estudiantes fueron abordando, de forma paulatina, la confección de un documento final con las características de un artículo científico, en el que se desarrollaron las siguientes secciones: introducción, materiales y métodos de trabajo, resultados, discusión y conclusiones.

El proceso duró seis semanas, tiempo suficiente para que las/los estudiantes puedan realizar un análisis detallado de la información, el desarrollo de actividades de autoevaluación y la redacción del informe correspondiente a cada etapa.

Durante la propuesta didáctica se evaluó la capacidad del estudiante para tomar decisiones frente a problemas prácticos que se pueden presentar durante el análisis de una muestra. En una etapa final, se realizó una evaluación de carácter sumativo, con la presentación y exposición oral del trabajo científico redactado. En todas las etapas se priorizó el trabajo colaborativo y se insistió en la importancia de desarrollar un criterio analítico como herramienta clave para su futura práctica profesional.

Los criterios de evaluación se acordaron con las/los estudiantes en el primer encuentro, de esta manera conocieron de antemano cuáles fueron las expectativas de logro que se esperaban, permitiéndoles gestionar eficientemente su tiempo de estudio y de trabajo.

Según Duart y Sangrà: “En una acción formativa de ese tipo, las pautas de trabajo, así como los materiales, tipo de evaluación y modalidad de cursada o participación deben estar presentes desde el inicio. Los estudiantes deben saber, desde un principio, con qué materiales cuentan y cuál va a ser el proceso por el que deben transitar para poder organizar su aprendizaje, disponer y manejar los tiempos de estudio, etcétera, ya que la no presencialidad requiere de mucha autoorganización” (Sagol *et al.*, 2021; p. 27).

Los talleres fueron espacios de intercambios dialógicos con la participación activa de las/los estudiantes en cada una de las instancias de trabajo propuestas. Cada taller culminó con la redacción de una sección del trabajo científico.

Las etapas trabajadas fueron las siguientes:

- Etapa 1: planteamiento del problema analítico. Se utilizó como problema disparador inicial la incorporación de sodio y de potasio al organismo por el consumo de plantas medicinales en forma de infusiones. Elevados niveles de estos elementos consumidos diariamente pueden representar un riesgo en personas con patologías tales como hipertensión.

En una etapa asincrónica, a través del aula virtual de la materia, las/los estudiantes accedieron a artículos periodísticos y a páginas de organismos de control y fiscalización de alimentos y medicamentos, tanto nacionales como internacionales. En estas páginas se resalta la importancia del control del contenido de sodio y de potasio en los alimentos. También tuvieron disponibles enlaces a reglamentaciones nacionales e internacionales sobre el etiquetado frontal y nutricional de los alimentos. A partir de la lectura y análisis del material sugerido los alumnos iniciaron un proceso de investigación y ejecución de actividades para cuantificar, finalmente, ambos analitos en las muestras de plantas trabajadas. Esta etapa culminó con un taller virtual sincrónico en el que se profundizó el tema.

- Etapa 2: caracterización de la muestra y del analito a determinar. Utilizando el recurso *lección de Moodle*, se presentó una selección de páginas y artículos científicos a partir de los cuales las/los estudiantes conocieron las características de la muestra y de los analitos. Al final de cada página, se plantearon una serie de preguntas sobre lo investigado. Estos cuestionarios se utilizaron para encauzar la búsqueda de información. Esta etapa se completó con el desarrollo de un taller sincrónico virtual en el que se realizó la redacción de la introducción del trabajo integrador final. En este taller, la/el estudiante seleccionó, ordenó y organizó la información previamente analizada bajo la guía del docente a cargo.
- Etapa 3: análisis de la muestra y determinación de la concentración del analito por medio de prácticas de laboratorio. Esta etapa se llevó a cabo en forma presencial. Las/los estudiantes debieron aplicar los conocimientos prácticos adquiridos en su formación académica para la adquisición de datos experimentales. El docente colaboró con el entendimiento de los procesos de tratamiento y medición de muestras.
- Etapa 4: redacción de la sección denominada *materiales y métodos*. En un encuentro virtual sincrónico con el docente tutor de cada comisión, las/los estudiantes realizaron la descripción del procedimiento analítico utilizado en la etapa del laboratorio. Como orientación para realizar la redacción de esta sección se puso a disposición del alumna/o, en el aula virtual, trabajos científicos relacionados.
- Etapa 5: análisis de los datos obtenidos y discusión de los resultados. Se desarrolló un taller de modalidad presencial. En esta instancia, cada grupo analizó los datos experimentales obtenidos en la práctica junto a la guía del docente tutor. Luego, en un plenario con el resto de los grupos se discutieron los diferentes parámetros estadísticos calculados necesarios para asegurar la calidad del proceso de medida.
- Etapa 6: elaboración de las conclusiones. Esta última etapa se llevó a cabo en un encuentro virtual sincrónico en el que las/los estudiantes elaboraron las conclusiones de su trabajo para resolver el problema analítico planteado al inicio del proceso.
- Etapa 7: presentación y defensa del trabajo final. Cada estudiante realizó una presentación oral del trabajo final ante las docentes y sus compañeras/os, utilizando herramientas tales como *Powerpoint* o *Prezi* y justificando cada una de las decisiones tomadas durante el desarrollo de la propuesta.

## **Conclusiones**

La implementación del modelo ABP, como herramienta de evaluación, fue un desafío para las docentes ya que significó una planificación diferente de la modalidad de dictado de la materia que demandó mucho tiempo y dedicación. A lo largo de la secuencia didáctica pudimos apreciar resultados satisfactorios en la adquisición de las competencias esperadas en las/los estudiantes, que se evidenció con el trabajo autónomo, la resolución de los problemas que se presentaron y la elaboración del trabajo final integrador. Se resalta la participación activa de las/los estudiantes en los talleres, cambiando las dinámicas tradicionales de las clases y produciéndose un valioso intercambio entre pares y entre docentes y estudiantes que enriquecieron el proceso de evaluación formativa y la retroalimentación. Se realizó una valoración positiva de la modalidad implementada tanto a través de la apreciación docente como por la opinión de las/los estudiantes.

## Referencias bibliográficas

- Balverdi, C.V.; Balverdi, M.P.; Marchisio, P.F.; Sales, A.M. (2020). El modelo "clase invertida" en Química Analítica. *Educación Química*, 31(3), 15-26.
- Castillo cabeza, S.N.; Quiñonez Guagua, O.J.; Lara Andrade, P.E. (2021). Sistema educativo tradicional versus educación universitaria a distancia en tiempos de pandemia. *Revista ibérica de sistemas e tecnologías de informação*, 44 (08), 91-102.
- Dogan, N.; Manassero-Mas, M.A.; Vázquez-Alonso, A. (2020). El pensamiento creativo en estudiantes para profesores de ciencias: efectos del aprendizaje basado en problemas y en la historia de la ciencia. *Tecné Episteme Didaxis (TED)* 48. 163-180. ISSN 2665-3184
- Manzanares Moya, A.; Palomares Aguirre, M.C. (2008) Tutoría y mediación en el Aprendizaje Basado en Problemas. En: Escribano, A.; Del Valle, A. (coords.) *El aprendizaje basado en problemas. Una propuesta metodológica en Educación Superior*. Editorial Narcea. España. ISBN: 978-84-277-1575-2
- Sagol, C.; Magide, B.; Rubini, F.; Kantt, C. (2021). Diseñar y planificar ambientes de enseñanza y aprendizaje virtuales I. En: Laura Marés (org.), *Claves y caminos para enseñar en ambientes virtuales* (pp. 24-49). CABA: Educ.ar S.E.
- Talanquer, V. (2015). La importancia de la evaluación formativa. *Educación Química*, 26. 177-179.