

Estrategias pedagógicas para la mejora de la enseñanza y el aprendizaje en los cursos de laboratorio de Química General de la Universidad Nacional

Edwin Salas González
Universidad Nacional
Costa Rica
edwin.salas.gonzalez@una.cr

Resumen

El laboratorio de química es un espacio donde la teoría y la práctica convergen para construir nuevos aprendizajes, no obstante, es un proceso complejo que no sucede de manera automática ya que requiere apoyarse de herramientas como las estrategias pedagógicas para facilitar la comprensión de los contenidos disciplinares y el desarrollo de aprendizajes verdaderamente significativos. Para este ensayo se realizó una contextualización epistemológica que estableció las bases teóricas y filosóficas que sustentan este tipo de estrategias. Posteriormente se reflexionó acerca de su importancia en el contexto de la educación superior y la praxis docente para preparar estudiantes ante los retos académicos y profesionales del futuro. También se plantearon los principales retos y oportunidades que posee el uso de estas estrategias en la enseñanza de la química, pues las tendencias educativas y herramientas tecnológicas existentes permiten enfrentar los desafíos actuales como las altas tasas de reprobación o falta de motivación estudiantil. Bajo esta misma línea, se presentan algunas estrategias útiles como el aula invertida y la indagación científica, entre otras, para mediar dentro de los laboratorios de química tanto de manera presencial como virtual. Finalmente, se recomendó la integración del DUA para brindar igualdad de oportunidades a los estudiantes que se matriculan en este tipo de cursos.

Palabras claves: aprendizaje, enseñanza, estrategias, laboratorio, química

Abstract

The chemistry laboratory is a space where theory and practice converge to build new learning experiences. However, this is a complex process that does not happen spontaneously, as it requires the support of tools such as pedagogical strategies to facilitate the understanding of disciplinary content and the development of truly meaningful learning. For this essay, an epistemological contextualization was carried out, establishing the theoretical and philosophical foundations that support these types of strategies. Subsequently, the importance of these strategies in the context of higher education and teaching praxis was reflected upon, preparing students for future academic and professional challenges. Additionally, the main challenges and opportunities of using these strategies in chemistry education were discussed, considering that current educational trends and technological tools help address issues such as high failure rates and lack of student motivation. In line with this, some useful strategies, such as flipped classrooms and scientific inquiry, among others, are presented to facilitate mediation in chemistry laboratories, both in-person and virtually. Finally, the integration of UDL (Universal Design for Learning) was recommended to provide equal opportunities for students enrolled in these types of courses.

Key words: chemistry, laboratory, learning, strategies, teaching

¹ Licenciado en Química Industrial. Formador en Educación Permanente del Programa de Enseñanza de la Química, Escuela de Química, Universidad Nacional, Costa Rica. <https://orcid.org/0009-0005-6835-3421>

Introducción

Las estrategias pedagógicas facilitan espacios de interacción para los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de la generación de conocimientos, procedimientos y problemáticas en los diferentes campos del saber. Hacen énfasis en el diseño, elaboración y desarrollo de contenidos seleccionados por el docente de acuerdo con las necesidades de aprendizaje para hacer más efectivo el proceso, suministrando alternativas valiosas para la formación de los estudiantes, sin embargo, muchas veces son desperdiciadas por el desconocimiento o la falta de planificación pedagógica, incurriendo en prácticas monótonas que afectan negativamente el aprendizaje (Mora *et al.*, 2013).

Esto refleja una problemática alrededor de este tipo de estrategias, ya que a pesar de las múltiples aplicaciones que poseen en distintos contextos, si no son ejecutadas adecuadamente el proceso educativo se ve afectado por un estancamiento en lo que respecta al desarrollo cognitivo de los estudiantes. No obstante, debido a la constante innovación en educación y el auge de las tecnologías emergentes, actualmente se cuenta con múltiples herramientas para facilitar la implementación de estrategias pedagógicas, principalmente aquellas que utilizan apoyo tecnológico y que podrían ser integradas a metodologías ya existentes de manera que refuercen los contenidos dentro del aula para aprovechar las ventajas tecnológicas que brinda la virtualidad en la educación.

En el caso de los laboratorios de química general, existe un componente práctico insustituible, por lo tanto, resulta fundamental aprovechar al máximo el tiempo durante cada sesión, sin embargo, si el estudiante no cuenta con una preparación previa adecuada, el desarrollo de la práctica de laboratorio se ve comprometido, así como las etapas posteriores a este. Debido a esto, es necesario aprovechar los espacios previos y posteriores al laboratorio para preparar adecuadamente a los estudiantes hacia la transición entre la teoría y la práctica de manera integral, aprovechando estrategias pedagógicas que faciliten la comprensión de la propuesta práctica a la que se enfrentan y posteriormente realicen el análisis de resultados correspondiente.

Los laboratorios constituyen en sí mismos una estrategia pedagógica para la construcción del conocimiento práctico del estudiante, representando una característica esencial de la educación científica pues da un acercamiento al trabajo experimental por medio de la observación, comparación, análisis y relación de los distintos procesos que se llevan a cabo en el laboratorio, concluyendo en razonamientos inductivos y deductivos (Rico-Santos y Quintana-Montesdeoca, 2024). Sin embargo, es común que en la práctica el trabajo de los estudiantes se limite al acatamiento de instrucciones por parte del docente, provocando

inseguridad en ellos debido la dependencia generada y dificultad para relacionar los conceptos teóricos con los cambios físicos o químicos observados, lo que termina por restar valor a la experimentación como una herramienta útil para sus propios procesos de aprendizaje.

Lo anterior evidencia la necesidad de repensar las prácticas de laboratorio para que conviertan al estudiante en protagonista de su propio aprendizaje, bajo esta premisa, el uso de estrategias pedagógicas en el laboratorio de química se constituye como un insumo valioso para potenciar los aprendizajes de los estudiantes en el contexto de la educación superior, a través del estudio teórico y experimental de los fenómenos, el desarrollo de destrezas de manejo instrumental, así como el fomento de la independencia y trabajo autónomo (Rico-Santos y Quintana-Montesdeoca, 2024). Este ensayo busca evidenciar la pertinencia y necesidad de aprovechar las tendencias educativas y herramientas actuales para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el laboratorio de química general a través de un proceso autorreflexivo y crítico con respecto a la praxis docente.

Desarrollo

Conceptualización epistemológica de las estrategias pedagógicas

Para comprender qué son las estrategias pedagógicas es necesario realizar una contextualización epistemológica abordando las bases teóricas y filosóficas que sustentan las prácticas educativas, además de cómo las teorías educativas se transforman en estrategias concretas y efectivas para diferentes contextos, entre ellos el laboratorio de química general. Como punto de partida, es necesario definir qué es educación y pedagogía, en el caso de la educación, esta es entendida como el proceso mediante el cual la sociedad fomenta ya sea de manera intencional o indefinida, el crecimiento de sus individuos al interactuar con el medio social en el que se encuentran, provocando procesos de aprendizaje para lograr cambios duraderos en el comportamiento de las personas (Juliao, 2013). Esta definición evidencia que la educación es una práctica social en la que todas las personas son parte, pues de una u otra manera toman un rol asociado ya sea de manera directa o indirecta.

Con respecto a la pedagogía, su definición varía mucho dependiendo del autor que se consulte, sin embargo, se puede entender como la ciencia que estudia el problema de la educación y sus diferentes aspectos, también es concebida como un conjunto de saberes que se organizan disciplinariamente en lo referente a lo educativo (Di Caudo, 2013). Su desarrollo implica la sistematización de estos saberes, modelos, métodos y procedimientos hacia un objetivo concreto, tiene una naturaleza teórico-práctica y su función es la de orientar las

prácticas educativas y cuenta con una mirada prospectiva de la educación, por lo tanto, está condicionada a la visión que el pedagogo tenga sobre esta última (Juliao, 2013). Debido a esto, la pedagogía posee un carácter teórico-práctico que no es concebido uno sin el otro, así como una interdisciplinariedad inherente al problema de la educación y es un eje transversal de todas las disciplinas.

En el proceso educativo, el rol del docente y del estudiante se encuentran en un constante diálogo, pues de manera continua la enseñanza y el aprendizaje cambian de dirección y, por lo tanto, estos roles también. Adicionalmente, la mediación pedagógica se ve involucrada ya que como mencionan Streck *et al.* (2008), para Freire esta representa un diálogo de distintas dimensiones, como la personal, cultural y social, dicho proceso permite que los educandos sean dirigidos al análisis de problemas y a una verdadera participación, convirtiéndose en una verdadera acción transformadora del mundo a través de diálogos reflexivos sobre la acción y la realidad. Dentro de la mediación pedagógica se encuentra inmersa la praxis docente, se trata de una reflexión y acción indisoluble, constitutiva e imprescindible, que se entiende como todo acto que realiza el educador, comprendiendo una manera de interpretar la realidad y la práctica que proviene de esta perspectiva, dejando atrás la separación entre la teoría y la práctica, pues ambas se encuentran interrelacionadas (Streck *et al.*, 2008; Masi, 2008).

Uno de los principales propósitos de los docentes en su praxis es lograr que sus alumnos alcancen el aprendizaje significativo, este tipo de aprendizaje es aquel que permite que el estudiante relacione los conocimientos previos y nuevos con el fin de asignar un significado y posteriormente utilizar este conocimiento en otras situaciones de su vida, por lo tanto, se entiende como una estrategia que promueve aprendizajes con sentido y relacionados al contexto socioeducativo (Baque-Reyes y Portilla-Faican, 2021). Para las ciencias exactas y naturales, alcanzar este tipo de aprendizaje es necesario pues se espera que los estudiantes sean capaces de aplicar sus conocimientos en sus labores cotidianas como profesionales.

En lo que respecta a la enseñanza de la química, debido a la abstracción de algunos conceptos y a las dimensiones de trabajo de esta disciplina (microscópico, macroscópico, simbólico, entre otros), la comprensión se ve comprometida en algunas ocasiones, surgiendo el cuestionamiento que si con los modelos tradicionales, donde solamente se transmite y recibe información, se está alcanzando el aprendizaje significativo, ya que cada persona reconstruye los conocimientos adquiridos basándose en ideas y experiencias previas (Barraqué, 2020). Lo anterior implica entonces la necesidad de un cambio de paradigma; una transformación que consiste en la redefinición de los principios básicos que estructuran el sistema educativo por

parte de la sociedad a través de la implementación de modelos pedagógicos que favorezcan los tipos de aprendizajes deseados, enfocados en las necesidades de los estudiantes y que sean capaces de desarrollar otras habilidades como la autonomía o la reflexión crítica (Aguerrondo, 1999).

Una alternativa es el constructivismo, un cambio de paradigma que se fundamenta de otras teorías para contar con las herramientas que posibilitan la formación de los estudiantes en un mundo globalizado como el actual. Toma como base epistemológica la propuesta teórica de Piaget que aborda desde psicogenética la manera como se adquiere el conocimiento, así como la teoría genética sobre el desarrollo sociocultural de Vygotsky, cuyo enfoque genético sustenta este paradigma pues propone ideas similares a las de Piaget (Guerra, 2020). En laboratorio de química general este tipo de teorías pueden ser aplicadas, de acuerdo con la investigación de Santos-Bonilla (2020), además, existen metodologías que emplean enfoques constructivistas como la química basada en contexto; esta corresponde a la aplicación de la química a una situación del mundo real para luego ser utilizada como núcleo de enseñanza, lo que propicia la motivación e interés de los estudiantes para aprender química al relacionar los conceptos básicos de esta asignatura con la vida cotidiana de los estudiantes a través de asignaciones prelaboratorio.

Por último, para la aplicación de modelos como el constructivismo, es necesario la utilización de estrategias pedagógicas, estas corresponden a una serie de acciones aplicadas por los docentes para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes, brindando alternativas valiosas para el desarrollo de conocimientos y aprendizaje cognitivo en el estudiantado (Mora *et al.*, 2013). Para el desarrollo de estas estrategias, el docente diseña, selecciona, programa, y elabora los contenidos para aprender de acuerdo con las necesidades de aprendizaje y la población a la que van dirigidas, pues el propósito siempre será hacer más efectivo el proceso de enseñanza y aprendizaje (Lazo, 2012). Debido a lo anterior, es altamente recomendable que los profesores en su labor de mediación sepan identificar los intereses y diferencias de sus estudiantes, de manera que puedan contextualizar, diseñar o seleccionar las estrategias más acordes, por ejemplo, aprovechando las vivencias cotidianas y conocimientos previos como punto de partida para introducir temáticas nuevas como las que conforman el programa de química general.

Reflexión en la praxis docente, ¿por qué implementar estrategias pedagógicas?

La transposición didáctica es una herramienta para ejercer la vigilancia epistemológica de los objetos de estudio, y permite la modificación de estos para que puedan ser designados

como contenidos a enseñar, además, engloba aquellas creaciones didácticas que surgen a partir de la necesidad de la enseñanza (Chevallard, 1991). En el contexto de los laboratorios de química, la transformación de los saberes científicos en saberes enseñados ocurre muchas veces de manera espontánea gracias a la evidencia experimental, sin embargo, en pocas ocasiones se realiza un abordaje desde la relación didáctica entre docente, estudiante y contenido que conforman el sistema didáctico para analizar sistemáticamente los objetos de saber que serán convertidos en objetos a enseñar y finalmente, transformados en objetos de enseñanza (Cajamarca y Acosta, 2017).

Dicha transformación es necesaria, pues el sistema didáctico se renueva constantemente en cada ciclo lectivo y al depender de un sistema aún más complejo como lo es la sociedad, se debe mantener regularmente un debate social acerca de las exigencias, cambios y desgastes de los diferentes saberes (Chevallard, 1991). Un ejemplo de esto son los textos de enseñanza científica, que corresponden al producto final del objeto de enseñanza ya que retratan desde la interpretación didáctica, pedagógica y epistemológica de los autores su versión de la ciencia, su intencionalidad y cómo ser enseñada, no obstante, muchas veces se dejan de lado factores socioculturales, políticos y económicos, generando una concepción estandarizada e invariable de la ciencia (Chaves *et al.*, 2010). Por este motivo, dichos recursos deben ser usados desde una mirada crítica en complemento con estrategias didácticas que contextualicen esos conocimientos a la sociedad actual y sin las limitaciones inherentes a su formación.

Así como la transposición didáctica se enfoca en la transformación de los saberes, existen otros conceptos que refuerzan la idea de desarrollar el potencial de los estudiantes, entre ellos se encuentra la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) propuesta por Vygotsky (1988) en su teoría del constructivismo social, esta delimita tres zonas de desarrollo que ponen en perspectiva para el docente las distancias existentes entre las habilidades del estudiante y el potencial que pueden alcanzar por medio de su guía. Este concepto ha sido estudiado durante años e inclusive algunas investigaciones como la de Ruiz-Hernández (2015) han logrado comprobar de manera experimental su existencia en la educación superior, por medio de la exposición de grupos de estudiantes a situaciones de apoyo didáctico y ausencia de este en la resolución de problemas, encontrando una ocurrencia positiva para aquellos discentes que si recibieron apoyo didáctico con respecto a los que no.

El hecho de que existan distancias entre el desarrollo real y potencial del estudiante refuerza la necesidad de aplicar procesos de andamiaje, estos dentro de la ZDP facilitan a través de la planeación didáctica que los estudiantes construyan socialmente conocimientos y

puedan establecer estructuras mentales para desarrollar aprendizajes más complejos, siendo las estrategias didácticas parte de estos andamios que el docente debe organizar para su proceso de mediación y que le propicie la internalización (Graus, 2019). Una de las características clave en el andamiaje corresponde a la contingencia, donde a través de estrategias de diagnóstico e intervención, el profesor recopila información para decidir si conoce suficiente acerca de las concepciones actuales de sus estudiantes y posteriormente en una segunda fase del proceso, verificar si entendió correctamente los contenidos (Parra-Angarita *et al.*, 2017).

En muchas ocasiones los estudiantes en el laboratorio no logran relacionar los conceptos teóricos y los fenómenos observados durante las prácticas, esto representa una problemática para el proceso de aprendizaje. Como solución a esta situación, es necesario comprender la construcción de conocimientos en la actualidad, pues los textos lineales como los libros tradicionales han pasado a un segundo plano para dar espacio al hipertexto; una versión donde prevalece el factor visual como una imagen con componente escrito pero también sonoro o musical al hacer un clic, que ofrece mayor libertad para modificar la direccionalidad e interés de la información a través de recursos visuales y auditivos, una transición que agrega valor a las metodologías tradicionales, sumando y enriqueciendo lo que se ha hecho desde hace bastante tiempo atrás (Rousserie *et al.*, 2014). Adicionalmente, el andamiaje puede ser aprovechado para promover la participación dentro del laboratorio, modificando las tareas “complejas” para que sean más accesibles y manejables dentro de la ZDP (Crujeiras-Pérez y Jiménez-Aleixandre, 2018).

La implementación de mejoras a la ejecución de las prácticas de laboratorio fomenta también el desarrollo de nuevas competencias, ya que además de los conocimientos duros inherentes a la química general, un estudiante de cualquier carrera de corte científico requiere desarrollar durante su formación académica habilidades de pensamiento científico que le permitan la resolución de problemas y el uso del pensamiento crítico. Estas habilidades de pensamiento repercuten de manera directa en el tipo de pensamiento de los discentes y viceversa, por lo tanto, el docente puede utilizarlas como guía para planificar de manera efectiva las actividades educativas a realizar durante las prácticas, aprovechando el laboratorio como un espacio idóneo para la construcción de estas habilidades a través del uso equilibrado y adecuado de estrategias didácticas (Reyes-Cárdenas *et al.*, 2019).

Finalmente, para la implementación de habilidades de pensamiento, es recomendable realizar modificaciones de tipo metodológico. De acuerdo con la investigación de Llanes *et al.* (2020), al realizar cambios a las guías didácticas de teoría y laboratorio para la presentación de

contenidos fue posible favorecer el aprendizaje de los estudiantes en lo referente a la descripción y fundamentación, además de incorporar en diferentes grados de profundidad habilidades básicas pertinentes al curso. Otro ejemplo de modificaciones metodológicas es el diseño de instrumentos diagnósticos para conocer el grado de desarrollo de habilidades de pensamiento a través de la asignación de mini proyectos de laboratorio enfocados en estudios de caso, estos plantean una problemática sobre un determinado tema la cual los estudiantes deberán investigar exhaustivamente y buscar una solución experimental en el laboratorio, teniendo una gran incidencia en el desarrollo de habilidades asociadas al pensamiento crítico para poblaciones con un bajo nivel de conocimientos previos (Rodríguez-Cepeda *et al.*, 2020).

Uso de estrategias pedagógicas: Retos y oportunidades en el contexto de la enseñanza de la química

En el contexto de la enseñanza de la química en educación superior existen diversos desafíos por superar, entre ellos se encuentran el rezago académico y de conocimientos previos en los estudiantes, la falta de motivación, malos hábitos de estudio y poco tiempo para abarcar todos los contenidos. Las altas tasas de reprobación en los cursos universitarios de química evidencian esta problemática, resaltando a la necesidad de emplear estrategias didácticas para favorecer el aprendizaje (Santibáñez, 2012). Además, se debe reflexionar sobre la relación docente-alumno-conocimiento para comprender que la educación es un proceso integral donde los roles han cambiado con el tiempo y el enfoque debe ser dirigido hacia el estudiante como protagonista de su propio proceso de aprendizaje (Sandoval *et al.*, 2013).

Otro gran reto que enfrentó la educación en años recientes corresponde a la pandemia de COVID-19, la cual debido a una transición acelerada y con poca planificación hacia la enseñanza a distancia, provocó una afectación significativa de la educación en todo el mundo, principalmente en cursos prácticos como lo son los laboratorios presenciales (Salinas y Pérez, 2023). Esta situación de emergencia evidenció además una serie de problemáticas que se fueron consolidando durante años, como la falta de conectividad y acceso a internet en muchas zonas del país, desactualización docente frente al uso de tecnologías emergentes y falta de experiencia en uso de entornos virtuales de aprendizaje (Rivera-Olguin *et al.*, 2021).

Dichos retos ponen en perspectiva la necesidad de seleccionar estrategias didácticas adecuadas para el contexto actual que viven los estudiantes en cursos prácticos como los laboratorios, pues la educación ha sido permeada con múltiples avances tecnológicos, entre ellos la mediación a través del uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC); un conjunto de tecnologías que facilitan el acceso y tratamiento de la información de diferentes

maneras (texto, imágenes, sonidos, entre otros), para asociar aprendizajes teóricos y prácticos, y explorar alternativas como el uso de la virtualidad de manera activa, captando la atención e interés de los estudiantes mientras se promueve el conocimiento propio de esta disciplina (Belloch, 2011; Taborda, 2022).

Adicionalmente, las TIC permiten mediar en espacios fuera del tiempo de clase para un mayor acompañamiento del estudiante a través de metodologías que integran este tipo de tecnologías desde su concepción, rompiendo así con los esquemas tradicionales (Chong-Baque y Marcillo-García, 2020). Dentro de este proceso de selección es fundamental comprender las necesidades del estudiantado respecto a desafíos inherentes al curso, así como tomar en cuenta la adecuada planificación y diseño de experiencias de aprendizaje, en ese sentido, un punto de partida es la constante revisión bibliográfica para conocer las tendencias actuales en cuanto al uso de estrategias didácticas tanto en modalidad presencial como virtual (Tejada *et al.*, 2023).

En la investigación de Ciriaco *et al.* (2020) se realizó una identificación de las tendencias educativas asociadas a la enseñanza de la química, encontrando tres ejes principales: el trabajo práctico de laboratorio, la interdisciplinariedad y el lenguaje químico. Estas tendencias reflejan las líneas de investigación y problemas educativos que han sido tratados en otras investigaciones educativas de acuerdo con lo investigado por este autor, brindando un panorama claro sobre hacia donde se están dirigiendo los intereses de la comunidad científica, un insumo en definitiva valioso para poder conocer cuáles son las estrategias didácticas que acompañan a estas investigaciones ya consolidadas. No obstante, para que sean consideradas estrategias actuales, deben ser capaces de integrar a docentes, estudiantes, contenidos, contexto y metodología de manera eficiente partiendo del desarrollo de tecnologías aplicadas a espacios de clase (Tejada *et al.*, 2023).

La incorporación de tecnologías promueve el desarrollo de teorías y modelos pedagógicos, favoreciendo el desarrollo de competencias, nuevas maneras de enseñar, comunicar y explorar conocimiento, pues al estar el mundo en constante cambio, el proceso educativo también debe de adaptarse, invitando a los docentes a promover espacios innovadores para satisfacer las expectativas de los estudiantes y cumplir con los objetivos de aprendizaje. Además, la utilización de estrategias didácticas apoyadas con herramientas TIC se desarrolla la autonomía, responsabilidad e independencia por parte del estudiante, pues favorecen la construcción de su propio aprendizaje en escenarios que propicien el desarrollo cognitivo (Taborda, 2022). Todas estas ventajas corresponden a oportunidades potenciales que se enmarcan en el contexto de la enseñanza de la química, la cual gracias a sus amplias

aplicaciones prácticas facilita la incorporación múltiples estrategias que se pueden aprovechar para complementar el tiempo efectivo dentro del aula.

Sin embargo, es recomendable que el uso de estrategias didácticas sea acompañado de capacitación docente, la cual consiste en un proceso educativo corto y sistemático para que las personas involucradas puedan aprender conocimientos específicos tanto de la disciplina en la que se especializan, como de la pedagógica en el caso de la labor docente (Zúñiga-Meléndez *et al.*, 2020). Su importancia radica en que, producto del dinamismo tecnológico, capacitarse es esencial para mejorar la calidad a nivel institucional, además, estos avances acelerados pueden provocar una desactualización del docente frente a las herramientas tecnológicas disponibles, dificultando su praxis docente en lo que respecta a la adaptación a las nuevas tendencias (Tejada *et al.*, 2023).

Para el diseño de estos espacios, es necesario conocer también las características del público meta, de acuerdo con Lorenzo (2012) hay seis aspectos claves para una efectiva capacitación en el contexto de la química, estos son el conocimiento disciplinar, la didáctica de la química, la formación continua, la practicidad del quehacer docente, la vinculación a la investigación y el contexto educativo, todos puntos críticos para que la capacitación resultante sea efectiva, contextualizada, pedagógica y aplicable para los docentes que la cursen. Adicionalmente, el uso metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas (ABP); que es definida como una estrategia para el desarrollo de habilidades de pensamiento a través de la resolución de problemas y la toma de decisiones en una situación de conflicto para provocar cambios metodológicos en el estudiante, el aprendizaje colaborativo; una modalidad del aprendizaje social producto de la interacción entre pares y tutores, o el uso de TIC, se enriquece aún más la experiencia del grupo por capacitar alcanzando el aprendizaje significativo a través de situaciones de desequilibrio cognitivo que requieren el planteamiento de interrogantes e indagación bibliográfica (García y Occelli, 2012).

Finalmente, los cambios curriculares de los últimos tiempos han provocado que los programas de curso se hayan flexibilizado requiriendo de una eventual adaptación, esto invita a reflexionar acerca de la necesidad de actualización que tienen los docentes para responder a las demandas actuales de la educación, pues cualquier reformulación curricular deber ser acompañada por un cambio en la formación de los profesores para que sean capaces de incluir nuevas metodologías de aprendizaje a través de la indagación y contextualización (Zúñiga-Meléndez *et al.*, 2020). No obstante, hay que tomar en cuenta que en múltiples ocasiones los docentes pierden el interés por capacitarse por experiencias previas negativas, además de que se les dificulta encontrar espacios producto de una carga académica densa, por lo tanto, dentro

de esa flexibilidad curricular, es fundamental habilitar espacios de capacitación continua para así contar con un respaldo desde la gestión académica en la mejora de sus prácticas docentes sin tener repercusiones negativas.

Educación virtual y uso de tecnologías emergentes

Existe una amplia variedad de estrategias pedagógicas que pueden ser utilizadas en la mediación pedagógica de los laboratorios de química general. Una de las más conocidas actualmente es el aula invertida, esta metodología fue creada por dos profesores de química de secundaria y sobresale por enfocar el tiempo de clase exclusivamente a actividades dinámicas e interactivas, reubicando los contenidos teóricos a ser consultados de manera previa en espacios fuera de clase (Almendros *et al.*, 2021). Otra ventaja es su compatibilidad con la dinámica del laboratorio, que consta de tres momentos de trabajo: previo, durante y posterior a la práctica, siendo el aula invertida una estrategia ideal para cubrir los espacios pre y post laboratorio pues estos se desarrollan fuera del tiempo estándar de clase.

El aula invertida también se puede combinar con otras estrategias pedagógicas como por ejemplo el trabajo colaborativo, el cual corresponde a un proceso de interdependencia entre miembros del grupo donde se aprovechan las distintas habilidades y responsabilidades individuales de cada integrante para contribuir al alcance de una meta común, de esta manera se alcanza un mayor aprendizaje en comparación a si hubieran trabajado individualmente, debido a que gracias a la interacción con los integrantes del equipo es posible contrastar puntos de vista para la generación de nuevos conocimientos (Almendros *et al.*, 2021). Estas estrategias brindan la oportunidad a los estudiantes de acceder constantemente a los contenidos facilitados por los profesores, otorgando mayor control y responsabilidad de sus procesos y fomentando el aprendizaje autónomo (Balverdi *et al.*, 2020). No obstante, en este último aspecto puede presentarse cierta resistencia y mayor apego a la metodología tradicional por parte de los estudiantes como consecuencia de la costumbre y poca implicación que representa.

Un ejemplo aplicado de estas estrategias es el que mencionan Rico-Santos y Quintana-Montesdeoca (2024) en su investigación, donde implementaron el aula invertida en las prácticas de laboratorio de un curso básico de química a través de la virtualidad. La estrategia que utilizaron se enfocó en designar toda la etapa previa al laboratorio como trabajo autónomo apoyado con una guía de trabajo y videos sobre las técnicas instrumentales a través de una plataforma virtual, encontrando como principales resultados una mejora en el rendimiento académico y buena aceptación de la estrategia por parte del estudiantado, concluyeron que el

aula invertida fomenta la autonomía, confianza y motivación de los estudiantes dentro del laboratorio (Rico-Santos y Quintana-Montesdeoca, 2024). Cabe resaltar que esta dinámica se llevó a cabo a través de Moodle, una plataforma tecnológica de aprendizaje que pertenece a un tipo de herramientas que permiten administrar el conocimiento y los aprendizajes de los estudiantes a través de la mediación pedagógica, una elección muy acertada pues da la posibilidad de crear un entorno virtual donde el estudiante pueda acceder a los recursos diseñados por el docente de forma interactiva (Calderón-Meléndez, 2020).

Los laboratorios virtuales también han ganado popularidad en años recientes, principalmente durante la pandemia. Estos se basan en simuladores y softwares especializados que replican las condiciones que se tendrían durante un laboratorio presencial con la finalidad de preparar a los estudiantes para que adquieran habilidades y técnicas que utilizarán eventualmente con la ventaja de poder realizar prácticas ilimitadas y autoevaluarse (Rodríguez-Rivero *et al.*, 2014). Con los avances tecnológicos actuales, los docentes tienen la posibilidad de aprovechar este tipo de herramientas para que sus estudiantes puedan evolucionar sus procesos académicos a través de la adquisición y aplicación de conocimientos científicos cotidianos en espacios digitales que busquen emular la realidad de la química experimental, eso sí, no se debe perder de vista la necesidad de superar brechas como el aprender a su propio ritmo de manera asincrónica (Sánchez *et al.*, 2017). Por lo tanto, es fundamental contextualizar los procesos de aprendizaje al entorno virtual para el que están siendo diseñados.

También es posible diseñar laboratorios virtuales utilizando la indagación científica, esta estrategia se basa en el desarrollo de habilidades de pensamiento científico a través de la construcción autónoma de conocimiento con el objetivo de alcanzar el aprendizaje significativo, así como una mejor comprensión de los conceptos científicos (Tembladera y García, 2013). Se promueve una mayor interactividad entre el estudiante, profesor y la propia práctica del laboratorio pues las propuestas pueden aprovechar el entorno que rodea al estudiante como su casa o herramientas sencillas para diseñar una práctica completa. Consta de cuatro pasos; focalización, exploración, reflexión y aplicación, se inicia con la recolección de información aprovechando los sentidos humanos básicos y termina dirigiendo al estudiante a llevar a cabo su investigación con descubrimientos propios, además durante el proceso, la práctica transforma al docente en un aprendiz y viceversa, de manera que se construye el conocimiento en conjunto (Tembladera y García, 2013).

Por último, es importante mencionar el papel de la educación virtual y el auge que ha tenido en años recientes. Esta surge de la evolución de la educación a distancia, se diferencia

gracias a que la instrucción, metodología y didáctica se deben estructurar con cuidado para que los estudiantes puedan alcanzar los objetivos de aprendizaje y las competencias definidas para cada asignatura, tomando en cuenta el público meta por factores como las brechas de conocimiento y acceso a las TIC lo cual varía el grado de aceptación de estos métodos virtuales (Calderón-Meléndez, 2020). En la educación virtual la capacitación docente es un factor clave para la formación de entornos virtuales pues toda clase, material o herramienta aplicada requiere cumplir con el currículo establecido para esta modalidad, además de evaluar los aprendizajes satisfactoriamente, lo anterior puede ser extrapolado al contexto de los laboratorios de química en el sentido de que se requiere capacitación docente para poder plantear y aplicar por ejemplo un laboratorio virtual.

El laboratorio de Química General y el DUA: revisión curricular

Se espera que el laboratorio de química sea un espacio inclusivo, capaz de asegurar a los estudiantes el desarrollo de técnicas básicas instrumentales y pensamiento crítico en igualdad de oportunidades. Con el tiempo han surgido propuestas aplicables a diferentes ámbitos, las cuales promueven la diversidad considerando la variabilidad y diferencias de los estudiantes, una de ellas es el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), el cual brinda un marco teórico y práctico para que la intervención educativa sea capaz de atender desde una perspectiva inclusiva la disciplina a la que está siendo aplicada (Alba-Pastor, 2019). En la educación superior es cada vez más común encontrar estudiantes con diversidad funcional y es una realidad que muchos docentes no están preparados para atender las posibles situaciones particulares que puedan surgir, sin embargo, la aplicación del DUA puede facilitar la preparación del currículo para que sean capaces de atender de manera preventiva y no correctiva las necesidades específicas de cada estudiante (Scanlon *et al.*, 2018).

La aplicación del DUA requiere entonces de una exhaustiva revisión curricular, pues es desde el currículo que surgen las barreras que impiden a los estudiantes ser capaces de alcanzar los niveles de aprendizaje esperados, producto de una estructura única, rígida y que no considera las particularidades de cada persona (Alba-Pastor, 2019). Para realizar dicha revisión, el DUA propone el análisis de tres principios fundamentales como lo son la implicación, la representación y la acción-expresión (García-Frank *et al.*, 2020). Al aplicar estos principios con sus respectivas pautas, es posible repensar desde una óptica alternativa donde el estudiante no se debe adaptar al currículo, sino todo lo contrario, pues este desde su concepción está diseñado para poder enfrentar y suplir las distintas necesidades que la población estudiantil puede presentar.

Ahora bien, ¿cómo puede el DUA ser aplicado dentro del laboratorio de química general? Pues es común encontrar una estructura curricular estandarizada y difícil de modificar debido a la poca posibilidad de variación en los procedimientos clásicos de laboratorio. Para esto, cada una de las pautas dentro de los principios DUA brinda una serie de puntos de verificación con propuestas didácticas concretas basadas en estrategias de aprendizaje inclusivas dependiendo de la finalidad que se quiera buscar con cada principio (Alba-Pastor, 2019). Un ejemplo corresponde al presentado en la investigación de García-Frank *et al.*, donde se aplica la metodología DUA en diferentes cursos de la carrera de geología, entre ellos química general, se recolectaron las pautas concretas tras la aplicación del DUA y posteriormente con la ayuda de la Taxonomía de Bloom (el cual es un modelo utilizado para identificar y evaluar los aprendizajes), se sistematizaron diferentes consideraciones respecto a los procesos cognitivos que se activaron en distintos momentos del proceso de aprendizaje (García-Frank *et al.*, 2020).

Otras investigaciones reflejan resultados interesantes en cuanto a la aplicación del DUA en contextos asociados a la enseñanza de la química, de acuerdo con la investigación de Berenguer-Murcia *et al.* (2019), la adaptación de material didáctico para las asignaturas de química ha sido útil en usuarios con diversidad funcional, siendo de gran ayuda alternativas como el uso de modelos 3D, sitios web de apoyo y fuentes de letra específicas, pues al trabajar de manera autónoma estos materiales resultan en un gran apoyo. Este tipo de iniciativas fomenta una educación inclusiva y universal, en el caso del laboratorio, esta accesibilidad e inclusión se vuelve aún más necesaria pues pueden ser la clave para que algunos estudiantes puedan disfrutar de una experiencia de aprendizaje igual a la del resto de alumnos. Además, permiten crear gradualmente una conciencia colectiva respecto a la implementación de criterios DUA, de los cuales todas las personas pueden aprovechar para la mejora del aprendizaje, ejemplo de esto se encuentran las adaptaciones espaciales de puestos de trabajo, uso de material adaptado y documentación disponible en distintos formatos (Torregrosa-Macia *et al.*, 2019).

Adicionalmente se espera que la concepción del currículo en los cursos de laboratorio de química general esté fundamentada en los principios del DUA, desde la selección del material que lo conformará como lo son libros y bibliografía especializada hasta el manual de laboratorio utilizado para impartir las prácticas de laboratorio, de manera que el contenido cumpla con los puntos de control estipulados en la metodología, sin embargo, pocas veces esto ocurre y también son pocas las investigaciones enfocadas en revisar si esta necesidad se está cumpliendo (Scanlon *et al.*, 2018). Por lo tanto, un buen punto de partida para la mejora

curricular en la enseñanza de la química es la revisión desde la accesibilidad e inclusión del contenido utilizado para impartir los cursos, de manera que aquellos que no cumplan con los requerimientos mínimos sean adaptados utilizando por ejemplo apoyo audiovisual, distintos idiomas y alternativas para captar la atención del estudiante (Scanlon *et al.*, 2018).

Finalmente, a modo de retomar lo abordado en las secciones anteriores, para la educación virtual también resulta esencial mantener un currículo pertinente, actualizado y en sintonía con el DUA. Toda estrategia virtualizada debe responder a los objetivos diseñados en el currículo del curso, pero también es una buena práctica el adoptar este diseño en cada uno de los elementos que componen al curso virtual, por lo tanto, se requiere que exista una buena comunicación entre quienes diseñan contenido educativo y quienes diseñan el currículo, este debe de ser aplicado desde el diseño curricular y hasta en los procesos de retroalimentación del aprendizaje, además se recomienda que los resultados de aprendizaje se orienten hacia el alcance de las competencias y objetivos (Calderón-Meléndez, 2020). A través de esta comunicación, es posible que toda la institución educativa trabaje con un norte en común y para efectos de futuras modificaciones curriculares, el proceso resulta más sencillo pues tanto académicos, administrativos y autoridades superiores comprenden la importancia de este tipo de diseños instruccionales.

Conclusiones

Las estrategias pedagógicas son un insumo valioso para la mediación dentro de los laboratorios de química, gracias al carácter teórico-práctico de la pedagogía, estas se adaptan adecuadamente a las exigencias que este tipo de cursos poseen en cuanto a la sistematización de los saberes teóricos y su comprobación a través de la experimentación, orientando el proceso educativo. A su vez facilitan el diálogo entre docente y estudiante pues las metodologías que plantean promueven el entendimiento de las necesidades de ambas partes a través de aprendizajes con sentido y significativos. Es por medio de esta contextualización que el docente adquiere los insumos para planificar, diseñar y aplicar las estrategias más acordes, apoyándose en diferentes modelos pedagógicos para el desarrollo cognitivo de sus estudiantes.

Dentro del laboratorio, ocurre una constante transformación de saberes, durante este proceso, el apoyo de las estrategias pedagógicas optimiza el aprendizaje de los estudiantes evidenciando la importancia de su utilización, por ejemplo, al aplicar la transposición didáctica y otros conceptos asociados como el andamiaje para construir conocimientos complejos a partir de las ideas previas que cada estudiante posee dependiendo del entorno donde se

desarrollaron. Bajo la misma línea, también se favorece el desarrollo de competencias y habilidades de pensamiento, las cuales son fundamentales para el desarrollo de los futuros profesionales que cursan las distintas carreras científicas, no obstante, esto requiere en la mayoría de los casos de modificaciones metodológicas como el diseño de material didáctico con el objetivo de potenciar el pensamiento crítico.

Las altas tasas de reprobación producto de falta de motivación, malos hábitos de estudio, entre otros factores, así como la acelerada transición hacia la educación a distancia, reflejan algunos de los desafíos que enfrenta la enseñanza de la química en la educación superior. Una oportunidad para mitigar estas situaciones es la integración de las TIC y las estrategias pedagógicas para aprovechar las posibilidades que brinda la virtualidad en la mejora de la experiencia de aprendizaje. Este proceso conlleva la creación de espacios innovadores que cumplan con los objetivos de aprendizaje, así como la promoción de capacitación docente para poder responder a las demandas actuales de la educación y de esta manera favorecer la flexibilidad curricular y la mejora continua.

Metodologías activas como el aula invertida, el trabajo colaborativo o la indagación científica permiten poner en práctica las propuestas provenientes de modelos pedagógicos como el constructivismo a través del desarrollo del aprendizaje autónomo, autogestión y responsabilidad en los estudiantes por sus propios procesos de aprendizaje, convirtiéndolos en protagonistas de dicho proceso. Adicionalmente, la educación virtual representa una opción para mediar en espacios asincrónicos y a distancia, brindando opciones como los laboratorios virtuales o simuladores que emulan prácticas experimentales reales, dando la capacidad de repetir constantemente técnicas instrumentales específicas, una situación que en la presencialidad no es posible de realizar por falta de tiempo o espacio físico.

Finalmente, para que el laboratorio de química sea un espacio con igualdad de oportunidades y que respete la diversidad de los estudiantes, es prioritario realizar continuas revisiones curriculares para eventualmente proceder con actualizaciones formales, diseños como el DUA facilitan esta transición al dar las pautas a seguir para atender de manera preventiva y no correctiva las necesidades de toda la población estudiantil. Dentro del laboratorio, un punto de partida es la adaptación del espacio físico bajo los principios de este diseño, así como del material didáctico, pues esto podría ser la diferencia para que un estudiante tenga una experiencia de aprendizaje igual a la del resto de sus compañeros o no, además de sensibilizar a la población sobre la necesidad de este tipo de iniciativas.

Referencias

- Alba-Pastor, C. (2019). Diseño Universal para el Aprendizaje: Un modelo teórico-práctico para una educación inclusiva de calidad. *Participación educativa*.
- Aguerrondo, I. (1999). El nuevo paradigma de la educación para el siglo XXI. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Almendros, P., Montoya, M., & Pablo-Lerchundi, I. (2021). Aula invertida y trabajo colaborativo en química. *Educación Química*, 32(4), 142-153.
- Balverdi, C. V., Balverdi, M. D. P., Marchisio, P. F., & Sales, A. M. (2020). El modelo "clase invertida" en química analítica. *Educación Química*, 31(3), 15-26. <https://lc.cx/gO8zbn>
- Barraqué, F., Sampaolesi, S., Briand, L. E., & Vetere, V. (2020). La enseñanza de la química durante el primer año de la universidad: El estudiante como protagonista de un aprendizaje significativo. *Educación Química*, 32(1), 58-73.
- Belloch, C. O. (2011). Las tecnologías de la información y comunicación (TIC). Universidad de Valencia, Unidad Tecnológica Educativa, (951), 1-7.
- Baque-Reyes, G. R., & Portilla-Faican, G. I. (2021). El aprendizaje significativo como estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje. *Polo del Conocimiento: Revista Científico-Profesional*, 6(5), 75-86.
- Berenguer-Murcia, Á., Torregrosa-Maciá, R., Molina-Sabio, M., Lillo-Rodenas, M. A., Silvestre-Albero, J., Quílez-Bermejo, J., ... & Sánchez-Polo, M. (2019). Evaluación de contenido y materiales docentes, basados en el diseño universal para el aprendizaje, utilizables en diversos niveles de enseñanza. Octaedro.
- Cajamarca, A. C., & Acosta, R. R. (2017). Algunos antecedentes de investigación sobre transposición didáctica. *Bio-grafía*, 764-770.
- Calderón-Meléndez, A. (2020). Elementos clave de la virtualidad en la educación superior. *Revista Electrónica Calidad en la Educación Superior*, 11(2), 80-104.
- Chaves, J. I. H., Badillo, R. G., & Miranda, R. P. (2010). Transposición didáctica del modelo científico de Lewis-Langmuir. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(2), 527-543.
- Chevallard, Y. (1991). La transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado. En *La transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado*.
- Chong-Baque, P. G., & Marcillo-García, C. E. (2020). Estrategias pedagógicas innovadoras en entornos virtuales de aprendizaje. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 56-77. <https://lc.cx/qZrRNe>

- Ciriaco, A. S., Jones, N. B., & Pereyra, M. V. (2020). Revisión bibliográfica sistematizada: Tendencias y cambios en la enseñanza de la química argentina. *Educación en la Química*, 26(02), 139-152. <https://lc.cx/tkiwd5>
- Crujeiras-Pérez, B., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2018). Influencia de distintas estrategias de andamiaje para promover la participación del alumnado de secundaria en las prácticas científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(2), 23-42.
- Di Caudo, M. V. (2013). La ciencia pedagógica: Construcciones, disputas, desafíos. *Sophia: Colección de Filosofía de la Educación*, (14), 34-50.
- García, L., & Ocellli, M. (2012). Argumentar en la formación profesional continua: Un curso de capacitación para docentes de Biología y Química. *RILL Nueva Época, Prácticas Discursivas a través de las Disciplinas*, 17(1/2).
- García-Frank, A., Fesharaki, O., Álvarez, N. I., Domínguez, S. H., Portera, P. F., Macia, A. B. H., ... & Alba, B. S. (2020). Importancia del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA): Caso de estudio en la enseñanza de las ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(2), 155-155.
- Guerra, J. G. (2020). El constructivismo en la educación y el aporte de la teoría sociocultural de Vygotsky para comprender la construcción del conocimiento en el ser humano. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2(77).
- Graus, M. E. G. (2019). La zona de desarrollo próximo como base de la pedagogía desarrolladora. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 10(4), 33-50.
- Juliao, V. C. G. (2013). Una pedagogía praxeológica. *UNIMINUTO: Corporación Universitaria Minuto de Dios*.
- Lazo, L. (2012). Estrategia para la enseñanza y el aprendizaje de la química general para estudiantes de primer año de universidad. *Revista Electrónica Diálogos Educativos*, 12(23), 66-89.
- Llanes, M. J., Molina, M. R., & Aguado, M. I. (2020). Cambio metodológico para favorecer el aprendizaje de la química general. *Revista Varela*, 20(55), 130-144.
- Lorenzo, M. G. (2012). Los formadores de profesores: El desafío de enseñar enseñando. *Profesorado: Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 16, 2-9. <https://lc.cx/1UFthx>
- Masi, A. (2008). El concepto de praxis en Paulo Freire. *CLACSO*.

- Mora, M. C. G., Sandoval, Y. G., & Acosta, M. B. (2013). Estrategias pedagógicas y didácticas para el desarrollo de las inteligencias múltiples y el aprendizaje autónomo. *Revista de Investigaciones UNAD*, 12(1), 101-128. <https://lc.cx/6cTqfL>
- Parra-Angarita, W., Angulo-Delgado, F., Soto-Lombana, C., & Soto-Zuluaga, A. (2017). Patrones de enseñanza contingente en la interacción profesor-estudiante en una clase de química en educación superior. *Enseñanza de las Ciencias*, 35, 2839-2844.
- Reyes-Cárdenas, F. D. M., Cafaggi Lemus, C. E., & Llano Lomas, M. G. (2019). Evaluación y aprendizaje basado en habilidades de pensamiento en un curso de laboratorio de química general. *Educación Química*, 30(3), 79-91.
- Rico-Santos, M., & Quintana-Montesdeoca, M. D. P. (2024). Implantación del aula invertida en las prácticas de laboratorio de una asignatura básica de química. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 23(51), 313-331.
- Rivera-Olguin, P., Sánchez-Espinoza, E., & Cortés-Díaz, B. (2021). La disrupción de lo presencial a lo virtual: Percepciones de los directores de docencia sobre el uso de plataformas digitales en contexto de pandemia en una universidad del norte de Chile. *Páginas de Educación*, 14(2), 77-95.
- Rodríguez-Cepeda, R., Casas-Mateus, J. A., & Martínez-Cárdenas, D. E. (2020). Laboratorio de química bajo contexto: Insumo para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (47), 33-52.
- Rodríguez-Rivero, Y., Molina-Padrón, V., Martínez-Rodríguez, M., & Molina-Rodríguez, J. (2014). El proceso enseñanza-aprendizaje de la química general con el empleo de laboratorios virtuales. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 5(1), 67-79.
- Rousserie, H. F., Martinez, H. J., Subovich, G., & Cives, H. R. (2014). Innovación de andamiajes en el laboratorio de química general para el aprovechamiento de los recursos tecnológicos. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología*, 5(1).
- Ruiz-Hernández, C. (2015). Hacia una comprobación experimental de la zona de desarrollo próximo de Vigotsky. *CIENCIA ergo-sum*, 22(2), 167-171.
- Salinas, V., & Pérez, J. (2023). Desafíos de la enseñanza de química en pandemia COVID-19: Ventajas y limitaciones. *Revista Innova Educación*, 5(4), 65-82.
- Sánchez, L. T. M., Ortiz, C. P. M., & Álvarez, J. S. O. (2017). Laboratorio virtual de química: Una experiencia de diseño interdisciplinar. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (51), 98-110.

- Sandoval, M. J., Mandolesi, M. E., & Cura, R. O. (2013). Estrategias didácticas para la enseñanza de la química en la educación superior. *Educación y Educadores*, 16(1), 126-138.
- Santibáñez, L. L. (2012). Estrategia para la enseñanza y el aprendizaje de la química general para estudiantes de primer año de universidad. *Revista Electrónica Diálogos Educativos*, 12(23), 66-89.
- Santos-Bonilla, M. A. (2020). La enseñanza de la química basada en contexto como elemento motivador en el laboratorio de química general I: Un estudio de caso a nivel universitario (Tesis de grado, University of Puerto Rico). <https://lc.cx/p7vno1>
- Scanlon, E., Legron-Rodriguez, T., Schreffler, J., Ibadlit, E., Vasquez, E., & Chini, J. J. (2018). Postsecondary chemistry curricula and universal design for learning: Planning for variations in learners' abilities, needs, and interests. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1216-1239.
- Streck, D. R., Redin, E., & Zitkoski, J. J. (2008). *Diccionario Paulo Freire (2a ed.)*. Auténtica Editorial.
- Taborda, W. A. L., Zuluaga-Giraldo, J. I., Ramírez, M. X. L., & Ospina, Y. F. G. (2022). Enseñanza de la química mediada por TIC: Un cambio de paradigma en una educación en emergencia. *Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía RIIEP*, 15(2).
- Tejada, H. S. R., García, N. M. O., & Ríos, E. D. S. G. (2023). Estrategias didácticas de la educación virtual universitaria: Revisión sistemática. *EduTec: Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (83), 120-134.
- Tembladera, C. M. C., & García, H. (2013). La indagación científica para la enseñanza de las ciencias. *Horizonte de la Ciencia*, 3(5), 99-104.
- Torregrosa-Macía, R., Molina-Sabio, M., Lillo-Rodenas, M. A., Silvestre-Albero, J., Berenguer-Murcia, Á., Martínez Mira, I., ... & Martínez Ferreras, F. (2017). *Diseño de espacios y materiales docentes accesibles para su utilización en prácticas de asignaturas de química inorgánica*. Octaedro.
- Vygotsky, L. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Editorial Crítica, Grupo Editorial Grijalbo.
- Zúñiga-Meléndez, A., Durán-Apuy, A., Chavarría-Vásquez, J., Gamboa-Araya, R., Carballo-Arce, A. F., Vargas-González, X., ... & Torres-Salas, I. (2020). Diagnóstico de las necesidades de capacitación de docentes de biología, química, física y matemática, en

áreas disciplinares, pedagógicas y uso de las tecnologías para la promoción de habilidades de pensamiento científico. Revista Electrónica Educare, 24(3), 469-497.

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Edwin Enrique Salas González, cédula de identidad 117240607, estudiante de la Universidad Nacional, declaro bajo fe de juramento y consciente de las responsabilidades penales de este acto, que soy autor intelectual del Trabajo Final de Graduación Titulado “Estrategias pedagógicas para la mejora de la enseñanza y el aprendizaje en los cursos de laboratorio de Química General de la Universidad Nacional”, para optar por el grado de Maestría en Educación con énfasis en Pedagogía Universitaria.

EDWIN ENRIQUE
SALAS
GONZALEZ
(FIRMA)



Firmado digitalmente por
EDWIN ENRIQUE SALAS
GONZALEZ (FIRMA)
Fecha: 2024.08.26
21:33:02 -06'00'

Heredia, a los 26 días del mes de agosto del año 2024.

Refrendo

Los abajo firmantes avalamos el Trabajo de Graduación del estudiante Edwin Salas González, cédula 117240607, que lleva como título Estrategias pedagógicas para la mejora de la enseñanza y el aprendizaje en los cursos de laboratorio de Química General de la Universidad Nacional, dado que cumple con las disposiciones vigentes y la calidad académica requerida por el posgrado.

Firmado digitalmente
por JESUS IRAN
BARRANTES LEON
(FIRMA)
LEON (FIRMA) Fecha: 2024.10.02
13:33:37 -06'00'

Jesús Irán Barrantes León

Profesor Tutor

Maestría en Educación

Firmado por RITA MARIA ARGUEDAS VIQUEZ (FIRMA)
PERSONA FISICA, CPF-01-0734-0005
Fecha declarada: 06/10/2024 08:23 PM
Razón: Ref Edwin Salas
Lugar: Maestría Contacto: Dayana

M. Ed Rita Arguedas Víquez

Coordinadora

Maestría en Educación