

# » El aprendizaje basado en problemas (ABP) como metodología de enseñanza para la contaminación ambiental

- Problem-Based Learning (PBL) as a Teaching Methodology for Environmental Pollution
- A aprendizagem baseada em problemas (ABP) como metodologia de ensino para a poluição ambiental

## Forma de citar este artículo:

Sampaio, C. y Araújo, A. (2024). El aprendizaje basado en problemas (ABP) como metodología de enseñanza para la contaminación ambiental. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 301 - 316. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-19380>

## Resumen

Este artículo de investigación tiene como objetivo presentar el aprendizaje basado en problemas (ABP) como una herramienta metodológica para demostrar y desarrollar conceptos científicos dentro de una secuencia didáctica dirigida a habilidades como la reflexión y el pensamiento crítico de los estudiantes sobre el tema de la contaminación ambiental. Considerada por varios autores como una de las metodologías activas más completas, el ABP se centra en el estudiante y su capacidad para brindarle autoconocimiento a través de su interacción con los demás. Tal metodología puede ser ejecutada a partir de fenómenos que forman parte de la vida cotidiana de los estudiantes. Esta experiencia educativa se apoyó en un estudio exploratorio descriptivo con enfoque cualitativo en el que se analizó la receptividad de un grupo de estudiantes a la presentación y resolución de una situación problema relacionada con su vida cotidiana. La investigación se llevó a cabo en Fortaleza, en el Primer Colegio de la Policía Militar de Ceará General Edgard Facó (CPMGEEF), que forma parte de la red de educación pública del Estado. La metodología se aplicó a un grupo de estudiantes de primer año de secundaria durante el primer semestre del 2022. Se realizaron estudios sobre el tema del equilibrio químico, la lectura de textos sobre la contaminación ambiental y su relación con las erupciones volcánicas del periodo Pérmico, la liberación de gases responsables del efecto invernadero y la aplicación de 2 cuestionarios. Se evidenció la importancia de aplicar el ABP

Caroline de Goes Sampaio\*   
Alexandre Fábio e Silva de Araújo\*\* 

\* Doctora en Química. Profesora del Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Departamento de Química. Fortaleza, Ceará, Brasil. [carolinesampaio@ifce.edu.br](mailto:carolinesampaio@ifce.edu.br).

\*\* Magíster en Enseñanza de la Química. Profesor de la Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC/CE). Doctorando de la Rede Nordeste de Ensino (renoen) y del Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Fortaleza, Ceará, Brasil. [alexandre.fabio03@aluno.ifce.edu.br](mailto:alexandre.fabio03@aluno.ifce.edu.br).



y la contextualización como metodologías para trabajar contenidos de contaminación ambiental, ya que contribuyeron a la motivación e interés por el tema abordado. Los resultados mostraron que cuando un determinado tema se desarrolla con el protagonismo del estudiante, el aprendizaje se vuelve más placentero y atractivo. De esta manera, se puede concluir que el ABP asociado a la contextualización de contenidos constituye una metodología que favorece el aprendizaje de manera relevante, ya que fomenta la búsqueda de soluciones transdisciplinarias al trabajar con problemas cotidianos, e incentiva a los estudiantes a aprender y relacionar conocimientos de diferentes áreas.

Palabras clave

aprendizaje basado en problemas; enseñanza; contextualización; contaminación ambiental

### Abstract

This research article aims to present problem-based learning (PBL) as a methodological tool for demonstrating and developing scientific concepts within a didactic sequence aimed at fostering students' skills such as reflection and critical thinking on the topic of environmental pollution. Considered by several authors as one of the most comprehensive active methodologies, PBL focuses on the student and their ability to gain self-awareness through interaction with others. Such methodology can be executed based on phenomena that are part of students' everyday lives. This educational experience was supported by an exploratory descriptive study with a qualitative approach that analyzed the receptivity of a group of students to the presentation and resolution of a problem situation related to their daily lives. The research was conducted in Fortaleza, at the First College of the Military Police of Ceará General Edgard Facó (CPMGEF), which is part of the state's public education network. The methodology was applied to a group of first-year high school students during the first semester of 2022. Studies were conducted on the topic of chemical equilibrium, reading texts about environmental pollution and its relationship with volcanic eruptions in the Permian period, the release of greenhouse gases, and the administration of two questionnaires. The importance of applying PBL and contextualization as methodologies for addressing environmental pollution content was evident, as they contributed to motivation and interest in the topic. The results showed that when a specific topic is developed with student protagonism, learning becomes more enjoyable and engaging. Thus, it can be concluded that PBL associated with content contextualization constitutes a methodology that enhances learning in a meaningful way, promoting the search for transdisciplinary solutions by working with everyday problems and motivating students to learn and relate knowledge from different areas.

Keywords

problem-based learning; teaching; contextualization; environmental pollution

### Resumo

O artigo de pesquisar tem como objetivo apresentar a aprendizagem baseada em problemas (ABP) como uma ferramenta metodológica para demonstrar e desenvolver conceitos científicos dentro de uma sequência didática voltada para habilidades como reflexão e o pensamento crítico dos estudantes sobre o tema da poluição ambiental. Considerada por vários autores como uma das metodologias ativas mais abrangentes, a ABP centra-se no aluno e em sua capacidade de adquirir autoconhecimento por meio da interação com os outros. Tal metodologia pode ser executada com base em fenômenos que fazem parte do cotidiano dos estudantes. Esta experiência educacional foi apoiada por um estudo exploratório descritivo com abordagem qualitativa que analisou a receptividade de um grupo de estudantes à apresentação e resolução de uma situação-problema relacionada à sua vida diária. A pesquisa foi conduzida em Fortaleza, no Primeiro Colégio da Polícia Militar do Ceará General Edgard Facó (CPMGEF), que faz parte da rede de educação pública do estado. A metodologia foi aplicada a um grupo de estudantes do primeiro ano do ensino médio durante o primeiro semestre de 2022. Foram realizados estudos sobre o tema do equilíbrio químico, leitura de textos sobre poluição ambiental e sua relação com erupções vulcânicas do período Permiano, a liberação de gases do efeito estufa e a aplicação de dois questionários.

Evidenciou-se a importância de aplicar a ABP e a contextualização como metodologias para trabalhar o conteúdo de poluição ambiental, pois contribuíram para a motivação e interesse pelo tema abordado. Os resultados mostraram que, quando um determinado tema é desenvolvido com protagonismo do aluno, a aprendizagem se torna mais prazerosa e envolvente. Assim, pode-se concluir que a ABP associada à contextualização de conteúdos constitui uma metodologia que favorece a aprendizagem relevante, pois incentiva a busca de soluções transdisciplinares ao lidar com problemas cotidianos, motivando os alunos a aprender e relacionar conhecimentos de diferentes áreas.

Palavras-chave

aprendizagem baseada em problemas; ensino; contextualização; poluição ambiental

## Introducción

La química comprende un componente que, de acuerdo con la Base Curricular Común Nacional, se incluye en la Educación Básica II y Media (Brasil, 2018). El desarrollo de esta disciplina en el aula debe hacerse de manera que despierte el protagonismo de los estudiantes y contextualice los temas a tratar, con el fin de comprender mejor los cambios sociales (Brasil, 1999). Basar la enseñanza de la química únicamente en la metodología tradicional, en la cual el docente es el protagonista y único poseedor del conocimiento, y transponerla unilateralmente, lleva a los estudiantes a memorizar los contenidos y a un proceso de aprendizaje sin sentido (Narciso Jr. y Jordão, 2005) que construye un ciclo nocivo provocado por la escasa formación de la mayoría de los docentes en el uso de nuevas metodologías en sus prácticas pedagógicas.

Las metodologías activas son entendidas como un conjunto procedimental de enseñanza cuyo objetivo es presentar diversas formas de aprendizaje para desarrollar en el aula, brindando condiciones para que los estudiantes tengan un mayor protagonismo en su aprendizaje (Camargo y Daros, 2018). El uso de metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y la contextualización de contenidos no destruyen las competencias y habilidades relevantes para resolver problemas de química tradicional, especialmente si estos están relacionados con el

uso del conocimiento científico y no solo con el desarrollo de cálculos y ecuaciones (Chassot, 1995; Camargo y Daros, 2018).

La aplicación de metodologías activas durante las clases pretende despertar el protagonismo de los estudiantes, así como sembrar la cultura de la investigación en el ámbito escolar (Munhoz, 2018). Las prácticas pedagógicas desarrolladas con este sesgo, en disciplinas como la química, son de suma importancia (Schnetzler y Santos, 2003). En cuanto al equilibrio químico y la contaminación ambiental, los estudios revelan que las clases se desarrollan con un sesgo más conservador, con una práctica expositiva y sin tener en cuenta los conocimientos previos y la vida cotidiana de los estudiantes (Garriz y Raviolo, 2008; Campelo *et al.*, 2020), haciendo que la enseñanza de este tema sea una tarea aburrida y de poco interés por parte de los estudiantes. El objetivo de esta experiencia educativa fue presentar el aprendizaje basado en problemas asociado a la contextualización de contenidos como recurso metodológico para la presentación y desarrollo de conceptos científicos sobre contaminación ambiental. Específicamente, se planteó un problema, en diferentes situaciones temporales, que involucraba un tema relevante para la vida cotidiana de los estudiantes. El protagonismo de los estudiantes para intentar solucionar el problema planteado hizo más dinámico y didáctico el proceso de enseñanza.

## Fundamentación de la experiencia

### Aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de química

Las metodologías activas consisten en un conjunto de prácticas pedagógicas destinadas a animar a los estudiantes a desempeñar un papel protagonista en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Moran, 2018). Este enfoque de enseñanza se ha difundido cada vez más en las escuelas y universidades de Brasil, con el objetivo de hacer más efectivo el aprendizaje. El objetivo principal de estas metodologías es incentivar a los estudiantes a abandonar la pasividad durante las clases. En este sentido, el aprendizaje basado en problemas (ABP) surge como uno de los enfoques más interesantes en el desarrollo de las prácticas pedagógicas (Moran, 2018). El ABP consiste en una metodología activa que utiliza situaciones problemáticas cotidianas durante las clases para desarrollar los temas a estudiar. En esta línea, Ribeiro (2019) sostiene:

Es esencialmente una metodología de enseñanza-aprendizaje caracterizada por el uso de problemas de la vida real para estimular el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas y la adquisición de conceptos fundamentales en el área de conocimiento en cuestión. (p. 13)

La ABP forma parte de una amplia gama de metodologías activas que buscan el protagonismo del estudiante; aunque comparte similitudes con muchas de ellas, tiene características propias que la distinguen de las demás. Según señala Ribeiro (2019), el

ABP se define como una metodología de enseñanza-aprendizaje en la que se utiliza un problema para iniciar, dirigir, motivar y enfocar el aprendizaje [...]. Esta es la principal característica del ABP y lo que lo diferencia de otras formas de aprendizaje activo, aprendizaje colaborativo y centrado en el estudiante. Otra característica importante del ABP es el hecho de que contempla el trabajo de pequeños grupos de estudiantes facilitados por tutores [...]. Hadgraft y Prpic hacen uso de cinco elementos que consideran esenciales para el ABP (es decir, establecimiento de problemas, capacidad de integración de problemas conceptos de diversas disciplinas, el trabajo en grupo, la existencia de un proceso formal de resolución de problemas y el estudio independiente del alumno) tanto para ayudar a los docentes a diagnosticar sus metodologías de enseñanza-aprendizaje como para servirles de guía para lograr un modelo ideal de ABP. (p. 18)

En el centro de las dificultades presentadas por los estudiantes en el transcurso de la praxis pedagógica, Rohlfs *et al.* (2015) afirman: “Una de las grandes dificultades relacionadas con la enseñanza de la Química es el hecho de que los contenidos se abordan de forma mecanizada y aislada, haciendo que los contenidos sean difíciles y abstractos desde la perspectiva del estudiante” (p. 1).

En este sentido, el uso del aprendizaje basado en problemas contrarresta estos obstáculos, ya que busca convertir al estudiante en protagonista del proceso, además de contextualizar los contenidos abordados. En esta línea, Silva y Bottechia (2016) reconocen algunos aspectos esenciales del ABP:

Es una propuesta en la que el aprendizaje se produce mediante la resolución de problemas con pequeños grupos de alumnos monitorizados en mediación. Los problemas en PBL son abiertos y permiten el aprendizaje contextualizado del contenido científico. De esta forma, el ABP puede contribuir a la enseñanza de la química en la educación básica. (p. 2)

Finalmente, inspirados por el texto de Stuani (2022), podemos destacar que, si bien la idea del protagonismo estudiantil ya estaba vigente en las metodologías originadas en la nueva escuela —corriente de resignificación de la enseñanza que alcanzó su punto máximo en Europa, América y Brasil a mediados del siglo xx—, lo que se vuelve a demostrar es que las prácticas pedagógicas y sus entornos de aprendizaje ya no están bajo el control unilateral de los educadores. Surge así la necesidad de que los docentes aprendan a desempeñar un papel múltiple en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Respecto a esta premisa, Silva (2009) analiza:

Los docentes están asumiendo múltiples roles, debido a la naturaleza del proceso de enseñanza-aprendizaje mediado por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. En este sentido, el docente necesita actuar como una especie de asesor, capaz de presentar caminos, realizar mediaciones pedagógicas, reorientar el enfoque del proceso de enseñanza-aprendizaje. (p. 1)

En este sentido, según Lévy (1999), el papel primordial del docente no puede ser la simple difusión del conocimiento; su competencia debe converger en fomentar el aprendizaje basado en el pensamiento crítico y el protagonismo de los estudiantes.

## Contextualización del contenido en química

La contextualización de los contenidos durante el proceso de enseñanza es un aspecto pedagógico iniciado a partir de la reformulación curricular de la educación básica, de acuerdo con la Ley de Directrices y Bases de la Educación (LDB-9.394/97), que orienta el estudio de las ciencias hacia el contexto cotidiano del estudiante. Este enfoque también se apoya en los Parámetros Curriculares Nacionales (PCN), los cuales promueven la enseñanza de la química a partir de su relación con diversas situaciones cotidianas. Las leyes de directrices y bases de la educación orientan la enseñanza de la química con el propósito de conducir a los estudiantes hacia un conocimiento científico que los inserte socialmente mediante una praxis pedagógica capaz de dar significado a los temas desarrollados en el aula. Según el documento,

es importante presentar al estudiante hechos concretos, observables y medibles, ya que los conceptos que el estudiante trae al aula provienen principalmente de su lectura del mundo macroscópico. (PCNEM, 2009, p. 33)

Sin embargo, se debe considerar que además de contextualizar los contenidos, es necesario estudiar los conceptos formales y técnicos de la disciplina para tener un conocimiento más amplio de la química.

## Sistematización y análisis de la experiencia

### Tipo de estudio

Fue una experiencia educativa respaldada en un estudio exploratorio descriptivo, de naturaleza cualitativa. La elección de una investigación descriptiva se fundamentó en Vergara (2000), quien señala que este tipo de investigación muestra los atributos de una población al correlacionar variables y explicar su naturaleza sin la obligación de explicar los fenómenos descritos, aunque puede servir como base para tal explicación. Según Gil (2010),

la investigación exploratoria tiene como objetivo proporcionar una mayor familiaridad con el problema, a fin de hacerlo más explícito o construir hipótesis [...]. La investigación descriptiva tiene como objetivo primordial la descripción de las características de una determinada población o fenómeno, luego, el establecimiento de relaciones entre variables [...]. Una de sus características más significativas es el uso de técnicas estandarizadas para la recolección de datos, tales como el cuestionario y la observación sistemática. (p. 42)

Así, con base en lo anterior, se optó por la investigación descriptiva-exploratoria para desarrollar esta experiencia educativa, ya que sus parámetros se ajustan a la realidad del lugar y del público destinatario.

### Localización de la investigación y su público objetivo

La investigación se llevó a cabo en Fortaleza, específicamente en el Primer Colegio de la Policía Militar de Ceará General Edgard Facó (CPMGEF), que forma parte de la red de educación pública del estado. La experiencia se realizó con estudiantes de primer año de bachillerato durante el primer semestre del 2022. El estudio se implementó en la clase de la materia electiva Prácticas de Laboratorio en Química, con un grupo de 20 estudiantes del turno matutino. Esta disciplina forma parte del marco diversificado de ejes disciplinares del CPMGEF y articula los elementos de la Base Curricular Común Nacional (BNCC, 2018), con el objetivo de explorar los conocimientos previos de los estudiantes y su aplicación práctica. El enfoque de este curso electivo es promover el desarrollo intelectual de los estudiantes de manera interdisciplinaria, mediante una práctica pedagógica atractiva, creativa e innovadora.

### Situación problema abordada

Se realizaron búsquedas bibliográficas con el fin de investigar los enfoques cotidianos de los conceptos químicos enumerados en el plan de estudios del primer año de la escuela secundaria, de acuerdo con los enfoques de la Base Nacional Común Curricular (BNCC). Después de un extenso análisis, se eligió un artículo sobre las consecuencias de la acidificación de los océanos debido a la

acción volcánica en el periodo Pérmico, y se realizaron comparaciones de este fenómeno con las tasas actuales de CO<sub>2</sub> vertido en la tierra, lo que provoca cambios marcados en el pH de los océanos.

### Selección del artículo utilizado

Para esta experiencia educativa, se seleccionó el artículo “La acidificación de los océanos exterminó la vida marina” (Oliveto, 2015), presente en el capítulo VII del libro de texto *Ser protagonista* (vol. 2) (Bezerra *et al.*, 2016), que es utilizado por los estudiantes de primer año de secundaria de la escuela donde se realizó la investigación. El artículo trata sobre cómo la actividad volcánica del periodo Pérmico influyó en la extinción de parte de la vida terrestre.

La actividad volcánica afectó los mares hace 252 millones de años, causando la mayor extinción masiva en la historia de la Tierra, según muestra un estudio. El descubrimiento alerta a la actualidad, pues el calentamiento global ha generado un efecto similar en el agua. Un planeta rico en biodiversidad, pero que ve amenazadas sus especies por la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Así es la Tierra ahora [...]. En ese momento, una perturbación ecológica, la erupción de un volcán masivo, puso fin a casi toda la vida existente. Desde el siglo pasado, la actividad industrial ha elevado en exceso los niveles de dióxido de carbono. (Oliveto, 2015, p. 01)

Debido a la alta emisión de monóxido y dióxido de carbono durante dichas erupciones, se produjo una acidificación paulatina de los océanos, lo que provocó una drástica reducción de la vida marina: “El mar se volvió más ácido durante mucho tiempo, alrededor de 10 000 años”, informa el científico. Este establece un paralelismo entre la prehistoria mencionada y la actualidad, al reforzar que,

desde el inicio de la revolución industrial, las emisiones de los llamados gases de efecto invernadero han ido creciendo paulatinamente. Por lo tanto, debemos permanecer alerta para evitar una nueva fase de extinción de especies.

El descubrimiento sirve como advertencia [...]. Actualmente, la tasa anual de CO<sub>2</sub> vertido en la Tierra es de 10 gigatoneladas por año. Durante los últimos dos siglos, se han registrado cambios marcados en el pH de los océanos. Según un informe de la Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (CDB), durante este periodo, la acidez ya es un 26 % más alta. (Oliveto, 2015, p. 3)

Así, al tratarse de un artículo presente en los libros de texto de los estudiantes, es de fácil acceso y comprensión, y aborda un tema estudiado por ellos en esa disciplina. Estas características culminaron en su elección para el desarrollo del presente estudio.

### Metodología de evaluación

Para la realización de la práctica, la clase se dividió en 4 grupos de 5 alumnos, siguiendo los principios que sustentan el aprendizaje basado en problemas. Según Lopes *et al.* (2019),

el ABP es una estrategia de instrucción que se organiza en torno a la investigación de problemas del mundo real. Estudiantes y docentes se involucran en analizar, comprender y proponer soluciones a situaciones cuidadosamente diseñadas para garantizar al alumno la adquisición de ciertas competencias previstas en el currículo escolar. Las situaciones son, en realidad, escenarios que involucran a los estudiantes con hechos de su vida cotidiana, tanto en la escuela como en el hogar o en su ciudad. (p. 49)

Según los autores, la aplicación del ABP se puede dividir en tres momentos diferentes. Primer momento: formulación y análisis del problema (identificación de los hechos, generación de hipótesis, identificación de deficiencias). Segundo momento: estudio autodirigido (definición de estrategias, búsqueda de nueva información). Tercer momento: discusión y evaluación, conclusión.

A partir de esta dirección, se enumeraron los siguientes puntos para la formulación de la secuencia didáctica y sus momentos pedagógicos (Delizoicov *et al.*, 2011). Estos se desarrollaron a lo largo de tres semanas, con dos clases hermanadas de 50 minutos cada una.

*Primer momento:* con el objetivo de presentar la metodología y el texto que se utilizará durante las clases.

1. Presentación de la ABP.
2. Lectura del artículo por cada grupo.
3. Lectura y explicación del artículo para toda la clase, a cargo del profesor.

*Segundo momento:* el objetivo fue instigar a los estudiantes a discutir el texto entre ellos y, de esta manera, presentar sus conocimientos previos relacionados con el tema.

1. Discusión con la clase sobre posibles temas de química para abordar en el texto.
2. Discusión en cada grupo para resolver el Cuestionario I.

*Tercer momento:* culminó con un debate sobre el tema tratado, tomando como guía las respuestas de los estudiantes al Cuestionario I.

1. Comparación y discusión de las respuestas al Cuestionario I dadas por cada grupo.
2. Culminación por parte del docente para aclarar dudas persistentes.
3. Resolución del Cuestionario II sobre la metodología aplicada.

Lopes (2019) describe el desarrollo del ABP como un aprendizaje que se da a través de la estimulación de conocimientos preexistentes, los cuales son compartidos en grupos y orientan los momentos de estudio.

El debate planteado confronta los nuevos conocimientos, obtenidos individualmente, con las ideas de los demás miembros del grupo. Evaluar y decidir los mejores caminos son tareas colectivas y, al final, el conocimiento se comparte con todos. Los ciclos de estudio independiente y los momentos colectivos de discusión y evaluación motivan a los estudiantes y crean un ambiente crítico, conduciendo al grupo hacia soluciones más profundas y razonadas. (p. 52)

Al final de la aplicación del ABP, se utilizaron dos cuestionarios con el fin de evaluar el conocimiento de los estudiantes sobre el tema abordado. De acuerdo con Andrade *et al.* (2017), la evaluación es de suma importancia

en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que presenta desafíos para los docentes al alejarse de la práctica tradicional de evaluación y llevar a los estudiantes a ejercer su criticidad y autonomía. En palabras de Lopes (2019),

las destrezas y habilidades evaluadas por el docente son evaluaciones de desempeño, en las que se analizan prácticas de cooperación, comunicación, trabajo en equipo, además de la competencia de cada individuo y grupo para responder, manejar y resolver situaciones-problema presentado. (p. 65)

Según Almeida (2021), el contexto educativo contemporáneo avanza hacia que el estudiante se convierta en protagonista de su propio desarrollo; sin embargo, aún es necesario que las instituciones educativas se enfoquen en la evolución de las habilidades y destrezas de los estudiantes. Con base en el contexto transpuesto en la BNCC (2018), entendemos la competencia como la capacidad para resolver problemas y tomar decisiones correctamente, ya que la habilidad está relacionada con el dominio para llevar a cabo alguna actividad. En este sentido, los cuestionarios evaluativos están dirigidos a:

### Cuestionario I

1. Según el texto, los científicos han identificado indicios de que la actividad volcánica ocurrida hace millones de años habría provocado un aumento de la temperatura global y la acidificación de los océanos. Explica la relación entre la actividad volcánica y las consecuencias señaladas en el texto.
2. Igualar el proceso de disolución del dióxido de carbono en agua y explicar

la influencia de este proceso en el pH del agua de mar.

3. ¿Por qué el autor hace una alerta sobre la situación actual de la tierra y relaciona nuestro presente con las actividades volcánicas que ocurrieron hace 252 millones de años?

Con el fin de evaluar la aplicación del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de la química para el abordaje del tema “contaminación ambiental”, se propuso un segundo cuestionario.

### Cuestionario II

1. Para usted, ¿la problematización del contenido ayudó a comprender con mayor facilidad el tema abordado?
2. ¿La problematización despertó su interés en la clase?
3. ¿Le ayudó el cuestionamiento a darse cuenta de la importancia de este tema en su vida?
4. ¿Le gustaría que las clases de otras disciplinas se desarrollen abordando la problematización de los temas a estudiar?

### Resultados de búsqueda

#### Respuestas al Cuestionario I

A continuación, se presentan las respuestas de los grupos de estudiantes (grupo 01 a grupo 04) al Cuestionario I. Dichas respuestas han sido compiladas y organizadas en tablas para facilitar la comprensión y percepción del lector.

En las tablas 1 a 3 se exponen los resultados obtenidos para cada pregunta del cuestionario:

**Tabla 1. Respuestas grupales a la pregunta 1 del Cuestionario I**

Según el texto, los científicos han identificado indicios de que la actividad volcánica que ocurrió hace millones de años habría provocado un aumento de la temperatura global y la acidificación de los océanos. Explica la relación entre la actividad volcánica y las consecuencias señaladas en el texto.

Grupos	Respuestas
GRUPO 01	La actividad volcánica provocó una mayor concentración de CO <sub>2</sub> , que se disolvió en el agua de mar y generó una mayor acidez y por ende una mayor mortalidad de la vida marina
GRUPO 02	Las acciones volcánicas en el periodo Pérmico provocaron un aumento significativo en la concentración de dióxido de carbono atmosférico. Este gas, al disolverse en agua de mar y lluvia, produjo ácido carbónico en grandes cantidades, lo que generó un ambiente inadecuado para la permanencia, desarrollo y evolución de la mayor parte de la vida marina.
GRUPO 03	Las erupciones volcánicas expulsaron mucho CO <sub>2</sub> , lo que formó una gran cantidad de ácido en el agua que dificultó el desarrollo y acabó con la vida de una gran cantidad de animales marinos en su momento.
GRUPO 04	El CO <sub>2</sub> liberado en las erupciones se disuelve en las aguas de los mares y océanos formando un ácido. La gran cantidad de este ácido en el agua de mar dificulta que la vida marina sobreviva y evolucione, razón por la cual muchos animales y plantas se extinguieron.

Fuente: elaboración propia

**Tabla 2. Respuestas grupales a la pregunta 2 del Cuestionario I**

Igual el proceso de disolución del dióxido de carbono en agua y explique la influencia de este proceso en el pH del agua de mar.

Grupos	Respuestas
GRUPO 01	$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2CO_3$ La presencia de ácido altera el pH del agua de mar a mayor acidez, y perjudica a la fauna y flora marina.
GRUPO 02	$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ La disolución de CO <sub>2</sub> en el agua provoca una mayor concentración de iones H <sup>+</sup> (cationes) que bajan el valor del pH. Esto genera una mayor acidez en el agua de mar e interfiere con la vida marina y la biodiversidad.
GRUPO 03	$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2CO_3$ El dióxido de carbono en el agua genera ácido carbónico que es dañino para el mar debido a su acidez.
GRUPO 04	$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3$ Los iones H <sup>+</sup> formados intensifican la acidez e interfieren en el equilibrio marino, por ejemplo, afectando la constitución de los arrecifes de coral y las conchas de los animales de aguas profundas.

Fuente: elaboración propia

**Tabla 3. Respuestas grupales a la pregunta 3 del Cuestionario I**

¿Por qué el autor hace una alerta sobre la situación actual de la tierra y relaciona nuestro presente con las actividades volcánicas que ocurrieron hace 252 millones de años?

Grupos	Respuestas
GRUPO 01	Porque nuestra sociedad ha utilizado muchos combustibles y máquinas que expulsan mucho CO <sub>2</sub> , lo que puede provocar una gran formación de ácidos que pueden causar los mismos daños que ocurrieron hace millones de años.
GRUPO 02	Porque desde el advenimiento de la revolución industrial, nuestra sociedad ha hecho un uso cada vez mayor de los combustibles fósiles, que en su combustión liberan grandes cantidades de C, CO y CO <sub>2</sub> . Dichas sustancias, al disolverse en las aguas de los océanos, mares, ríos, lagos y lagunas, intensifican la acidez y causan daños a la fauna y flora terrestre. Estos combustibles y las chimeneas de las industrias y fábricas también desprenden nitrógeno y azufre que, junto con los gases de carbono, forman el grupo de los gases de efecto invernadero que aumentan la temperatura de la tierra y provocan los diversos efectos nocivos del efecto invernadero y la lluvia ácida que, además de afectar la naturaleza, dañan monumentos, esculturas, casas, etc.

Grupos	Respuestas
GRUPO 03	Hoy en día también tenemos mucha eliminación de CO <sub>2</sub> por parte de los automóviles y las fábricas. Si no se toman medidas, el clima colapsará y es posible que tengamos la extinción de formas de vida como en el pasado.
GRUPO 04	Porque el desarrollo humano ha traído consigo un mayor uso de automóviles, maquinarias, industrias y fábricas que liberan CO <sub>2</sub> y otros gases a la atmósfera y esto puede provocar mayor acidez en el ambiente y perjudicar las formas de vida actuales y futuras.

Fuente: elaboración propia

## Respuestas al Cuestionario II

A continuación, se enumeran las respuestas de los grupos de estudiantes (grupo 01 a grupo 04) al Cuestionario II. Las respuestas han sido recopiladas y organizadas en tablas para facilitar la comprensión del lector.

En las tablas 4 a 7 se exponen los resultados obtenidos para cada pregunta del cuestionario.

Tabla 4. Respuestas grupales a la pregunta 1 del Cuestionario II

¿Para usted, la problematización del contenido ayudó a comprender con mayor facilidad el tema abordado?	
Grupos	Respuestas
GRUPO 01	Sí. La discusión en grupo nos hace más dispuestos a hablar, a expresar nuestra opinión sin tener demasiado miedo a equivocarnos.
GRUPO 02	Sí, porque de esta forma podemos intercambiar información, discutir en grupo y con el profesor y sacar nuestras conclusiones. Y a veces la duda de otro grupo también puede ser nuestra duda y ponerla en discusión nos ayuda a aprender más porque cuando explicamos algo también estamos aprendiendo.
GRUPO 03	¡Sí, definitivamente!
GRUPO 04	¡Sí, claro! Durante la discusión, a veces dijimos cosas que ni siquiera recordábamos que sabíamos. Es genial recordar y usar lo que hemos aprendido.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Respuestas grupales a la pregunta 2 del Cuestionario II

¿La problematización despertó mayor interés en la clase?	
Grupos	Respuestas
GRUPO 01	Eso sí. La clase fue más animada y llamativa.
GRUPO 02	Sí, porque teníamos más interacción con nuestros amigos y con el profesor. Vimos el tema en un enfoque más práctico, en algo de nuestra vida y de importancia para las generaciones futuras.
GRUPO 03	¡Sí, mucho!
GRUPO 04	¡Muy! Clases como esta son menos aburridas y más fáciles de seguir y ver la utilidad de las materias que estudiamos.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Respuestas grupales a la pregunta 3 del Cuestionario II

¿Le ayudó el cuestionamiento a darse cuenta de la importancia de este tema en su vida?	
Grupos	Respuestas
GRUPO 01	Sí, porque discutimos y analizamos el tema más intensamente y vimos cuán importante es para nuestra vida y para la vida de las generaciones futuras.
GRUPO 02	Sí. Discutir el tema con otros compañeros y analizar las diferentes formas de pensar sobre él nos hizo darnos cuenta de su importancia y presencia en nuestras vidas.
GRUPO 03	¡Sí, bastante!
GRUPO 04	Sí, mucho, porque a veces no nos damos cuenta de que cosas así nos pasan desapercibidas, a veces no nos damos cuenta de que la contaminación de las fábricas e industrias que están lejos nos afecta. La contaminación por CO <sub>2</sub> no está solo en los automóviles, hay muchas otras fuentes de emisiones.

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Respuestas grupales a la pregunta 4 del Cuestionario II

Grupos	Respuestas
GRUPO 01	Sí. Estaría muy bien porque podríamos discutir asuntos y aclarar dudas entre nosotros sin tener vergüenza de equivocarnos y sin tener la presión de tener que acertar siempre.
GRUPO 02	Sí. Abordar los temas de esta manera nos desafía a discutir, investigar, buscar formas de entender y explicar lo que estamos estudiando. Y a la hora de las discusiones estamos aprendiendo y al mismo tiempo enseñando. Esta es una excelente manera para que los maestros rompan con la monotonía del marcador y la pizarra.
GRUPO 03	Sí. ¡Sería muy bueno!
GRUPO 04	Sí. Esta es una buena manera de recordar las cosas que ya hemos estudiado y cómo estas cosas tienen que ver con lo que experimentamos a diario.

Fuente: elaboración propia.

## Discusión

El ABP se caracteriza por ser una metodología orientada hacia el aprendizaje de conocimientos a través de la resolución de situaciones problemáticas. En palabras de Noemí (2019),

el enfoque basado en problemas tiene como principal objetivo fusionar algunos de los principios básicos de la educación, es decir, la teoría y la práctica. Aquí se pretende que el aprendizaje sea más dinámico y simultáneo, haciendo que el estudiante tenga las bases teóricas y las pruebe al mismo tiempo. ABP hace que los estudiantes se involucren mucho más, especialmente al dar paso a otros métodos de enseñanza que difieren mucho de la educación rígida de las aulas tradicionales. Esto capta el interés de la clase y, al mismo tiempo, les ayuda a desarrollar sus conocimientos de manera más integral. El pilar principal del ABP es, por tanto, la organización de la propuesta pedagógica en torno a la resolución de problemas y no con la separación de disciplinas a la que estamos acostumbrados. Además, existe una preocupación por el acto de enseñar teoría y hacer que la clase aplique los contenidos vistos de manera inmediata, fijando los aprendizajes y profundizando en los conceptos. (p. 1)

A partir de la implementación del ABP durante el transcurso de tres semanas de clases, se evidencia que la contextualización y la posterior problematización del tema de la contaminación ambiental constituyeron un conjunto de crucial importancia en el proceso de enseñanza de esta asignatura. Una vez que los estudiantes fueron instigados a discutir y desarrollar la capacidad de buscar respuestas a las preguntas problematizadoras abordadas, se convirtieron en protagonistas del proceso de enseñanza y aprendizaje. La enseñanza basada en el uso de problemas contribuyó a una clase más dinámica y favoreció la motivación y el interés por los temas y por la disciplina en general.

## Percepción de los estudiantes sobre los aspectos químicos del problema planteado en el ABP

El Cuestionario I plantea preguntas más formales sobre la acidificación del agua de mar y la contaminación causada por el exceso de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera. Los resultados señalan una mayor percepción y capacidad de abstracción de los estudiantes en relación con el tema abordado. En todos los grupos de estudiantes se estableció una buena relación entre los gases expulsados durante las erupciones volcánicas y la disminución de la vida marina provocada por la disolución de estos gases en el agua. En este mismo cuestionario, los grupos no solo identificaron correctamente el proceso químico en cuestión, sino que también explicaron cómo se relaciona este proceso con el pH y la acidificación de los mares. La tercera y última pregunta pide a los estudiantes que se den cuenta de una correlación importante entre un evento ocurrido hace millones de años y nuestra vida actual. En este sentido, los grupos son capaces de describir con maestría los impactos provocados por el desarrollo industrial, que culminan en una importante concentración de gases de efecto invernadero en nuestra atmósfera.

El análisis de estos resultados corrobora que el uso de metodologías contextualizadoras favorece una participación más intensa de los estudiantes y los acerca a las discusiones sobre los temas abordados. También evidencia que enseñar ciencia sin considerar la contextualización y problematización de los contenidos puede resultar en un probable rechazo por parte de los estudiantes, lo que dificulta todo el proceso de enseñanza y aprendizaje de los contenidos.

## Percepción de los estudiantes sobre el ABP

Al analizar las respuestas, los estudiantes pueden observar un mejor desarrollo y comprensión de los contenidos tratados, así como una mayor claridad respecto a la presencia e importancia de dichos contenidos en su vida diaria cuando se cuestiona y contextualiza el tema. Además, demuestran una mayor capacidad para representar adecuadamente reacciones químicas y ecuaciones relacionadas con el tema estudiado. Todos los grupos destacaron la problematización y los debates como facilitadores en el proceso de asimilación de contenidos.

De los 5 grupos, todos informaron de una intensificación del interés por la clase tras la aplicación de la metodología, y la problematización fue unánime como factor relevante para percibir la importancia de la asignatura con mayor entusiasmo. En cuanto a la praxis pedagógica, los grupos de alumnos muestran una clara predilección por la contextualización y problematización de los contenidos, ya que de esta forma se facilita la correlación entre la ciencia tratada en el aula y la vida cotidiana.

## Consideraciones finales

Durante la aplicación del ABP y el análisis de los datos obtenidos en esta experiencia educativa, se constató un mayor interés por parte de los estudiantes a partir de la discusión sobre un problema relacionado con la vida cotidiana. Esta observación se fundamentó en el protagonismo de los grupos durante su participación en las discusiones y en la búsqueda de explicaciones a las preguntas planteadas sobre el texto trabajado en la secuencia didáctica, que se dividió en tres momentos:

En el primero, se evidenció una mayor interacción de los estudiantes y un mayor interés por la lectura y la metodología ABP. En el segundo, a través de los argumentos relacionados con la contaminación ambiental, fue posible interactuar con los conocimientos previos de los estudiantes sobre el tema y utilizarlos como puntos de anclaje en el descubrimiento de nuevos conocimientos. En el último encuentro, la problematización del tema alcanzó su punto álgido a través del debate y la comparación entre las respuestas de los grupos. A partir de este tercer momento pedagógico, se espera que los estudiantes sean capaces de establecer asociaciones entre los conceptos estudiados con nuevos temas y problemas que puedan surgir, ya sea en el ámbito escolar o en otras situaciones de la vida cotidiana.

Conforme a las lecturas que sustentaron esta práctica educativa, los estudiantes se mostraron entusiasmados con la búsqueda del conocimiento, desarrollando protagonismo en la investigación y la argumentación.

En esta práctica pedagógica, el enfoque ABP se organizó con los objetivos de apoyar a los estudiantes en la construcción de una base de conocimientos, mejorar la independencia y las habilidades de resolución de problemas, estudiar de manera colaborativa y motivar el aprendizaje.

La situación más cercana al alumno y la que facilita la atribución de sentido y trascendencia a los sujetos del proceso de enseñanza es su vida cotidiana, dado que el alumno, como ser social, se sitúa en un entorno regido por la ciencia y el desarrollo tecnológico.

La práctica pedagógica desarrollada culminó en una estrategia motivadora que favoreció un proceso de enseñanza innovador para los estudiantes que, en ocasiones, se inhiben para desarrollar un papel protagónico y discutir los temas abordados.

El proceso de enseñanza-aprendizaje es complejo y está en constante cambio, relacionado con los más diversos saberes, lejos de ser simple. Por tanto, resulta fundamental consolidar la práctica pedagógica en química realizada con el objetivo de agudizar el interés por los más diversos temas, aunque estos puedan parecer ajenos a la vida cotidiana de los estudiantes.

Así, la contextualización y problematización de contenidos son herramientas metodológicas esenciales para el desarrollo y consolidación de conceptos y pueden ser bien utilizadas en prácticas pedagógicas relacionadas con temas sobre la contaminación ambiental.

## Referencias

- Almeida, C. (2021). *Habilidades e competências: como avaliar?* <https://profse-ducacao.com.br/artigos/habilidades-e-competencias-como-avaliar-em-tempos-de-pandemia/>
- Andrade, M. da S., Faustino, C. y Mendes, M. (2017) *Aprendizagem baseada em problemas: uma proposta de avaliação em cursos de nível superior e médio* (ponencia).

23. □ Congresso Internacional de Educação a Distância. Metodologias Ativas e Tecnologias Aplicadas a Educação, CIAED, ABED.
- Bezerra, L., Lisboa, J., Bruni, A., Nery, A., Liegel, R. y Aoki, V. (2016). *Ser protagonista* (3.º ed.). SM.
- Brasil. (1997). *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, LDB. 9394/1997. Brasil. Resolução CNE/CEB n.º 3/2018, Art. 7, § 2.º
- Brasil. (1999). *Decreto n.º 3276, de 06 de dezembro de 1999*. Regulamenta no âmbito federal, dispositivos da Lei n.º 9394 de 20 de dezembro de 1996, que dispõe sobre a formação em nível superior de professores para atuar na educação básica, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, DF, 07 dez. 1999.
- Brasil. (1999). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, DF, 07 dez 1999. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Média e Tecnológica.
- Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Ministério da Educação.
- Camargo, F. y Daros, T. (2018) *A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo*. Penso.
- Chassot, A. (1995). *Catalisando transformações na educação* (3.º ed.). Unijuí.
- Delizoicov, D., Angotti, J. y Pernambuco, M. (2011) *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. Cortez.
- Garriz, A. y Raviolo, A. (2008). Analogias no ensino do equilíbrio químico. *Química Nova na Escola*, 27, 13-25.
- Gil, A. (2010). *Como elaborar projeto de pesquisa* (5.º ed.). Atlas.
- Lévy, P. (1999). *Cibercultura*. Ed 34.
- Lopes, R., Filho, M. y Alves, N. (2019). *Aprendizagem baseada em problemas. Fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores*. Publiki.
- Mendonça, S. y Silva, T. da S. (2019). *Dificuldades de aprendizagem no ensino de estequiometria: algumas reflexões* (ponencia). Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, CONAPESC.
- Moran, J. (2018). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Penso.
- Munhoz, A. (2018). *Aprendizagem baseada em problemas. Ferramenta de apoio ao docente no processo de ensino e aprendizagem*. Cengage.
- Narciso Jr, J. y Jordão, M. (2005). *Química. Projeto escola e cidadania para todos*. Do Brasil.
- Noemi, D. (2022). *Metodologias inovadoras: entenda o que é a aprendizagem baseada em problemas*. <https://escolasdisruptivas.com.br/metodologias-inovadoras/entenda-o-que-e-a-aprendizagem-baseada-em-problemas/#:~:text=A%20ABP%20faz%20com%20que,conhecimentos%20de%20forma%20mais%20abrangente>
- Oliveto, P. (21 de abril del 2015). Acidificação dos oceanos exterminou vida marinha. *Estado de Minas*. [https://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2015/04/21/interna\\_tecnologia,639583/acidificacao-dos-oceanos-exterminou-vida-marinha.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2015/04/21/interna_tecnologia,639583/acidificacao-dos-oceanos-exterminou-vida-marinha.shtml)
- Pereira, R. de L. y Silva, A. (2014). *Crítica a metodologia tradicional expositiva*. Realize Editora.
- Pontes, A. (2008). *O ensino de química no nível médio: um olhar a respeito da motivação* (ponencia). Encontro Nacional de Ensino de Química, Anais Belém, UEP.

- Ribeiro, L. de C. (2018). *Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino superior*. Edufscar.
- Rodrigues-Silva, T., Rodrigues da Silva, B., Bacelar-Costa, E. y Memória-Campelo, S. (2020). Ensino e aprendizagem sobre poluição ambiental com enfoque CTS: Possibilidades para uma Educação Ambiental. *Revista Educação Básica*, 5(1), 67-86.
- Rohlfes, A., Kroth, A., Foesch, H. y Baccar, N. de M. (2015). *Ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos* (ponencia). Seminário Institucional PIBID-UNISC, Anais. Santa Cruz do Sul.
- Schnetzler, R. y Santos. W. (2003). *Educação em química: Compromisso com a cidadania* (3.ª ed.). Unijuí.
- Silva, I. (2009). *Múltiplos papeis dos professores na educação a distância e práticas de letramento digital*. <http://www2.abed.org.br/congresso2009/CD/trabalhos/252009084314.pdf>
- Silva, M. de S. y Bottechia, J. de A. (2016). Abordagem baseada em problemas na química: uma experiência extensionista na UEG-Formosa. *Revista UFG*, 16(18), 55-68.
- Stuani, P. (21 de enero del 2022). Facilitação em metodologias ativas: o que é, qual a sua importância e como fazer? *Alura*. <https://www.alura.com.br/artigos/facilitacao-metodologias-ativas-o-que-e-sua-importancia-como-fazer>.
- Vergara, S. (2000). *Projetos e relatórios de pesquisa em administração* (3.ª ed.). Atlas.
- Wartha, E., Silva, E. y Bejarano, N. (2013). Cotidiano e contextualização no ensino de química. *Química Nova na Escola*, 2, 84-91.