



Estrategia de Mediación Pedagógica

Aprendizaje desde el error en la enseñanza de la Química

Learning from error in the teaching of chemistry

Aprendendo com o erro no ensino de química

Ana María Bárcenas Parra
Universidad Técnica Nacional, Costa Rica
abarpenas@utn.ac.cr
<https://orcid.org/0000-0003-0316-0459>

Resumen

En este manuscrito se presenta una estrategia de aprendizaje activo utilizada en las lecciones de Química, la cual busca cambiar el paradigma de que el error es un sinónimo de fracaso, y más bien visualizarlo como una oportunidad de mejora, ya que permite al estudiantado, a través del análisis y la discusión, poder detectar dónde se ha equivocado y llegar a la respuesta correcta. La experiencia con esta estrategia en las clases de Química, a nivel universitario, es muy valiosa, ya que una parte del estudiantado siente rechazo hacia la materia por las experiencias vividas a nivel de secundaria, por lo que al detectar sus propios errores los motiva a ser protagonistas de su formación y los faculta para que aprendan a autoevaluarse y a reflexionar sobre sus aciertos y sus oportunidades de mejora. Asimismo, esta estrategia se puede vincular con otros métodos de aprendizaje activo, como son la clase invertida, el aprendizaje por descubrimiento y el basado en problemas, lo que permite al estudiantado la construcción de los conocimientos por medio del aprendizaje activo y, un aspecto sobresaliente, es que puedan encontrar los errores en las diferentes prácticas, para luego corregirlos, de esta manera se empoderan para la vida.

Palabras claves: Pedagogía del Error, Empoderamiento, Autoevaluación, Aprendizaje de la Química.



Abstract

This manuscript presents an active learning strategy used in Chemistry lessons, which seeks to change the paradigm that error is a synonym for failure and rather visualize it as an opportunity for improvement, since it allows the student through analysis and the discussion to be able to detect where you have made a mistake and be able to arrive at the correct answer. The experience with this strategy in Chemistry classes at the university level is very valuable, since many students feel rejection towards the subject due to the experiences they had at the high school level, so being able to detect their own errors motivates them to be protagonists of their own training and empowers them to learn to self-evaluate and reflect on their successes and opportunities for improvement. Likewise, this strategy can be linked to other active learning methods, such as the flipped class, discovery learning and problem-based learning, which allows students to build knowledge through active learning and, most importantly, to be able to find errors in different practices and then correct them, which empowers them for life.

Keywords: Pedagogy of Error, Empowerment, Self-assessment, Learning Chemistry.

Resumo

Este manuscrito apresenta uma estratégia de aprendizagem ativa usada em aulas de química, que busca mudar o paradigma de que o erro é sinônimo de fracasso e, em vez disso, vê-lo como uma oportunidade de melhoria, pois permite que os alunos, por meio de análise e discussão, detectem onde cometeram um erro e cheguem à resposta correta. A experiência com essa estratégia nas aulas de química em nível universitário é muito valiosa, pois parte do corpo discente sente uma rejeição em relação à matéria devido às suas experiências no ensino médio, de modo que detectar seus próprios erros os motiva a serem protagonistas de sua educação e os capacita a aprender a se autoavaliar e refletir sobre seus sucessos e oportunidades de melhoria, Essa estratégia também pode ser vinculada a outros métodos de aprendizagem ativa, como a sala de aula invertida, a aprendizagem por



descubierta e a aprendizagem baseada em problemas, que permite que os alunos construam conhecimento por meio da aprendizagem ativa e, um aspecto notável, é que eles podem encontrar os erros nas diferentes práticas e depois corrigi-los, capacitando-os assim para a vida.

Palavras-chave: Pedagogia do erro, Empoderamento, Autoavaliação, Aprendizagem de Química.

Conceptualización

El fundamento pedagógico de esta estrategia se basa en el modelo constructivista cuyo centro es el aprendizaje activo, donde el estudiante es el núcleo del proceso y el docente se convierte en el orientador que coordina las actividades y guía al estudiante en su proceso para lograr las metas propuestas, creando entornos de apoyo donde se motive y recompense la exploración de los alumnos.

Así, para esta estrategia se emplean varias metodologías, como la clase invertida, la pedagogía por descubrimiento, el aprendizaje basado en problemas, la pedagogía del error y la evaluación formativa, de las cuales se hace una pequeña reseña a continuación:

Clase invertida: el objetivo de esta metodología educativa es fomentar la participación directa de los alumnos en el transcurso de las clases, buscando que fuera del aula se introduzcan los conocimientos de forma práctica, por medio de tareas interactivas y centradas en la comprensión de los conceptos, para luego en clase aclarar y contextualizar estos, con el apoyo de docente y compañeros y en la post clase verificar lo aprendido utilizando en este caso, las técnicas de aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje del error.

La parte más relevante de esta estrategia es que rompe el paradigma de que las clases deben ser magistrales, con un profesor que enseña y un estudiante que escucha, al invertir los roles, el papel protagónico lo asume el estudiante y se hace responsable de su aprendizaje y el docente acompaña y orienta el proceso (Arce, 2019).





Pedagogía Descubrimiento: este es un método integral y motivador que obedece al modelo constructivista de la educación donde el alumno es el centro del proceso educativo, y quien por medio de investigaciones y resolución de problemas descubre los conceptos y los relaciona con conocimientos previos para lograr el aprendizaje profundo.

Para que esta pedagogía pueda dar frutos, los temas de investigación y los problemas planteados deben ser contextualizados y centrados en un tema específico, que tenga relación con vivencias previas y despierte interés en el estudiante. Esta pedagogía se relaciona directamente con el aprendizaje basado en problemas.

Aprendizaje basado en problemas: es un método didáctico, del dominio de las pedagogías activas que se enmarca en aprendizaje por descubrimiento y construcción, y se contrapone a la estrategia expositiva o magistral. (Restrepo, 2009). Este método es un complemento idóneo a la formación teórica, donde los conocimientos dejan de asimilarse como esfuerzo memorístico, para la construcción del aprendizaje profundo por medio de la interrelación entre los conocimientos previos y nuevos datos necesarios para encontrar la respuesta al caso que se plantea. Para el caso del aprendizaje de la química esta metodología se plantea mediante problemas contextualizados de cada tema visto en la preclase, durante la clase presencial, se trabajan algunos problemas en grupo para fomentar el trabajo colaborativo y se asignan otros para que cada estudiante los desarrolle en la post clase,

Pedagogía del error: esta estrategia busca trabajar constructivamente el conocimiento desde el error, evitando darle una connotación negativa, viendo en este la oportunidad de análisis, de corrección y de aprendizaje profundo. De esta forma se evita la visión negativa de los errores para las futuras experiencias de aprendizaje. Y la construcción se hace desde el principio de que nuestro cerebro necesita errar para establecer de forma correcta el aprendizaje y que, por tanto, evitarlos o entenderlos como algo negativo dificulta la adquisición de esta capacidad y de la búsqueda de situaciones

nuevas que requieran el manejo del binomio ensayo y error en la vida. (Gamella, 2019).

Así, esta herramienta combina el aprendizaje basado en problemas donde el estudiante resuelve en la post clase, problemas contextualizados, encuentra sus errores en el desarrollo y los corrige. Con esto supera el aprendizaje y tiene la satisfacción que da la comprensión del tema. Por otro lado, los errores son fuente de información para el docente sobre cada estudiante y sus dificultades para lograr la comprensión del tema (Giráldez, s.f.).

También, es importante dejar claro que los errores están permitidos y que de ellos se aprende si se descubre y se recibe la retroalimentación adecuada. Trabajar en corregir el error crea el hábito de autoevaluar el trabajo, buscar la raíz del error, entenderlo y modificar el proceso para lograr el aprendizaje. Esta estrategia busca que el estudiante trabaje en la disciplina y en la mejora continua.

Evaluación formativa (MODELO EDUCATIVO UTN)

La evaluación es un proceso orientado a mejorar el aprendizaje y el desempeño; su objetivo no es el control sino la construcción de significados por parte del aprendiente desde su propia realidad, (Modelo Educativo UTN, 2018). Por tanto, en la UTN se prioriza la evaluación formativa, que se realiza de forma permanente y tiene como objetivo la realimentación, valoración del error e interacción entre aprendientes por medio de la autoevaluación y la heteroevaluación, con fines de mejoramiento continuo y aprendizaje profundo.

Explicación de la metodología:

A continuación, se hace una breve explicación de la metodología planteada para el desarrollo del curso de Química I:

Introducción: se explica el método para el curso de química I, que se imparte en ciencias básicas de la sede Atenas, en el primer nivel de las carreras Tecnología de Alimentos, Sistemas de Producción Animal y Veterinaria, durante el primer cuatrimestre de cada año.

La población, en su mayoría, son estudiantes de primer ingreso, que tienen pocos conocimientos previos de la materia y vienen acostumbrados a un sistema memorístico en el que el docente transmite los conocimientos en forma magistral y el estudiante escucha la clase e interviene poco para no distraer al docente.

La metodología que se viene desarrollando busca cambiar el modelo centrado en la enseñanza por uno centrado en el aprendizaje, donde el estudiante sea la parte activa del proceso y el docente una guía, dando las explicaciones cuando esto se requiera y proporcionando los medios para que el estudiante se sienta motivado y logre las metas propuestas para el curso.

Descripción de la metodología: a continuación, se describe la metodología que se ha venido desarrollando y que comprende tres fases una teórica, una práctica y una evaluativa:

Fase teórica: esta fase se basa en el aprendizaje por medio de clases invertidas, donde el estudiante prepara, durante la semana, el material para la clase con ayuda de una guía sobre la temática que se va a tratar en la siguiente lección, en la que se hace una puesta en común sobre el tema por medio de preguntas generadoras guiadas por la docente, con la participación de los estudiantes.

Esta parte de la clase sirve para aclarar las dudas surgidas durante la lectura del tema y la resolución de guía y se orienta buscando que todos los estudiantes participen y hagan su aporte, muchas veces es conveniente comenzar con algún juego didáctico para que el estudiante pierda el miedo a equivocarse y muestre el avance en el aprendizaje de la materia. En esta forma, la persona docente aplica la evaluación diagnóstica y puede orientar las preguntas hacia los temas en que se vio mayor dificultad durante el juego.

Cuando se han abarcado todos los temas teóricos propuestos para la lección, la docente hace un cierre resumiendo el tema y reforzando aquellos puntos que aún no están claros. Este trabajo se programa para la primera parte de la clase, con una duración aproximada de dos horas.



Parte práctica: una vez concluida la parte teórica, se plantean problemas contextualizados, basados en la teoría vista en la primera parte de la lección y la docente explica cómo se pueden resolver dichos problemas y permite que el estudiantado intente resolverlos, solo o en grupos de dos o tres personas. Luego, la persona estudiante o el grupo de estudiantes que logró resolver el problema planteado, lo expone a los compañeros y la docente refuerza la explicación para que todos tengan clara la forma de analizar y resolver los problemas sobre el tema que se esté tratando.

El trabajo más importante sobre esta parte práctica es después de la clase, ya que la persona estudiante trabaja en otros problemas contextualizados que envía la profesora a través del campus virtual y debe desarrollar paso a paso cada problema y subirlo al campus. Una vez finalizada esta tarea se le abre una nueva que contenga un solucionario paso a paso de su trabajo y, en este punto, comienza la tercera fase del proceso.

Fase evaluativa: para que esta parte del proceso sea efectiva, se requiere el compromiso del estudiantado, pues cuando él recibe el solucionario, debe volver a revisar cada problema autoevaluando su trabajo frente al solucionario, valorar que tiene bien y donde cometió un error y cómo puede mejorarlo. En este punto, se busca que corrija el error y valore como un mismo problema se puede solucionar por distintos caminos.

La persona estudiante vuelve a enviar su trabajo una vez corregido para la valoración final por parte de la docente, quien tiene en cuenta la autoevaluación del estudiante y su trabajo para corregir cada error y calificar su trabajo. Así no solo se califica el resultado, sino el esfuerzo y el proceso para lograr el aprendizaje.

Aunque la evaluación sumativa sea necesaria para aprobar o reprobar el curso, este trabajo que comprende las guías y las tareas prácticas semanales, hace que el estudiante se prepare para las evaluaciones y obtenga mejores resultados.

Exposición de la experiencia en el desarrollo de la estrategia de aprendizaje en los cursos de química

El aprendizaje de la química requiere que la persona estudiante se comprometa con el trabajo constante para superar las tres aristas que encuentra en esta ciencia:

La parte macroscópica donde se manifiestan los cambios químicos en la cotidianidad.

La parte submicroscópica donde suceden los cambios químicos, que tienen lugar entre átomos y moléculas.

La simbología, es decir, la representación química, formada por símbolos, fórmulas, ecuaciones, estequiometría y matemáticas.

Esta triangulación propuesta por Alex. H. Johnstone (1982, 1991, 1993, 2000) y citada por Lorduy, D. J., Naranjo, C. P. (2020) muestra el panorama al que se enfrenta quien debe aprender la materia y quien como docente debe guiar el aprendizaje.

La comprensión de la parte macroscópica se logra contextualizando cada tema, despertando el interés mediante la observación de los fenómenos químicos que se manifiestan en nuestro medio natural, cultural y profesional, para luego relacionarlo con el mundo submicroscópico donde suceden los procesos químicos percibidos. Y finalmente, representar dicho fenómeno mediante símbolos y cálculos matemáticos que muestran los cambios ocurridos y la magnitud.

Precisamente, en esta última arista, se centra este trabajo, ya que la nomenclatura, los símbolos y la estequiometría forman parte del aprendizaje de un nuevo lenguaje, al que el estudiantado debe encontrar significado y los errores, como en el aprendizaje de un segundo idioma, son frecuentes y no deben calificarse en forma negativa, sino que deben verse como una oportunidad de mejora, dentro de un modelo de evaluación formativo, en la que la retroalimentación sea la base para reforzar el aprendizaje.



Por otro lado, dentro de los cálculos matemáticos propios de esta ciencia, la persona estudiante debe relacionar el mundo submicroscópico de los átomos y las moléculas con el macroscópico de los moles y la masa, lo que resulta un poco confuso para muchos.

Para lograr la comprensión de esta arista, es necesario recurrir al aprendizaje por descubrimiento, al aprendizaje por problemas, la gamificación y a la pedagogía del error, entre otras formas de aprendizaje activo, que buscan que la persona estudiante relacione las dos primeras aristas por medio de la tercera, mediante cálculos que le permitan determinar la magnitud del cambio químico, rendimientos, concentraciones y demás cálculos propios de la química.

Uno de los mayores problemas que enfrenta la persona estudiante es el temor por equivocarse, ya que, dentro de nuestra educación, como en muchos aspectos de la vida, esto es sinónimo de fracaso, (Gamella, 2019) y se castiga con bajas calificaciones y la reprobación. Sin embargo, cuando se revisa el modelo educativo de la Universidad Técnica Nacional, nos encontramos con un enfoque constructivista centrado en el aprendizaje, con una evaluación integral, en la que se debe dar prioridad a evaluación formativa con retroalimentación constante que permite mejorar los aspectos que se ha fallado para lograr, en esta forma, el aprendizaje profundo.

Con base en el aprendizaje activo, desde hace cuatro años se viene aplicando una metodología mixta, donde se mezclan, clases invertidas, con explicaciones magistrales, gamificación y trabajo basado en problemas para las clases de química I y de química orgánica, que se imparten en la sede de Atenas de la Universidad Técnica Nacional para ciencias básicas en el primer caso y para tecnología de alimentos en el segundo caso.

La experiencia en el desarrollo de esta estrategia implica mucho trabajo de parte del estudiantado y docentes, puesto que se requiere que la persona estudiante se comprometa con las guías semanales sobre la materia que se va a ver y con las tareas post clase sobre los problemas del tema visto y la persona docente debe estar dispuesta a revisar guías y tareas corregidas cada





semana, a evacuar dudas fuera de clase para permitir el progreso en el aprendizaje de cada estudiante y buscar estrategias para que cada lección sea agradable y participativa.

La parte más difícil de poner en práctica esta estrategia es cambiar el paradigma de la clase tradicional, “enseñamos como nos enseñaron y nos cuesta cambiar para que el estudiantado sea el centro del proceso”. La persona estudiante también debe cambiar de paradigma, pues está convencido de que, si el docente no explica la materia durante las cuatro horas de clase, la materia no se vio y considera que, porque él debe revisar la materia antes de la clase, no aprenderá; aún no se ha convencido de que si se responsabiliza de su aprendizaje, las clases van a ser más productivas y se puede dedicar más tiempo a la resolución de problemas y al aprendizaje desde el error.

Otro punto difícil, es la puesta en práctica de la autoevaluación, ya que la persona estudiante debe revisar su trabajo, calificarlo, ver donde cometió un error y volver a hacerlo para mejorarlo, que es la técnica de aprendizaje propuesta, no por una nota sino porque así va a aprender y no va a volver a cometerlo.

Resultados de aprendizaje

Una vez que se implementa esta estrategia se obtienen los siguientes resultados de aprendizaje:

Promueve la participación activa del estudiante.

Permite la reflexión activa y el descubrimiento del error.

Interpreta el error como una oportunidad de mejora no como un fracaso.

Crea el hábito de autoevaluar el trabajo para el mejoramiento continuo.

Fomenta el pensamiento analítico.

Cambia el paradigma del aprendizaje memorístico.





Invierte los roles del docente y el estudiante para empoderar al estudiante en el proceso de aprendizaje.

Convierte al docente en un orientador y motivador del proceso de aprendizaje.

Responsabiliza al estudiante de su propio aprendizaje.

Mediación pedagógica de la Experiencia

Dentro de esta estrategia de aprendizaje se pueden proponer diferentes ejercicios que permiten al estudiantado encontrar el error y proponer las mejoras necesarias, para lograr la meta propuesta, así, por ejemplo se puede trabajar mediante una lista de cotejo con nombres sistemáticos de compuestos químicos, planteando una experiencia contextualizada que indica a dónde pertenece la lista y que la persona estudiante debe comprobar si estos compuestos existen y su nombre es correcto y si no es correcto corregirlo, así busca el error y propone la solución.

En otras áreas como la calidad se pueden proponer estudios de caso, que contienen errores cometidos por algún individuo y el estudiantado debe analizar el caso, encontrar la causa del problema y proponer la respuesta, es otra forma de encontrar el error y hacer el análisis suficiente para proponer la solución.

La solución de cualquier tipo de problema que involucra cálculos puede conducir a errores, el revisar este tipo de respuestas permite al estudiante reflexionar sobre la forma en que plantea el problema y porqué se incurre en el error, cuando corrige el problema, mejorando los cálculos, y volviendo a analizar el problema, su reflexión lo lleva al aprendizaje por comprensión.

Así, como estas experiencias se pueden mostrar muchas otras que pueden contribuir a que esta estrategia de aprendizaje ayude al estudiante en su proceso de aprendizaje, perdiendo el miedo a equivocarse y reconociendo el error como una oportunidad no como una amenaza.





Referencias

Arce, C. (2019). Flipped Classroom o Aula invertida. *Revista Arjé*. 2, 1 (pp 27-32) <http://revistas.utn.ac.cr/index.php/arje>

Gamella, D. (2019). El acierto de las equivocaciones: Aportaciones de la neurociencia cognitiva al proceso de aprendizaje. *Pulso*, 42, (pp 167-180) ISSN: 1577-0338.

Giordano, R. (2014). Una propuesta de reflexión sobre la tarea didáctica del error. *Lingue Linguaggi* 12 (2014), 97-110. ISSN 2239-0367, e-ISSN 2239-0359 DOI 10.1285/i22390359v12p97 <https://siba-ese.unisalento.it>

Giráldez, A. (s.f.). El error como oportunidad de aprendizaje. ¿Y si dejamos de castigar los errores? *Educación* 3.0. <https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/dejamos-castigar-los-errores/>

Modelo Educativo UTN (2018). <https://utn.ac.cr/content/modelo-educativo>

Muñoz, B. (2021) La consideración y tratamiento del error en la producción lingüística de aprendices de segundas lenguas: una aproximación teórica *Lexis* Vol. XLV (1) 2021: 191-225. <https://doi.org/10.18800/lexis.202101.005>

Restrepo Gómez, B. (2009). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación Y Educadores*, 8, 9-19. <https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/562>

Vera, M. (2022) Retroalimentación como herramienta efectiva para el aprendizaje. *Rev. Tzhoeco*. Vol. 14 / N.º 2, pp. 21-33 ISSN: 1997-8731 DOI: <https://doi.org/10.26495/tzh.v14i2.2281>