
APRENDIZAJE INVERTIDO EN PRÁCTICOS VIRTUALES DE LABORATORIO DE QUÍMICA EN LA FORMACIÓN DOCENTE

Autores.1. Nora Nappa; 2. Susana Pandiella; 3. Leticia Beatriz Díaz, 4. Graciela Mirta Quiroga Tello, Nora Edith Herrera 1. Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales (I.I.E.C.E.) - Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes – 2. Universidad Nacional de San Juan, Argentina noranappa@yahoo.com.ar; pandiellassusanabeatriz@gmail.com; leticiabeatrizdiaz@gmail.com; graquirotatello@gmail.com; noraeherrera@gmail.com

Tema. Eje temático 1.

Modalidad 2. Nivel Universitario.

Resumen. En este trabajo se relata una experiencia de formación de estudiantes de profesorado de Química, carrera que ofrece la Universidad Nacional de San Juan, Argentina, que debido a la pandemia provocada por el coronavirus SARS-CoV-2, la cátedra de Química Orgánica tuvo que replantear su propuesta pedagógica. Incorporó estrategias para un aprendizaje activo utilizando las recomendaciones de Flipped Learning. El tema abordado en el laboratorio virtual fue sustitución nucleofílica. Los resultados obtenidos (desde la adquisición significativa de los contenidos conceptuales, el desarrollo de competencias digitales y la opinión favorable de los estudiantes a la propuesta implementada) son alentadores y permiten recomendar estas metodologías de enseñanza y aprendizaje para una cátedra universitaria de Química.

Palabras clave. Virtualidad, Aprendizaje invertido, Prácticos de laboratorio, Química Orgánica, Formación docente.

Introducción

En los actuales contextos de pandemia, se recuperan las prácticas de laboratorio como instancias esenciales en la formación de los futuros docentes de Química. En esta trama de acontecimientos, este equipo se replanteó la enseñanza y el aprendizaje de Química Orgánica, teniendo en cuenta los siguientes interrogantes: ¿Cómo aprender Química en la virtualidad? ¿Qué papel juega el laboratorio virtual en la promoción de habilidades y destrezas procedimentales necesarias para el futuro profesor en Ciencias? ¿Cómo los aportes de metodologías activas, en especial las del aprendizaje invertido, permiten innovar en la enseñanza y aprendizaje de Química Orgánica, de tercer año de dicho profesorado?

Entre otros interrogantes, éstos fueron los que se plantearon en el marco de la Cátedra de “Química Orgánica” cuando la virtualidad se hizo presente en las aulas universitarias. De esta manera, reconociendo las particularidades que caracterizan a los aprendizajes de la disciplina, el equipo de cátedra se aventuró a re-significar las prácticas de laboratorio como un espacio fundamental en la formación del futuro docente. Por lo tanto, se diseñaron nuevos trabajos prácticos que articularon de manera significativa los marcos teóricos y su implementación en el laboratorio virtual, lo que permitió posicionar al estudiante en un papel activo.

Una de las cuestiones a dilucidar fue cuáles son las competencias que promueven en los estudiantes la realización de los prácticos de laboratorio. En este sentido, adherimos a la propuesta de Ramírez, Viera y Wainmaier (2010) quienes indican que las competencias a promover en carreras científico-tecnológicas con la realización de prácticos de laboratorio son: organización y toma de decisiones, destrezas manuales, procedimientos y actitudes investigativas, comprensión conceptual, actitudes sociales y gestión de la información. Estas competencias responden a tres campos claramente diferenciados, uno



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

de ellos referido a aspectos cognitivos de orden superior (comprensión conceptual, gestión de la información), otro referido a aspectos manipulativos (destrezas manuales) y aquellos de orden axiológicos (actitudes y valores).

Nuestro desafío y objetivo fue analizar cuáles de las competencias se promovieron con la realización virtual de prácticos de laboratorio con una propuesta metodológica de aprendizaje invertido.

Desarrollo conceptual

Aprendizaje invertido

La pandemia del año 2020 nos obligó a suspender las clases presenciales y por supuesto, también los prácticos de laboratorio. Teniendo en cuenta que dichos prácticos son esenciales para la formación de los futuros profesores de Química nos avocamos a la búsqueda de una metodología que permitiera paliar, en alguna medida, la falencia que la ausencia de los mismos dejaría en la formación docente.

La metodología escogida fue el aprendizaje invertido (Flipped Learning). Este es un enfoque para el diseño y la instrucción de las clases a través del cual se economiza la organización del tiempo en las mismas, ya que los estudiantes, mediante la guía del docente, se conectan previamente a la clase con un conjunto de materiales, generando un encuentro didáctico más creativo y participativo (Talbert, 2020).

En líneas generales, el aprendizaje invertido ayuda a que los estudiantes logren un aprendizaje más significativo, asuman su aprendizaje con mayor responsabilidad autorregulándolo y adecuándolo a sus tiempos, e interactúen positivamente con el material otorgado por el docente, ocupando los tiempos grupales al análisis, discusión y aplicación de los contenidos abordados.

Mientras que en la enseñanza tradicional el docente presenta un tema nuevo y lo desarrolla en forma magistral y en una etapa posterior los estudiantes expresan las dudas y aplican la teoría, en esta metodología la secuencia de las actividades del proceso de enseñanza-aprendizaje se invierten de manera que la instrucción directa donde la presentación y explicación de un tema nuevo se centra en el docente y es proporcionada al estudiante por él, se hace fuera del aula y previo a la clase. Posteriormente se utiliza el tiempo de aula (o aula virtual) como espacio de trabajo grupal, en el cual el docente y los estudiantes interactúan entre sí para trabajar un determinado contenido, consultando dudas y reforzando los conceptos para luego trabajar con diversas metodologías activas del aprendizaje, como aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, prácticas gamificadas, u otras (Sedoff y Bonetti, 2019). De esta manera se redirecciona la atención, quitándosela al profesor y poniéndola en el alumno y su aprendizaje (Bergmann y Sams, 2012).

El modelo de aprendizaje invertido consta de dos espacios de aprendizaje, uno individual y otro grupal; en el espacio individual, que es anterior y fuera del aula, los temas son abordados por el profesor de la materia u otros docentes con la utilización de material audiovisual, documentos escritos, presentaciones de PowerPoint, infografías, imágenes y una guía que trata de encuadrar la atención en los aspectos importantes, y los estudiantes acceden a ellos en cualquier momento fuera del horario escolar. Es en este espacio en el cual los estudiantes van construyendo de una manera protagónica sus aprendizajes procesando, de manera activa, la información para transformarla en conocimiento (Sedoff y Bonetti, 2019).

El espacio grupal del modelo se realiza en la escuela (o en forma virtual de manera sincrónica), y es donde se produce la interacción entre el docente y los estudiantes generando preguntas, aclarando conceptos y realizando las diversas actividades

de aprendizaje propuestas. Sedoff y Bonetti (2019) indican que la mayor parte del tiempo grupal se dedica al análisis y la aplicación de los conocimientos adquiridos previamente en el espacio individual, y es aquí donde se desarrollan las habilidades del pensamiento más complejas, las de orden superior, con la guía del docente, que como experto orienta el aprendizaje de sus estudiantes.

Bergmann y Sams (2012) indican que los alumnos requieren que el profesor esté presente en el momento en que tienen dificultades y se atascan en la comprensión de un tema, es ahí cuando necesitan la ayuda del docente para aclarar los conceptos que no entienden. “No me necesitan en el aula con ellos para darles contenidos; los contenidos lo pueden recibir por su cuenta” (Bergmann y Sams, 2012, p.18).

Según el reporte Edu trends (2014) del Observatorio de innovación educativa del Tecnológico de Monterrey, los cuatro elementos claves para el aprendizaje invertido son:

1. Ambientes flexibles: Los estudiantes pueden elegir cuándo y dónde aprenden.
2. Cultura de aprendizaje: con una aproximación al aprendizaje centrada en el estudiante.
3. Contenido intencional: definir qué contenido se puede enseñar en el aula y qué materiales se pondrán a disposición de los estudiantes para que los exploren por sí mismos.
4. Docente profesional: Se necesitan docentes cualificados que puedan definir qué y cómo cambiar la instrucción.

Por otra parte, Talbert (2020) destaca algunos de los factores que deberían tenerse en cuenta al aplicar el aprendizaje invertido. Ellos son los siguientes:

- Proporcionar recursos de aprendizaje en línea adecuados: videos realizados por docentes, respetando el nivel científico del tema, documentos, infografías, simulaciones, mapas conceptuales u otro recurso gráfico semántico, etc.
- Realizar un seguimiento del progreso en línea de los estudiantes y aplicar medidas paliativas en caso de ser necesario.
- Preparar actividades de clase que involucren una metodología de aprendizaje activa, que se puedan realizar en el tiempo grupal, que sean adecuadas a las posibilidades de los estudiantes y que estén adecuadamente dirigidas por el docente.
- Tener en cuenta las expectativas de los estudiantes, ya que, en el aprendizaje invertido, el profesor se convierte en el entrenador de aprendizaje, en lugar de un distribuidor de contenido primario.
- Proporcionar a los estudiantes un apoyo adecuado para el aprendizaje: el profesor como entrenador de aprendizaje debe estar disponible en los momentos más críticos que atraviesa el estudiante.

Bergmann (2011, citado en Edu Trends, 2014), identifica los beneficios que pueden obtener los estudiantes con el aprendizaje invertido, ellos son: aprenden a aprender por ellos mismos, identifican la manera en la que aprenden mejor, colaboran y se ayudan entre ellos, tienen más tiempo para interactuar con el docente y resolver sus dudas en la práctica, se involucran más en su propio aprendizaje, mejoran su pensamiento crítico, mejoran su rendimiento.

Igualmente, los docentes pueden beneficiarse con el uso del enfoque de aprendizaje invertido, según lo indica (Edu Trends, 2014), porque: dedican más tiempo a interactuar con los alumnos, aumentan la motivación de sus estudiantes, propician la creación de una relación de confianza, ayudan a mejorar el rendimiento de los alumnos, retroalimentan formativa y sumativamente, pueden diferenciar los contenidos para las necesidades de cada alumno puesto que ya no imparten una cátedra o conferencia durante toda la clase (p.10).

Desarrollo metodológico

Características de la cátedra

Este trabajo se realizó en la asignatura de Química Orgánica, perteneciente al profesorado de Química, carrera de nivel universitario. La misma se desarrolla en el primer cuatrimestre del tercer año, entre los meses de marzo a junio. En el año 2020, solo hubo una semana de presencialidad antes de que se decretara el ASPO (Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio). Esta situación extrema, cuya duración se desconocía, llevó a la necesidad de un replanteo de la propuesta metodológica en la cual se optó por el aprendizaje invertido. En la implementación participaron 10 alumnos de la cátedra “Química Orgánica” y 2 estudiantes de “Residencia y Práctica de la Enseñanza” (de tercer y cuarto año de la carrera, respectivamente).

Los equipos de ambas cátedras pensaron en un cambio de metodología para los trabajos prácticos ante la imposibilidad de realizarlos en modo presencial. Las dos estudiantes que realizaron la práctica docente de nivel superior fueron guiadas y supervisadas por profesores de ambas cátedras para generar los prácticos virtuales.

En la experiencia virtual que se presenta, los trabajos prácticos de laboratorio se fundamentaron en el enfoque pedagógico de aprendizaje invertido, utilizando diferentes recursos tales como: material de lectura en formato digital, videos y simulaciones.

El material de lectura entregado a los estudiantes fue elaborado por los equipos de las cátedras teniendo en cuenta los aspectos más importantes del contenido. Acompañados de referencias bibliográficas para ampliar y profundizar algunos temas. Se pretendió lograr con este material la autonomía en el aprendizaje entendida ésta como aquella facultad que le permite al estudiante tomar decisiones que le conduzcan a regular su propio aprendizaje en función a una determinada meta y a un contexto o condiciones específicas de aprendizaje (Monereo y Castelló, 1997).

Es sabido el auge de la imagen digital como medio de comunicación ya que ésta no necesita la mayoría de las veces la lectura para comunicar el mensaje. Si a esa imagen en movimiento se le incorpora una descripción verbal, el material audiovisual ofrece grandes oportunidades para mejorar el aprendizaje (Morales Ramos y Guzmán Flores, 2015).

Las simulaciones no son un sustituto de la observación y la experimentación de fenómenos reales en un laboratorio, pero pueden añadir una nueva dimensión válida para la indagación y la comprensión de la ciencia. La interactividad entre la simulación y los alumnos les permite a ellos reestructurar sus modelos mentales al comparar el comportamiento de los modelos con sus previsiones (López García, 2007).

Por otra parte, el abordaje virtual de los laboratorios se llevó a cabo en tres instancias: 1- un prelaboratorio, 2- laboratorio, 3- postlaboratorio.

1- El prelaboratorio

En esta instancia se trabajó con un conjunto de preguntas orientadoras para la lectura del material elaborado por la cátedra. Estas cuestiones hacen foco a aspectos fundamentales del laboratorio que se efectuaría posteriormente. Los estudiantes podían realizar consultas en el blog de la cátedra. Las intervenciones de los docentes en esta etapa se constituyen en el andamiaje necesario para que los estudiantes continúen con su aprendizaje autónomo.



En el encuentro virtual se realizó un repaso exhaustivo de las actividades de prelaboratorio en el que los estudiantes expusieron las respuestas, las dudas y se dieron las explicaciones requeridas. Se presentó un video introductorio del tema a trabajar (Sustitución nucleofílica), abordando los puntos más relevantes de la misma. Es importante destacar que también se acordó la fecha de entrega del prelaboratorio y la entrega del práctico de laboratorio a trabajar. El link del blog siguió activo para consultas.

2- El laboratorio

Para la realización del laboratorio en forma virtual se convocó a los estudiantes a través de una plataforma digital y se realizaron las siguientes actividades:

- 1- Revisión de los ejercicios incluidos en la guía de laboratorio.
- 2- Presentación del mecanismo de reacción para la obtención de dos compuestos orgánicos derivados de la anilina a través de una animación del mecanismo de reacción realizada por las alumnas practicantes.
- 3- Evaluación formativa de la práctica de laboratorio con un cuestionario en la aplicación Mentimeter.

3- El postlaboratorio

En esta tercera instancia se solicitó a los estudiantes que establecieran las principales diferencias entre una sustitución electrofílica aromática y una sustitución nucleofílica aromática, teniendo en cuenta las características de los intermedios de reacción y de las especies atacantes.

En este encuentro se realizó un repaso de las actividades presentadas durante todo el laboratorio y se elaboraron conclusiones referidas a las obtenciones de los compuestos seleccionados. A su vez debieron buscar información sobre el uso de los compuestos sintetizados y realizar un informe de laboratorio haciendo uso de la herramienta gráfico semántica V de Gowin (Novak y Gowin, 1988).

Resultados y Conclusiones

Las "V de Gowin" realizadas por los estudiantes se evaluaron por el equipo docente a través de una rúbrica analítica y las comunicaciones orales con una rúbrica holística a cargo del grupo clase. Las dos poseen cuatro niveles de calificación (Excelentemente logrado (10 puntos), Bien logrado (9-8 puntos), Logrado (7-6 puntos), En proceso de mejora). La rúbrica analítica se organizó en siete criterios de evaluación y la holística en seis. Los resultados obtenidos de la "V" informan que el 10% de las "V" se encuentra en el primer nivel, el 80% en el segundo y el resto en el tercer nivel. Con respecto a las comunicaciones orales todas se encuentran entre el primer y el segundo nivel. Por otra parte, en las evaluaciones parciales se obtuvo una aprobación del 80 % de los estudiantes en primera instancia y el 20 % restante aprobó en la segunda instancia.

A partir de nuestra experiencia podemos concluir que el aprendizaje invertido llevado a cabo en forma virtual fue una metodología de trabajo muy adecuada ya que, permite que el estudiante aprenda de manera significativa reconociéndose como sujeto autónomo. Además, cada alumno avanzó en el proceso didáctico según sus propios ritmos de aprendizaje, visualizando a las clases virtuales como espacios propicios para despejar las dudas que pudieran surgir.

Por otra parte, al trabajar los prácticos de laboratorio en las tres instancias previamente indicadas, a partir de la propuesta de diferentes actividades de búsqueda de información, análisis y aplicación de los conceptos teóricos, se logra que los

estudiantes desarrollen las competencias relacionadas a estas actividades tales como: organización y toma de decisiones, procedimientos y actitudes investigativas, comprensión conceptual, actitudes sociales y gestión de la información.

Una de las ventajas de los prácticos virtuales es que pueden llevarse a cabo reacciones de síntesis que utilizan reactivos específicos, muchos de los cuales pueden no encontrarse en un laboratorio académico.

Un inconveniente que encontramos en realizar prácticos de laboratorio en la virtualidad, es que no es posible la ejercitación de los constituyentes manipulativos. Las técnicas de laboratorio, el uso adecuado de los distintos materiales, la manipulación de reactivos, el cumplimiento de las normas de seguridad, entre otros factores, no se pueden reemplazar con el acceso visual de los videos o las simulaciones, es decir, hay aspectos de orden manipulativos que no se reemplazan ni se subsanan con los prácticos virtuales.

Como conclusión final podemos decir que en una realidad compleja, inesperada y desconocida como planteó la pandemia de Covid 19, el abordaje de los prácticos de laboratorio de manera virtual y con el enfoque de aprendizaje invertido, permitió promover algunas de las competencias deseadas, pero no todas. Es por ello que, consideramos que en la formación de profesores de ciencia la bimodalidad sería la única posibilidad para garantizar una formación integral del docente.

Referencias bibliográficas

Bergmann, J. y Sams, A. (2012). *Dale la vuelta a tu clase*. España: Ediciones SM.

Edu trends (2014). *Aprendizaje invertido*. Observatorio de innovación educativa del Tecnológico de Monterrey. Recuperado de: <https://observatorio.tec.mx/edutrendsaprendizajeinvertido>

López García, M. y Morcillo Ortega, J. G. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 6(3), 562-576. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N3.pdf

Monereo, C. y Castello, M. (1997). *Las estrategias de aprendizaje. Cómo incorporarlas a la práctica educativa*. Barcelona: Edebé.

Morales Ramos, L. y Guzmán Flores, T. (2015). El vídeo como recurso didáctico para reforzar el conocimiento. Encuentro Internacional de Educación a Distancia. Guadalajara, México. DOI:[10.13140/RG.2.1.3144.7521](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3144.7521)

Novak, J. y Gowin, D. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona, España: Ediciones Martínez Roca, S.A.

Ramírez, S., Viera, L. y Wainmaier, C. (2010). Evaluaciones en cursos universitarios de Química: ¿qué competencias se promueven? *Revista Educ. quím.*, 21(1), 16-21. DOI: [10.1016/S0187-893X\(18\)30067-3](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30067-3)

Sedoff, M, Bonetti S (2019). *Flipped learning: Una guía para darle una vuelta a tu clase*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Logos

Talbert, R. (2020). *Flipped Learning: A Guide for Higher Education Faculty*. Publication Manual of the American Psychological Association. Sterling, Virginia: Editorial Stylus Publishing.