



# Uso de preguntas, bajo la metodología Aprendizaje Basado en Problemas para enseñar ciencias y producir estrategias didácticas de evaluación

Vargas Guzmán, Carlos<sup>a</sup>, Barahona Aguilar, Oscar<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Carrera de Enseñanza de las Ciencias Naturales – Universidad Estatal a Distancia y Apartado postal 474-2050, San Pedro.

<sup>b</sup>Cátedra Enseñanza de Ciencias Naturales – Universidad Estatal a Distancia y Apartado postal 474-2050, San Pedro.

## ARTICLE INFO

**Received:** 11 January 2023

**Accepted:** 26 March 2023

**Available on-line:** 31 May 2023

**Keywords:** problem-based learning, science education, evaluation strategies

### E-mail addresses:

Vargas Guzmán Carlos  
[carlos\\_vargas@profesores.com](mailto:carlos_vargas@profesores.com)

Barahona Aguilar Oscar  
[obarahona@uned.ac.cr](mailto:obarahona@uned.ac.cr)

ISSN 2007-9842

© 2023 Institute of Science Education.  
All rights reserved

## ABSTRACT

The curricular transformation proposal implemented by the Ministry of Public Education of Costa Rica and the trends of the National Qualifications Framework for education careers supported by CSUCA and ERASMUS-EU project propose the use of the inquiry methodology and problem-based learning (PBL) to teach science, the research was based on a mixed approach and a sequential research design, where a didactic device is developed with a PBL approach that is developed with high school students, then questionnaires and interviews are applied. The results show that the activities implemented arouse an interest in solving the situation from a very real position of the sciences where it is contemplated in market value of scientific programs, as well as knowledge helps to solve situations in different factors of everyday life, highlighting the importance of individual contributions and teamwork where the main challenge is to improve communication and organization of the task where, also the problem as the first step of the scientific method, proved to be the motivation and a real context to perform the assigned work, overcoming the interest in which the resulting qualification of the work.

La propuesta de transformación curricular implementada por el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica y las tendencias del Marco Nacional de Cualificaciones para las carreras de educación apoyado por el CSUCA y proyecto ERASMUS-UE plantean el uso de la metodología indagatoria y el aprendizaje basado en problemas (ABP) para enseñar ciencias, la investigación se basó en un enfoque mixto y un diseño tipo de investigación secuencial, donde se desarrolla un dispositivo didáctico con enfoque de ABP que se desarrolla con estudiantes de secundaria, posterior se aplican cuestionarios y entrevistas. Los resultados muestran que las actividades implementadas despiertan un interés por solucionar la situación desde una postura muy real de las ciencias donde se contempla en valor del mercado de los programas científicos, así como el conocimiento ayuda a resolver situaciones en diferentes factores de la vida cotidiana, resaltando la importancia de los aportes individuales y el trabajo en equipo donde el principal reto es mejorar la comunicación y organización de la tarea donde, asimismo el problema como primer paso del método científico, resultó ser la motivación y un contexto real para realizar el trabajo asignado, superando el interés por la que la calificación resultante del trabajo.

## I. INTRODUCCIÓN

Los nuevos retos de la educación costarricense surgen en buena parte de la globalización, de las nuevas y cambiantes tecnologías y de la necesidad de adaptar la enseñanza a estas circunstancias. En su propósito de desarrollarse, el país ha solicitado su ingreso a la OCDE desde el año 2015, y en la parte que tiene que ver con la educación participa de las

pruebas PISA desde el año 2009. Las pruebas PISA requieren de nuevas habilidades para enfrentar la evaluación y según los últimos resultados, Costa Rica ocupa el tercer lugar de Latinoamérica, pero se ubica por debajo del promedio de la OCDE (BBC, 2019).

De importancia para este trabajo son los resultados en ciencias, que su la última participación (2018) obtuvo un puntaje de 416 y lo ubicó en el puesto 60 entre 79 países participantes (May, 2019). En el caso de las pruebas Pisa de Ciencias, es importante mencionar que, aunque Costa Rica ocupó el cuarto lugar en comparación con los países latinoamericanos, lo cierto es que ningún país de Latinoamérica alcanzó el promedio de la OCDE, que se ubica en 489 puntos. Para responder a esta situación, el Ministerio de Educación Pública ha propiciado la implementación de lo que ha denominado Educación para la Nueva Ciudadanía, dentro del marco de la transformación curricular que se produce desde el año 2016. Los planteamientos, la fundamentación, así como la mediación pedagógica propuestas son congruentes con los nuevos retos ya que al igual que la evaluación propuesta por la OCDE, la persona educadora se convierte en un facilitador y la persona estudiante en el en centro del proceso de construcción del conocimiento.

## II. MARCO TEÓRICO

### II.1. La transformación Curricular y el Aprendizaje basado en problemas

Transformar implica cambiar o sustituir una forma de enseñar por otra y para lograrlo es necesario establecer las diferencias entre estas formas y en el papel de los actores implicados en el proceso de enseñanza aprendizaje, así como en las actividades y roles de las personas docentes y de las personas estudiantes (Kenley, 1999).

Este método de caracterización por diferenciación se utilizó en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y en las principales áreas observadas se hicieron evidentes y se reflejan a ciencia cierta las diferencias entre la metodología que usa actualmente en el país y la metodología propuesta en este trabajo. La tabla 1 muestra las diferencias entre ambas metodologías.

**TABLA I.** El aprendizaje en los sistemas convencionales y en el ABP.

Elementos del Aprendizaje	En el aprendizaje convencional	En el Aprendizaje Basado en Problemas
Responsabilidad de generar el ambiente de aprendizaje y los materiales de enseñanza.	Es preparado y presentado por el profesor.	La situación de aprendizaje es presentada por el profesor y el material de aprendizaje es seleccionado y generado por los alumnos.
Secuencia en el orden de las acciones para aprender.	Determinadas por el profesor.	Los alumnos participan activamente en la generación de esta secuencia.
Momento en el que se trabaja en los problemas y ejercicios.	Después de presentar el material de enseñanza.	Antes de presentar el material que se ha de aprender.
Responsabilidad de aprendizaje.	Asumida por el profesor.	Los alumnos asumen un papel activo en la responsabilidad de su aprendizaje.
Presencia del experto.	El profesor representa la imagen del experto.	El profesor es un tutor sin un papel directivo, es parte del grupo de aprendizaje.
Evaluación.	Determinada y ejecutada por el profesor.	El alumno juega un papel activo en su evaluación y la de su grupo de trabajo.

Nota: Según (Escribano, 2018)

El contraste de los sistemas de aprendizaje se deja ver con claridad en el cambio en la función de la persona docente y de la persona estudiante. Por lo tanto, en conformidad con la transformación curricular, resulta de suma importancia realizar los cambios en la forma de enseñar ya que la persona docente debe estar consciente de que la nueva mediación pedagógica debe ser orientada al desarrollo de habilidades.

Como resultado, la didáctica no se enfoca únicamente en la evaluación de conocimientos o verificación de objetivos de aprendizaje como tradicionalmente se ha hecho. Así mismo, la persona docente es el protagonista del

cambio y por lo tanto debe tener claro cuál es su función y cuál es el papel de las personas estudiantes en esta nueva forma de enseñar.

Las Pruebas FARO que se están implementado corrigen esta situación, porque en esta nueva forma de evaluar las personas estudiantes presentan una prueba de ciencias con contenidos de las tres disciplinas (Física, Química y Biología). Se debe aclarar que hay una reducción de los contenidos ya que en dichas pruebas se incluyen únicamente los contenidos que corresponden a décimo año en los colegios académicos diurnos. Por lo tanto, la intencionalidad en el nuevo modelo de enseñanza aprendizaje, y de la evaluación mediante las pruebas FARO, es medir las habilidades y no los contenidos y la reducción de contenidos no es una limitante sino más bien, permite implementar estrategias remediales en el último año académico. Las pruebas FARO mediante el uso de preguntas y problemas contextualizados, vivenciales y que fomenten el aprendizaje de habilidades y el aprendizaje continuo resultan coherentes con la política curricular (Gutiérrez, 2019).

También hay un cambio en el objetivo del proceso de enseñanza aprendizaje y es el resultado esperado, que ahora se centrará en el desarrollo de habilidades para la vida. Por habilidad se entiende, una capacidad que la persona estudiante aprende para hacer frente a una problemática que enfrenta en su vida real, con el propósito de dirigir su autoaprendizaje y que le permite desarrollarse de forma integral (Ministerio de Educación Pública, 2015).

#### 2.4 Dimensiones y habilidades de aprendizaje.

Las habilidades propuestas en la transformación curricular se agrupan en las siguientes cuatro dimensiones (MEP, 2015):

- 1) Maneras de pensar: Estas habilidades se refieren al desarrollo intelectual de la persona estudiante e implican el desarrollo de la creatividad, de la resolución de problemas mediante la innovación y de la producción del conocimiento.
- 2) Formas de vivir en el mundo: Agrupa habilidades que tiene que ver con la convivencia en un mundo globalizado y multicultural, por lo que implica el desarrollo de habilidades en las relaciones con otras personas y grupos de personas, así como en la forma de planificar su vida futura.
- 3) Formas de relacionarse con otros: Aunque es similar a la anterior, la diferencia estriba en que se refiere a la comunicación, en un contexto de trabajo que se desarrolla en equipo (colaborativo).
- 4) Herramientas para integrarse al mundo: Estas habilidades se relacionan con el manejo de las nuevas tecnologías y la forma de utilizar la información, que se pone a disposición y la forma en que este conocimiento permite a la persona estudiante integrarse de forma satisfactoria al mundo globalizado actual.

En la nueva propuesta del MEP, estas habilidades no se desarrollan de forma separada en las diferentes asignaturas del programa, sino más bien de forma integral y simultánea. Las falencias en el desarrollo de habilidades correspondientes a una de las dimensiones interfieren de forma negativa en otras dimensiones.

## II.2. Características de situaciones en el aprendizaje basado en problemas

Las principales características del problema a utilizar en la metodología ABP son las siguientes (Restrepo, 2005):

- 1) El problema debe ser relevante. Esto significa que la persona estudiante comprende que su solución tiene que ver con alguna situación de la vida real en la que se requiere una solución novedosa o mejor a la que se está usando en la actualidad. Sin embargo, no se pueden descartar otros tipos de contextos que forman parte de los intereses de la persona estudiante, por ejemplo, un problema que se relacione con situaciones que quizás no son de comunidad o entorno inmediato pero que despiertan su interés.

De acuerdo con la definición de contexto entendido como el “conjunto de circunstancias que rodean una situación y sin las cuales no se puede comprender correctamente” (Oxford Languages, 2021), se puede deducir que es posible utilizar situaciones reales del entorno en que vive la persona estudiante. También es posible utilizar otros contextos que no son parte de su entorno inmediato pero que le resultan familiares y atractivos y que se pueden plantear en la práctica docente, entre ellos tenemos:

- ✓ Las practica de laboratorio y las demostraciones: Estas situaciones ponen a la persona estudiante en contacto directo con una experiencia que se convierte en la base para resolver un problema real que afecte su vivencia o convertirse en la base para explicar una gran variedad de problemas que surgen en la vida moderna, como en la industria y la problemática de la contaminación.

- ✓ Los medios electrónicos y el internet: Los vídeos de experimentos con reacciones Químicas que no se pueden observar directamente en el entorno de la persona estudiante ya sea por la falta de los reactivos y/o las instalaciones adecuadas, son insumos que pueden obtenerse fácilmente de internet. Un ejemplo de este importante contexto se presentó el año pasado, cuando ante la necesidad de continuar con la materia de laboratorio del denominado “Proyecto de Acercamiento de la Educación Media y Superior a Través de la Química por medio de la Química”, la Universidad Nacional de Costa Rica implemento una serie de laboratorios virtuales en las que las personas estudiantes realizaban experimentos en su hogar fundamentados en vídeos y explicaciones encontrados en internet y la posterior resolución de los informes de laboratorio. Los participantes en este proyecto son estudiantes de colegio y la aceptación de su parte fue generalmente muy buena. Estas fuentes son ilimitadas, sin embargo, es la persona docente el que aporta el criterio de uso de estas de acuerdo con las habilidades que se pretende desarrollar.
- ✓ Noticias sobre ciencia y actualidad científica: Algunos temas de la ciencia tienen amplia cobertura en los medios de comunicación masiva y llaman la atención de la mayor parte de la población. Por ejemplo, se pueden plantear contextos de aprendizaje que identifiquen problemas relacionados con los viajes espaciales.

En este caso los problemas se pueden relacionar con aspectos como cantidad de oxígeno necesaria para mantener con vida a los tripulantes de una misión espacial, o de la estación espacial, la forma de almacenarlo y los cálculos estequiométricos que la obtención del oxígeno conlleva usando como base la ecuación Química de la fotosíntesis, o de otra ecuación Química que sea factible y que produzca oxígeno tal como la descomposición electrolítica del agua. Luego se puede plantear la problemática de la eliminación del dióxido de carbono del aire que respiran los astronautas, basándose en una reacción Química con una sustancia que elimina este gas del ambiente.

Otra rica fuente de problemas contextualizados tiene que ver con el cambio climático y la reducción de la producción de dióxido de carbono, conocido gas de efecto invernadero. Esto se puede hacer partiendo de los cálculos estequiométricos de la ecuación de combustión de la gasolina (del octano específicamente) y compararlo por ejemplo con los resultados que se obtendrían al usar hidrógeno como combustible, también a partir de una ecuación Química.

En el contexto científico nacional ha recibido mucha cobertura el trabajo del doctor Franklin Chang Díaz y el motor de plasma. Desde los materiales utilizados en su fabricación, hasta los cálculos sobre el consumo de combustible de un motor químico y contrastarlo con el funcionamiento de un motor de plasma, al tiempo que se analiza el uso que se daría a esta tecnología.

Existe toda una interconexión de conocimientos de diferentes áreas del saber en el desarrollo de este proyecto. Por ejemplo, el sistema de enfriamiento del motor y los materiales que se utilizan son fuentes ricas de problemas que se pueden ubicar en un contexto conocido, aunque no inmediato.

Otra fuente de problemas que se pueden utilizar son los materiales que se usan en el hogar, porque si bien es cierto que hay una gran variedad de materiales que forman parte del entorno inmediato de la persona estudiante, la forma en que se obtienen a partir de las materias primas es prácticamente desconocida. Por ejemplo, se usan muy a menudo metales como el aluminio o el hierro, pero se desconoce su obtención a partir de los minerales que representan la materia prima. Nuevamente se dispone de una gran variedad de fuentes de problemas potencialmente atractivos para la persona estudiante.

- 2) El problema debe tener cobertura. Los contenidos y habilidades que la persona estudiante ya posee deben darle los elementos necesarios para comprender el problema y para planear y proponer una solución. A este respecto, el ABP permite detectar las deficiencias en estas bases y sirve como herramienta de diagnóstico y como base para las acciones requeridas para la nivelación y el aprendizaje significativo. Inclusive, la solución del problema puede darle a la persona estudiante la motivación necesaria para solventar esas deficiencias debido a que eventualmente puede ver esas habilidades y aprendizajes en un contexto práctico, útil y no simplemente como teoría sin aplicación en su contexto.
- 3) El problema debe ser complejo. A este respecto hay dos aspectos a considerar, el primero es que el problema debe ser planteado de forma que permita la colaboración entre todos los integrantes del grupo de trabajo. El trabajo en equipo resulta eficaz no por el hecho de fraccionar el trabajo sino más bien por requerir la interacción de todos en sus diferentes roles, algo que no es común en la enseñanza tradicional que habitualmente favorece el trabajo individual. El segundo aspecto para considerar es el carácter interdisciplinario del problema. Esto significa que implica que el problema puede no tener una solución única y que requiere de los conocimientos de varias disciplinas, por lo que estos problemas son la base para trabajos que implican a varias disciplinas y funcionan también como insumos para el uso de ejes transversales.

A este respecto se debe procurar que la persona estudiante visualice las implicaciones que la solución que propone tiene en diferentes aspectos de su vida presente y futura, así como de los elementos que necesita para su solución.

La evaluación de estos trabajos debe evidenciar aspectos del trabajo de cada uno de los integrantes del grupo y también del grupo como un conjunto. Ahora bien, existen variantes con respecto a la forma de implementar esta metodología en el aula. Una de ellas se conoce como el Método de los nueve pasos, de la Academia de Matemáticas y Ciencias de Illinois. De acuerdo con este método, una vez formados los grupos de entre seis y ocho estudiantes, el profesor o el grupo de trabajo, nombran un coordinador, que es la persona estudiante encargado de dar la palabra y de procurar la mayor participación posible y un moderador, que es el encargado de tomar nota de los aportes relacionados para la resolución del problema. En algunas etapas el trabajo se reparte y se realiza de forma individual, especialmente en lo que respecta a la recolección de la información pertinente. Los pasos de esta forma de trabajo del ABP se resumen de la siguiente manera (Restrepo, 2005):

- 1) Preparación para el trabajo. En esta etapa opcional se les recuerda a las personas estudiantes la forma de trabajo y se les da la motivación para el trabajo en equipo.
- 2) Presentar el problema: Este paso es fundamental para despertar el interés y para dar al problema la importancia y el contexto necesarios para que resulten atractivos para la persona estudiante.
- 3) Hacer un recuento de lo que ya se sabe sobre el problema y determinar lo que se necesita para enfrentarlo de la mejor manera.
- 4) Generar posibles formas de abordar y solucionar el problema de forma que todos los integrantes del grupo aporten sus ideas y opiniones.
- 5) Plantear el problema de forma concreta y clara.
- 6) Buscar información útil para resolver el problema y compartirla con el equipo de trabajo.
- 7) Valorar los aportes que generan las posibles soluciones al problema de forma objetiva.
- 8) Evaluar el desempeño en el proceso.
- 9) Resumir la experiencia alcanzada al resolver el problema.

Cabe destacar que, en este método, la persona docente es un recurso que está disponible para ser consultado o para orientar y corregir sobre la marcha cuando lo considere necesario. El protagonismo del proceso de aprendizaje recae en la persona estudiante y en el trabajo en equipo que desarrolle de forma guiada y coordinada con sus compañeros.

### II.3. Tipos de preguntas utilizados en la enseñanza de las ciencias

Sánchez (2017) clasifica las preguntas que se usan en ciencias utilizando las siguientes categorías con el objetivo de lograr aprendizajes significativos, duraderos y aplicables a situaciones nuevas:

**Comprensión:** Este tipo de preguntas puede tener varias respuestas correctas, requieren de la aplicación de un concepto, que lleva sin lugar a duda a las respuestas.

**Creativas:** Estas preguntas requieren que la persona estudiante genere una respuesta original, una idea innovadora. Este tipo de preguntas se plantea de forma abierta.

**Fácticas:** Requieren de recordar información o datos, son preguntas de respuesta cerrada.

A su vez estas categorías se subdividen de la siguiente manera, en preguntas de:

**Evaluación:** Este tipo de pregunta busca una respuesta (solución, justificación, argumentación, o juicio) que se emite de acuerdo con las normas que las personas estudiantes generan.

**Aplicación:** La pregunta requiere de la transferencia de conocimientos del aula al entorno o viceversa. Se utilizan los contenidos para alcanzar una solución al problema o situación planteada.

**Interpretación:** Requieren una respuesta en la que la persona estudiante establezca relaciones entre hechos, definiciones, generalizaciones. También debe establecer comparaciones, ordenamiento y de relaciones causa y efecto.

**Análisis:** La pregunta se contesta mediante las inferencias de la persona estudiante sobre la forma en que se relacionan las diferentes variables que afectan el problema o viceversa.

**Síntesis:** La respuesta requiere que la persona estudiante presente el problema planteado como un todo o conjunto y establezca luego las relaciones con las partes del problema, presentando toda la información obtenida. (Sánchez I. , 2017)

Si bien estas categorías se utilizan por el autor en una metodología conocida como Aprendizaje basado en Preguntas, tiene un objetivo en común con el Aprendizaje Basado en Problemas: la participación de la persona estudiante en la generación del conocimiento para lograr aprendizaje significativo.

Este es el punto de partida de la metodología ABP en el que el problema planteado en forma de pregunta debe reunir las características planteadas en los apartados anteriores, a saber, relevancia, cobertura y complejidad (Restrepo, 2005).

En la metodología ABP resulta de suma importancia la adecuada utilización de las preguntas, debido la solución de un problema contextualizado es la base de esta metodología y los problemas se plantean en forma de pregunta.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **III.1. Contexto**

Considerando las nuevas tendencias educativas y los procesos de transformación curricular que se presentan en Costa Rica hacia el desarrollo de habilidades para el siglo XXI y ante un escenario que ha prevalecido por más de 60 años de educación mecanicista y conductista. Se deben abordar nuevas estrategias que permitan que los contextos educativos estén más en sintonía con los cambios la sociedad aceleradamente y se tomen con el mejor optimismo y resiliencia posible. Para ello la metodología de ABP ofrece una dinámica muy productiva que va ayudar a visionar diferente los procesos de aprendizaje en el aula en la institución donde se realiza.

#### **III. 2. Mediación pedagógica**

El tema de estudio está orientado en la estequiometría y como se puede aplicar el aprendizaje basado en problemas donde se pretende fomentar adecuados planteamientos de preguntas que resulten interesantes y realistas para los estudiantes con el fin de plantear retos de resolución.

De esta manera la persona docente diseña una situación a resolver, la cual consiste en viajes espaciales y los insumos necesarios para la vida por ejemplo oxígeno y como se trata los gases como el dióxido de carbono, se muestra a los estudiantes tres posibles maneras de solventar la situación y posterior se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál de estas tres opciones utilizaría para regular la cantidad de CO<sub>2</sub> de la nave de tal forma que el viaje sea exitoso?

Asimismo, los procesos de solución deben implicar los siguientes factores 1) Rendimiento de la reacción. 2) Pureza del reactivo. 3) Cambios en la actividad física de los viajeros. 4) Otros que resulten de su propuesta de solución. Como parte del trabajo se considera los aspectos colaborativos, el tiempo de solución y de investigación de fuentes confiables.

#### **III.3 Metodología**

La metodología empleada para estudiar el uso de preguntas, aprendizaje basado en problemas para enseñar ciencias y producir estrategias didácticas de evaluación se basó en un enfoque mixto con un tipo de investigación secuencial. Para este trabajo se aplicó la guía didáctica utilizando ABP con dos grupos de estudiantes, el primer grupo está cursando de manera extracurricular en curso de Química General en la Universidad y el segundo grupo únicamente reciben las clases de química de la institución de secundaria.

Los instrumentos de investigación utilizados corresponden a una encuesta que se realiza con el grupo de estudiantes que participan el curso de química general de la Universidad Nacional de Costa Rica (U.N.A) que son 12 estudiantes y al grupo que lleva únicamente química en la institución de secundaria que son en total 41 estudiantes. La entrevista consta de preguntas estructuradas y semiestructuradas sobre la experiencia de la estrategia metodológica empleada. Asimismo, responden un cuestionario con preguntas enfocadas en su desempeño, valoración de la metodología y sugerencias de mejora.

También se utilizarán observaciones de clase. Este procedimiento consiste en registrar de forma clara y ordenada de conductas observables en el período de tiempo en que se realizan las observaciones (Hernández & Mendoza, 2018). La primera observación se realiza con los estudiantes que cursan química general de la universidad y la segunda observación se realizará al grupo regular durante una actividad que se diseña y evalúa bajo la metodología ABP.

La tercera observación se realizará en un grupo mixto, en este caso se le dará libertad de escoger la forma en que van a resolver el problema, el objetivo de esta última observación es comprobar si las personas estudiantes que

usaron la metodología ABP en el primer grupo la prefieren y si incluso la comparten con sus compañeros que no la han usado anteriormente.

La validación de los instrumentos se llevará a cabo mediante el criterio de la validez de expertos que se define como el “grado en que aparentemente un instrumento mide la variable en cuestión de acuerdo con voces calificadas” (Hernández & Mendoza, 2018, pág. 235). Los instrumentos serán valorados utilizando una entrevista a cuatro personas docentes del contexto, dos de ellos del área de ciencias, uno de idiomas y otro de matemáticas.

Las categorías de análisis obtenidas de los objetivos de la investigación con el fin de estudiar estos procesos de formación y desarrollo de las habilidades de una forma más sistemática en la comprensión del fenómeno.

**TABLA II.** Descripción de las categorías de análisis.

Categorías de Análisis	Subcategorías de Análisis
Método ABP (Aprendizaje Basado en Problemas).	Uso de preguntas en la enseñanza en la metodología ABP.
	Uso de preguntas en la evaluación de acuerdo con la metodología ABP.
Enseñanza y aprendizaje de la Química.	Uso de la metodología ABP en función de la excelencia académica y sólida formación científica.
	Uso de la metodología ABP para generar conocimientos y fomentar el desarrollo de valores universales de solidaridad, respeto y servicio
Uso de preguntas en el aprendizaje de la Química.	Tipos de preguntas
	Diseño de preguntas
	Enseñanza a partir de interrogantes.
Enseñanza de la estequiometría.	Conocimientos previos de estequiometría como base para implementar el ABP.
	Uso de la metodología ABP en la enseñanza de la Química.
Nueva modalidad curricular.	Estructura curricular.
	Congruencia evaluativa.
	Entornos educativos.
Metodología ABP en estequiometría	Didáctica de la Química.
	Aprendizaje de la estequiometría.
	Mediación pedagógica.

#### IV. RESULTADOS y DISCUSION

En la siguiente tabla se analiza cómo aplicar la metodología de ABP genera nuevos conocimientos de esta forma las personas estudiantes

**TABLA III.** Aprendizajes nuevos adquiridos durante la actividad realizada.

Categoría	Frecuencia	Grupo	Prioridad		Ejemplos representativos
			1°	2°	
1) Nuevos conocimientos técnicos sobre el tema del problema.	25	UNA	3	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendí los métodos que utilizan los astronautas para generar oxígeno y aprendí que el litio forma un papel importante en este proceso, cosa sobre la cual no tenía ni idea.</li> <li>• Aprendí que existen reacciones Químicas capaces de deshacerse del dióxido de carbono en una nave, también otro aprendizaje que obtuve fue que pude entender algunos de los factores que afectan los cálculos de un viaje espacial.</li> <li>• Aprender la posibilidad de eliminar el CO<sub>2</sub> en el espacio.</li> </ul>
		Regular	5	12	
2) El valor de mercado de	24	UNA	4	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El costo y la complejidad de ir al espacio.</li> <li>• El precio de un kilogramo de hidróxido de potasio y un estimado</li> </ul>

los programas científicos.		Regular	11	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>de lo que cuesta un viaje espacial.</li> <li>Aprendí lo caro que es hacer viajes al espacio y nosotros no tomamos en cuenta muchos factores que aumentarían el precio.</li> </ul>
3) Aspectos relacionados con la modalidad de trabajo utilizada.	21	UNA	3	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Me gustó mucho la investigación que tuvimos que hacer para encontrar datos como precios. Además, el trabajo en equipo ya que todas pudimos trabajar en algo diferente.</li> <li>A buscar en internet de manera en la que encuentre información fiable y correcta y a analizar bien las preguntas que me hacían.</li> <li>Entender mejor la estequiometría y para los usos cotidianos en la vida.</li> </ul>
		Regular	10	6	
			Prioridad		
Categoría	Frecuencia	Grupo	1°	2°	Ejemplos representativos
4) La complejidad de los problemas reales relacionados con los viajes espaciales.	9	UNA	2	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lo complicado que es mandar una persona al espacio y también la cantidad de precisión que se le da a estos viajes.</li> <li>Aprendí acerca de la toma de decisiones y el uso de la estequiometría en un contexto imperfecto; es decir, la realidad.</li> <li>Aprendí cuán grande es la complejidad de ir al espacio ya que no dimensionaba tantos cálculos y adquirí el poder usar el raciocinio químico en la vida cotidiana.</li> </ul>
		Regular	0	4	

La tabla IV muestra como los criterios que se categorizaron en razón de como el tema de estequiometría es un contenido útil es muchos aspectos de la vida cotidiana.

**TABLA IV.** Utilidad de la estequiometría para resolver situaciones de la vida real.

Categoría	Frecuencia	Grupo	Prioridad		Ejemplos representativos
			1°	2°	
1) La estequiometría se puede aplicar para resolver problemas en otras áreas de la vida cotidiana.	58	U.N.A	8	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sí, la estequiometría es útil porque resulta en muchos avances científicos. Sin la estequiometría no podemos bucear ni ir a la Luna</li> <li>Sí. en especial para problemas de laboratorio y en verdad hasta para respirar está haciendo el uso de estequiometría.</li> <li>Yo diría que si podría funcionar para resolver situaciones en la vida real porque se pueden resolver problemas para ver cuanta cantidad de algún tipo de mineral o incluso para saber cuánta cantidad de oxígeno se ocupa para ir mucho más abajo en el océano.</li> </ul>
		Regular	24	21	
2) La estequiometría resultó útil para resolver el problema planteado.	16	U.N.A	4	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pues sí, me sirve para calcular el rendimiento necesario para una actividad y por no ser muy complicado.</li> <li>Si, sería muy útil porque me ayudo a encontrar los datos necesarios para realizar mi viaje y no es muy complicado.</li> </ul> <p>Sí. Me sirve para conocer si es posible realizar alguno de estos viajes y para poder tener una idea clara de todo lo que vamos a estar utilizando y cómo va a ser todo el proceso.</p>
		Regular	3	5	



La tabla V resalta aspectos que se evidenciaron en razón de la evaluación del ABP desde la perspectiva de los estudiantes

**TABLA V.** Aspectos novedosos y útiles de la evaluación de las actividades de ABP.

Categoría	Frecuencia	Grupo	Prioridad		Ejemplos representativos
			1°	2°	
1) Aspectos relacionados con la metodología ABP referentes al proceso y el trabajo en equipo.	42	UNA	7	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Me pareció novedoso que realicemos un trabajo en grupo para un problema real que le podría servir a alguien de verdad. También nos permite buscar en grupo todo lo necesario para poder llegar a una respuesta.</li> <li>• El poner a prueba a las personas estudiantes para realizar un trabajo fuera de su zona de confort y darles opciones para que puedan decidir cuál de estas puede ser la mejor.</li> <li>• Haber trabajado en grupo ya que fortalece el trabajo en equipo y haber podido escoger las respuestas que nosotros consideráramos necesarias y correctas.</li> </ul>
		Regular	14	13	
2) Aproximación a un contexto cotidiano del quehacer científico en la solución de problemas.	13	UNA	2	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El hecho de poder escoger entre distintas ecuaciones Químicas y resolverlas distintas para ver cuál se adaptaba mejor a la situación.</li> <li>• La evaluación es útil ya que se parece a un proyecto de un trabajo.</li> <li>• Usar temas que nunca hemos visto y que no sabíamos cómo el tema de los astronautas.</li> </ul>
		Regular	4	4	
3) El valor del trabajo en equipo para solucionar el problema.	9	UNA	3	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El trabajo en equipo en un proyecto tan grande y con dificultad que resultó que el trabajo fuera más fácil de realizar y el problema que se puede ver en vida real.</li> <li>• El análisis del problema y el trabajo en equipo</li> <li>• El trabajo en equipo y la búsqueda de información.</li> </ul>
		Regular	3	2	
4) Conocimientos teóricos de estequiometría.	6	UNA	0	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuántas plantas se ocupan para eliminar el CO<sub>2</sub> y como los diferentes elementos pueden ayudar a eliminarlo.</li> <li>• Como saber el uso de gramos a moles de diferentes sustancias y ecuaciones.</li> <li>• El uso de la estequiometría</li> </ul>
		Regular	3	3	

La tabla VI resalta aspectos que las personas estudiantes indican relacionado con los procesos de evaluación del ABP.

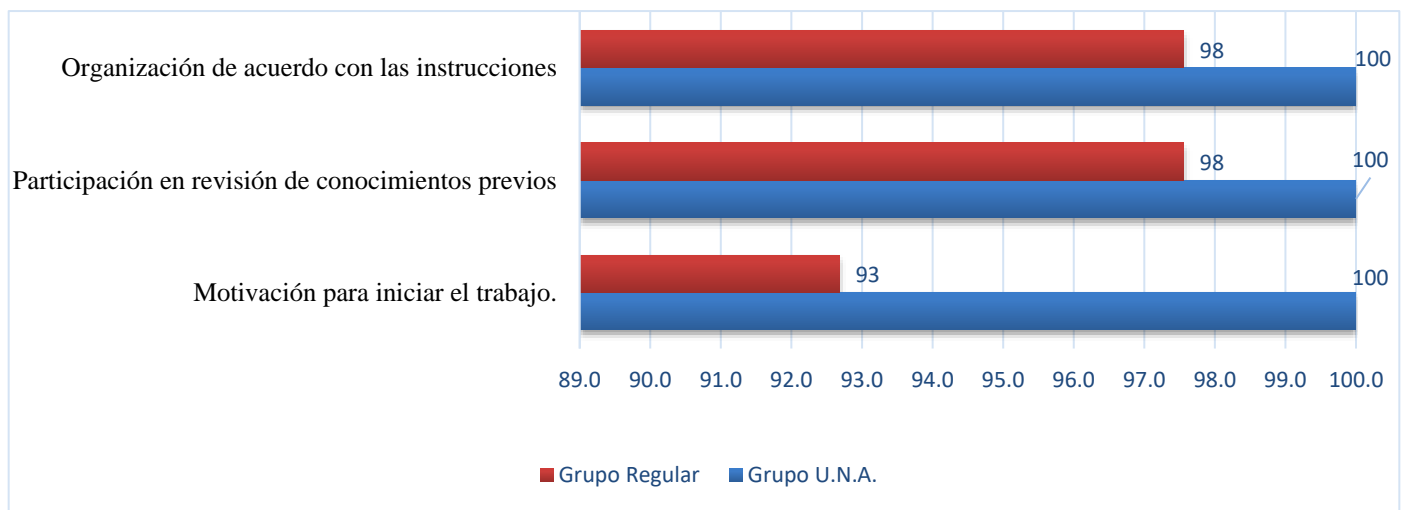
**TABLA VI.** Sugerencias para la evaluación de las actividades de aprendizaje.

Categoría	Frecuencia	Grupo	Prioridad			Ejemplos representativos
			1°	2°	3°	
1) Aspectos relacionados con la entrega y el formato del trabajo (orden, limpieza, etapas, puntualidad, trabajo completo y otros similares).	39	UNA	4	4	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo completo, trabajo hecho a tiempo, trabajo ordenado/legible.</li> <li>• Una presentación linda, limpia y clara del trabajo, tanto en las páginas como en la presentación.</li> <li>• Orden, conocimiento del tema (poder explicar el tema en una forma resumida y clara).</li> </ul>
		Regular	8	10	8	

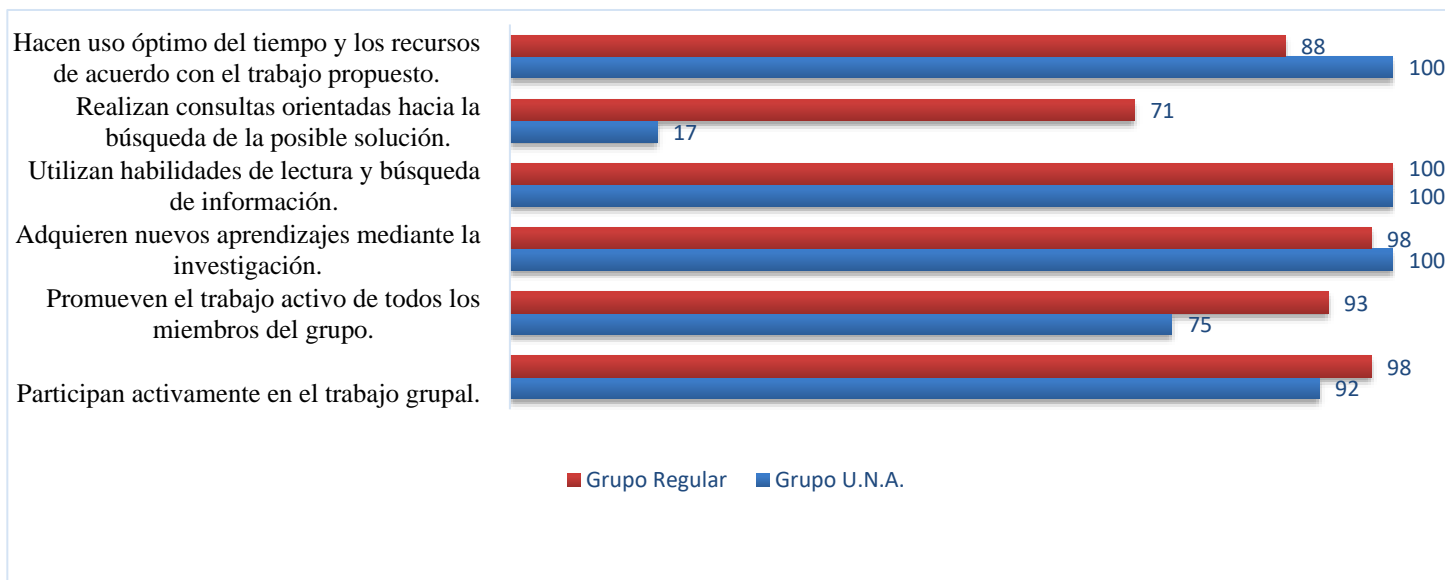
2) Los resultados obtenidos, así como conocimientos y habilidades.	33	UNA	3	3	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>El cálculo correcto de los ejercicios y el razonamiento lógico en cuanto a tomar una decisión.</li> <li>Desarrollo del ejercicio, definición de los datos presentados y resultado final.</li> <li>Pensamiento crítico, respuestas acertadas.</li> </ul>
		Regular	7	8	8	
3) El desempeño del equipo de trabajo.	22	UNA	2	1	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organización, convivencia del grupo y resultados en general.</li> <li>Trabajo en equipo, originalidad, posible aplicación en la vida real.</li> <li>Trabajo grupal, creatividad y respuestas.</li> </ul>
		Regular	4	6	6	
4) Habilidades personales como la creatividad, la originalidad, la actitud y la motivación.	16	UNA	1	2	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Creatividad para resolver las preguntas, trabajo en equipo, y originalidad.</li> <li>Creatividad para resolver el problema.</li> <li>Me gustaría que se evaluara la creatividad, la explicación y el orden.</li> </ul>
		Regular	8	4	1	

A continuación, se presentan figuras relevantes del cuestionario que se aplicó a las personas estudiantes.

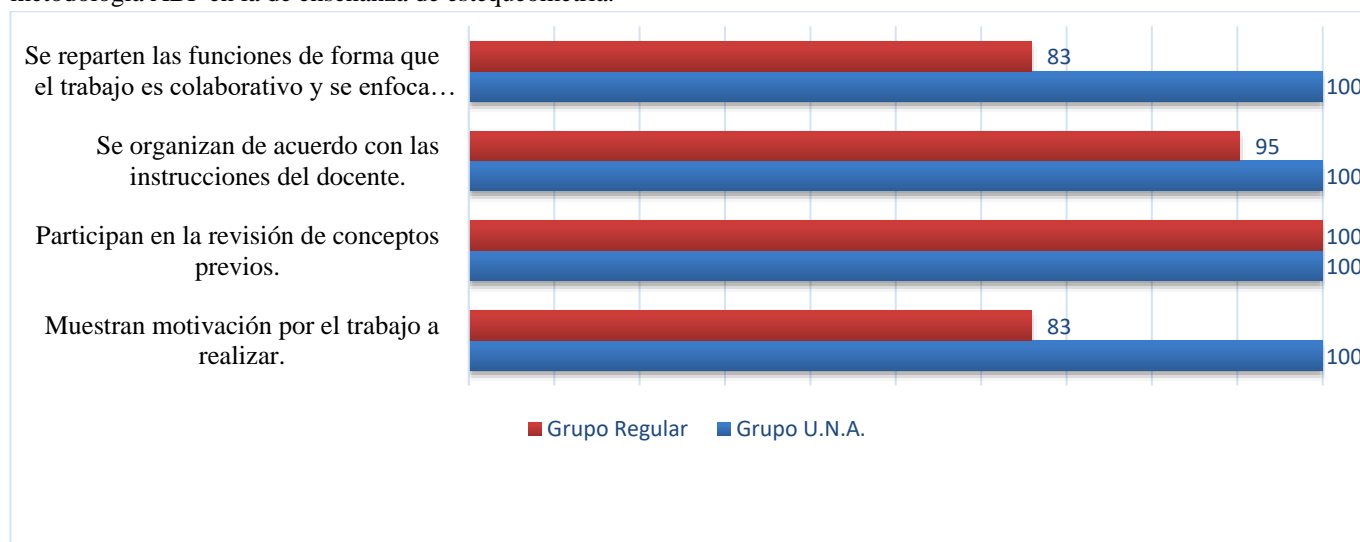
**FIGURA 1.** Muestra aspectos previos que las personas estudiantes consideran relevantes para poder efectuar adecuadamente la metodología tradicional de enseñanza de estequiometría.



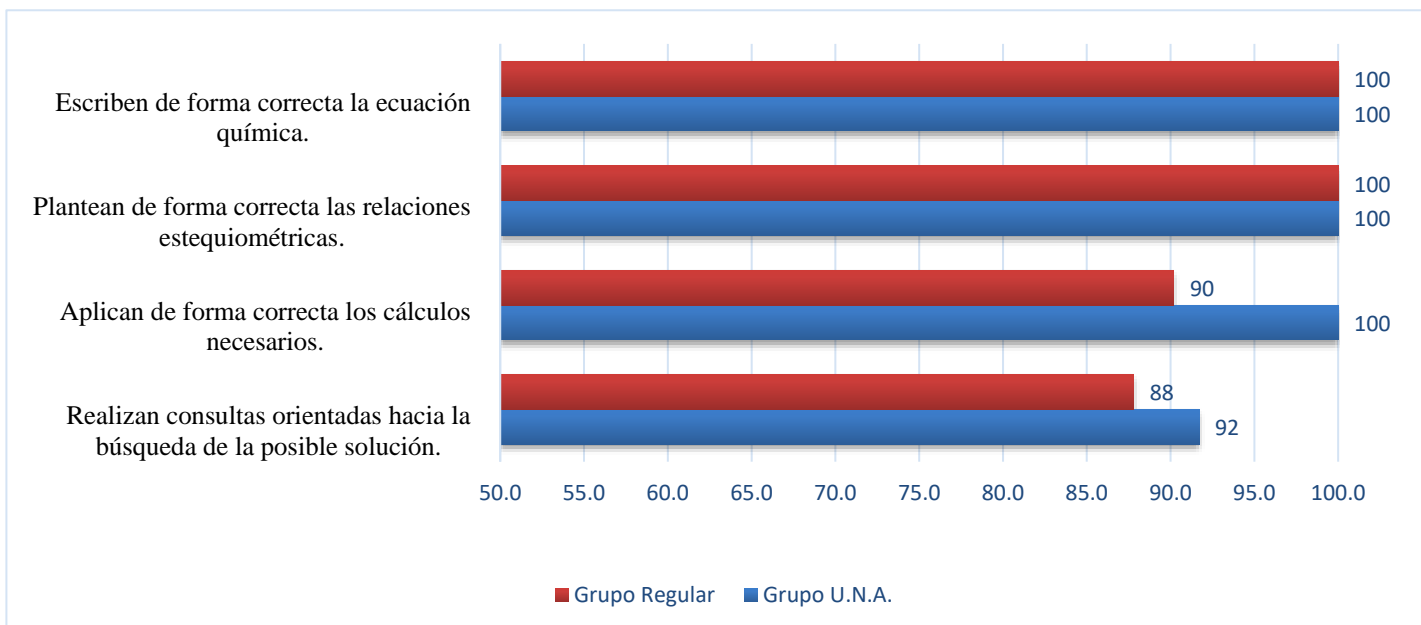
**FIGURA 2.** Muestra habilidades que las personas estudiantes identifican que desarrollaron cuando aprenden estequiometría desde una enseñanza tradicionalista.



**FIGURA 3.** Muestra aspectos previos que las personas estudiantes consideran relevantes para poder efectuar adecuadamente la metodología ABP en la de enseñanza de estequiometria.



**FIGURA 4.** Muestra aspectos aspectos observados sobre la resolución del problema con la aplicación de conocimientos técnicos de la estequiometria



## V. DISCUSIÓN

Asociado a la tabla III Los aportes a esta consulta muestran que la mayor parte de las personas estudiantes adquirió conocimientos nuevos en lo referente al tema del trabajo, los viajes espaciales. Esto se nota en una de las respuestas relevantes que menciona lo siguiente: aprendí que existen reacciones Químicas capaces de deshacerse del dióxido de carbono en una nave, también otro aprendizaje que obtuve fue que pude entender algunos de los factores que afectan los cálculos de un viaje espacial. La frecuencia en esta categoría es de 25, aunque solamente ocho veces se menciona con prioridad uno. Se menciona con mayor frecuencia en el grupo regular, aunque la proporción es mayor en el grupo UNA, considerando el tamaño más pequeño del grupo. Este hecho muestra que la metodología ABP resultó práctica para que el aprendizaje de la estequiometría no fuese un fin en sí mismo, sino una herramienta para adquirir nuevos conocimientos de un área relacionada con la Química.

La segunda categoría fue el costo de mercado de los programas científicos, con una frecuencia de 24 y mencionada con prioridad uno en 15 ocasiones. Una de las respuestas relevantes menciona lo siguiente aprendí lo caro que es hacer viajes al espacio y nosotros no tomamos en cuenta muchos factores que aumentarían el precio.

La persona estudiante hace alusión al hecho de que el trabajo de investigación se centraba en un único aspecto (eliminar el dióxido de carbono del aire que respiran los astronautas) sin tomar en cuenta el diseño, fabricación, mantenimiento, alimentación y otros que evidentemente también tiene un costo económico. Esta categoría resultó muy innovadora porque muestra que permitió a las personas estudiantes valorar el costo económico que se implica la investigación científica, esto les permitió ir más lejos que la aplicación de los conocimientos del tema de estequiometría y comprender una de aristas fundamentales del mundo real: el financiamiento.

La tercera categoría en surgir fue la relacionada con la modalidad de trabajo ABP, con una frecuencia de 21 y una frecuencia de 13 con prioridad uno.

En la tabla IV los datos que corresponden a esta pregunta indican 41 respuestas positivas y una negativa, la respuesta negativa es aportada por un estudiante del grupo regular. La categoría que plantea la utilidad de la estequiometría para resolver problemas en áreas diferentes a la del problema planteado se presenta con una frecuencia de 52, esta es la frecuencia más alta registrada en este cuestionario y de manera similar presenta una frecuencia también alta en la prioridad uno, con un valor de 32. Ambos grupos coinciden en esta valoración. De esto se deduce que las personas estudiantes comprendieron el valor del conocimiento y su utilidad en el mundo en que se desenvuelven, trascendiendo de esta forma el problema usado en el ejercicio. Lo anterior se nota en uno de los aportes que menciona lo siguiente: sí, la estequiometría es útil porque resulta en muchos avances científicos. Sin la estequiometría no podemos bucear ni ir a la Luna.

La otra categoría que surgió se relaciona con la utilidad de la estequiometría para resolver el problema planteado. En esta categoría es importante destacar que todos los grupos utilizaron la estequiometría de forma correcta, hicieron los cálculos adecuados de acuerdo con la flexibilidad que les permite esta metodología de aprendizaje. La frecuencia de esta categoría es de 16 y la frecuencia de la prioridad uno es siete, por lo que se nota que este no fue el aspecto más importante que destacan con respecto a la utilidad de la estequiometría.

De los datos anteriores se destaca que las personas estudiantes interiorizaron los conocimientos de tal manera que comprendieron que su utilidad va más allá que el trabajo realizado en el aula.

En la tabla V la primera categoría muestra que para las personas estudiantes resultó novedosa es la evaluación del proceso de forma grupal. La frecuencia de esta categoría es de 42 y como prioridad uno se presenta con una frecuencia de 21. En ambos grupos analizados se muestran tendencias similares, tanto de ser la categoría con mayor frecuencia como la de la proporción en ubicarla como prioridad uno.

Resulta importante mencionar que este aspecto es muy significativo debido a que no es la primera vez que trabajan en grupo, porque lo hacen en la materia de Química y en otras materias, lo que perciben como novedoso es que se les evalúe el procedimiento y las etapas que realizan como parte de un procedimiento colectivo cuyo objetivo es solucionar el problema. Uno de los aportes significativos menciona lo siguiente: me pareció novedoso que realicemos un trabajo en grupo para un problema real que le podría servir a alguien de verdad. También nos permite buscar en grupo todo lo necesario para poder llegar a una respuesta.

Se nota en este aporte que la persona estudiante tuvo como objetivo la solución final que sin duda se obtuvo a partir del trabajo colaborativo del grupo. En el caso de la metodología tradicional las personas estudiantes esperan que se les asigne una nota o un puntaje parcial, en el caso de este trabajo, la revisión de los cálculos estequiométricos y todo lo que ello implica (la escritura y balanceo de la ecuación Química, la escritura correcta de las fórmulas Químicas y el establecimiento de las proporciones correctas con sus respectivas masas molares) no era un fin en sí mismo, más bien eran percibidos como una etapa necesaria para cumplir el verdadero objetivo.

La segunda categoría en ser percibida como novedosa en la evaluación tiene que ver con la aproximación a un contexto cotidiano del quehacer científico en la solución de problemas. Esta categoría se presenta con una frecuencia de 13 y como prioridad uno con una frecuencia de seis. La frecuencia de esta categoría es mucho menor que la de la primera, sin embargo, resulta muy importante que se presentara debido a que muestra que un grupo importante de personas estudiantes comprendió que el trabajo científico no implica solo cálculos (como en el caso de la estequiometría) sino que es necesario del trabajo de grupos de personas y de toma de decisiones. Es novedosa en la evaluación porque tradicionalmente lo que se mide, no tiene una aplicación que las personas estudiantes perciban como una situación real, y por lo tanto centran su atención en los valores numéricos que obtienen en cada etapa. Uno de los aportes menciona que la evaluación resultó novedosa por el hecho de poder escoger entre distintas ecuaciones Químicas y resolverlas para ver cuál se adaptaba mejor a la situación y este hecho es muy común en el quehacer científico (toma de decisiones).

La tercera categoría, en orden de frecuencia descendente y mencionada como novedosa, es el valor del trabajo en equipo para solucionar el problema. Esta categoría se presenta con una frecuencia de nueve y de seis como prioridad uno. Lo que se deduce de esta categoría es el hecho de que estas personas estudiantes comprendieron que es indispensable el trabajo en equipo para realizar el trabajo asignado. Lo anterior se hace evidente en la mención que hace una persona estudiante, con respecto a esta categoría, al indicar que el trabajo en equipo en un proyecto tan grande y con dificultad que resultó que el trabajo fuera más fácil de realizar.

De esta manera, las personas estudiantes reconocen la importancia de la evaluación del trabajo en equipo, pero orientada a los aspectos que contribuyan a encontrar la respuesta, y no únicamente al aporte de fragmentos o partes de la solución hechos de forma individual. Esta categoría es congruente con el planteamiento de los problemas en la metodología ABP está diseñado de tal forma que el trabajo a investigar sea colaborativo y por lo tanto para que exista una evaluación del grupo de trabajo antes que la evaluación de cada individuo por separado.

Usando la metodología tradicional puede ocurrir que los integrantes del grupo de trabajo se repartan tareas aisladas, por ejemplo, puede ser que una de las personas estudiantes se encargue de buscar la información y de escribir las referencias bibliográficas, mientras que otro se encarga de los cálculos estequiométricos y así sucesivamente con cada aspecto a evaluar. Al final el grupo presenta un trabajo que se califica con una rúbrica que asigna puntaje a cada aspecto solicitado. Si cada estudiante hace bien su parte, al final el grupo obtendrá una buena calificación.

Lo anterior, a pesar de que la mayoría de ellos no hizo y posiblemente tampoco verificó los cálculos y por lo tanto no adquirió o al menos no verificó la adquisición de las habilidades necesarias para resolver el problema. En contraste con este ejemplo, esta categoría mencionada por las personas estudiantes indica que en realidad trabajaron de forma colectiva en la solución del problema y que les pareció importante y novedoso que se les evaluara de esa forma.

La categoría de menor frecuencia es la que tiene que ver con la evaluación de los conocimientos teóricos de estequiometría. Esta categoría presenta una frecuencia de seis y como prioridad uno con una frecuencia de tres. Es destacable notar que en el grupo UNA la frecuencia es cero y por lo tanto hay una diferencia significativa en los aportes de los dos grupos observados.

La tendencia general muestra que este aspecto no resultó relevante y esto es muy importante de destacar en la línea de investigación de este trabajo. En la metodología ABP el objetivo que se persigue es la adquisición de habilidades antes que la de conocimientos. Evaluar la teoría de la estequiometría no fue percibido como importante ni en frecuencia ni en prioridad lo que muestra que la actividad logró el propósito de utilizar las habilidades como herramientas y no como la finalidad de la evaluación.

Aunque solo aparece tres veces como prioridad uno, es interesante que en uno de estos aportes se nota que la evaluación de la teoría de la estequiometría fue percibida como directamente relacionada con el problema a resolver, en este aporte la persona estudiante menciona que resultó novedoso y útil que se evaluara con respecto a cuántas plantas se ocupan para eliminar el  $\text{CO}_2$  y como los diferentes elementos pueden ayudar a eliminarlo.

Es importante destacar que, ninguna de las personas estudiantes del grupo UNA menciona esta categoría como novedosa o útil, y la explicación tiene que ver con evaluación que hace la UNA y con la preparación que reciben las personas estudiantes. Las personas estudiantes de este grupo están acostumbradas a resolver ejercicios en los que se les presenta un problema contextualizado, en el que la estequiometría (o los cálculos en general) es utilizada como una herramienta para encontrar la respuesta. Por lo anterior, para estas personas no resulta novedosa esta categoría.

En la tabla VI la primera categoría muestra que para las personas estudiantes resultó novedosa es la evaluación del proceso de forma grupal. La frecuencia de esta categoría es de 42 y como prioridad uno se presenta con una frecuencia de 21. En ambos grupos analizados se muestran tendencias similares, tanto de ser la categoría con mayor frecuencia como la de la proporción en ubicarla como prioridad uno.

Resulta importante mencionar que este aspecto es muy significativo debido a que no es la primera vez que trabajan en grupo, porque lo hacen en la materia de Química y en otras materias, lo que perciben como novedoso es que se les evalúe el procedimiento y las etapas que realizan como parte de un procedimiento colectivo cuyo objetivo es solucionar el problema. Uno de los aportes significativos menciona lo siguiente: me pareció novedoso que realicemos un trabajo en grupo para un problema real que le podría servir a alguien de verdad. También nos permite buscar en grupo todo lo necesario para poder llegar a una respuesta.

Se nota en este aporte que la persona estudiante tuvo como objetivo la solución final que sin duda se obtuvo a partir del trabajo colaborativo del grupo. En el caso de la metodología tradicional las personas estudiantes esperan que se les asigne una nota o un puntaje parcial, en el caso de este trabajo, la revisión de los cálculos estequiométricos y todo lo que ello implica (la escritura y balanceo de la ecuación Química, la escritura correcta de las fórmulas Químicas y el establecimiento de las proporciones correctas con sus respectivas masas molares) no era un fin en sí mismo, más bien eran percibidos como una etapa necesaria para cumplir el verdadero objetivo.

La segunda categoría en ser percibida como novedosa en la evaluación tiene que ver con la aproximación a un contexto cotidiano del quehacer científico en la solución de problemas. Esta categoría se presenta con una frecuencia de 13 y como prioridad uno con una frecuencia de seis. La frecuencia de esta categoría es mucho menor que la de la primera, sin embargo, resulta muy importante que se presentara debido a que muestra que un grupo importante de personas estudiantes comprendió que el trabajo científico no implica solo cálculos (como en el caso de la estequiometría) sino que es necesario del trabajo de grupos de personas y de toma de decisiones. Es novedosa en la evaluación porque tradicionalmente lo que se mide, no tiene una aplicación que las personas estudiantes perciban como una situación real, y por lo tanto centran su atención en los valores numéricos que obtienen en cada etapa. Uno de los aportes menciona que la evaluación resultó novedosa por el hecho de poder escoger entre distintas ecuaciones Químicas y resolverlas para ver cuál se adaptaba mejor a la situación y este hecho es muy común en el quehacer científico (toma de decisiones).

La tercera categoría, en orden de frecuencia descendente y mencionada como novedosa, es el valor del trabajo en equipo para solucionar el problema. Esta categoría se presenta con una frecuencia de nueve y de seis como prioridad uno. Lo que se deduce de esta categoría es el hecho de que estas personas estudiantes comprendieron que es indispensable el trabajo en equipo para realizar el trabajo asignado. Lo anterior se hace evidente en la mención que hace una persona estudiante, con respecto a esta categoría, al indicar que el trabajo en equipo en un proyecto tan grande y con dificultad que resultó que el trabajo fuera más fácil de realizar.

De esta manera, las personas estudiantes reconocen la importancia de la evaluación del trabajo en equipo, pero orientada a los aspectos que contribuyan a encontrar la respuesta, y no únicamente al aporte de fragmentos o partes de la solución hechos de forma individual. Esta categoría es congruente con el planteamiento de los problemas en la metodología ABP está diseñado de tal forma que el trabajo a investigar sea colaborativo y por lo tanto para que exista una evaluación del grupo de trabajo antes que la evaluación de cada individuo por separado.

Usando la metodología tradicional puede ocurrir que los integrantes del grupo de trabajo se repartan tareas aisladas, por ejemplo, puede ser que una de las personas estudiantes se encargue de buscar la información y de escribir las referencias bibliográficas, mientras que otro se encarga de los cálculos estequiométricos y así sucesivamente con cada aspecto a evaluar. Al final el grupo presenta un trabajo que se califica con una rúbrica que asigna puntaje a cada aspecto solicitado. Si cada estudiante hace bien su parte, al final el grupo obtendrá una buena calificación.

Lo anterior, a pesar de que la mayoría de ellos no hizo y posiblemente tampoco verificó los cálculos y por lo tanto no adquirió o al menos no verificó la adquisición de las habilidades necesarias para resolver el problema. En contraste con este ejemplo, esta categoría mencionada por las personas estudiantes indica que en realidad trabajaron de forma colectiva en la solución del problema y que les pareció importante y novedoso que se les evaluara de esa forma.

La categoría de menor frecuencia es la que tiene que ver con la evaluación de los conocimientos teóricos de estequiometría. Esta categoría presenta una frecuencia de seis y como prioridad uno con una frecuencia de tres. Es destacable notar que en el grupo UNA la frecuencia es cero y por lo tanto hay una diferencia significativa en los aportes de los dos grupos observados.

La tendencia general muestra que este aspecto no resultó relevante y esto es muy importante de destacar en la línea de investigación de este trabajo. En la metodología ABP el objetivo que se persigue es la adquisición de habilidades antes que la de conocimientos. Evaluar la teoría de la estequiometría no fue percibido como importante ni en frecuencia ni en prioridad lo que muestra que la actividad logró el propósito de utilizar las habilidades como herramientas y no como la finalidad de la evaluación.

Aunque solo aparece tres veces como prioridad uno, es interesante que en uno de estos aportes se nota que la evaluación de la teoría de la estequiometría fue percibida como directamente relacionada con el problema a resolver, en

este aporte la persona estudiante menciona que resultó novedoso y útil que se evaluara con respecto a cuántas plantas se ocupan para eliminar el CO<sub>2</sub> y como los diferentes elementos pueden ayudar a eliminarlo.

Es importante destacar que, ninguna de las personas estudiantes del grupo UNA menciona esta categoría como novedosa o útil, y la explicación tiene que ver con evaluación que hace la UNA y con la preparación que reciben las personas estudiantes. Las personas estudiantes de este grupo están acostumbradas a resolver ejercicios en los que se les presenta un problema contextualizado, en el que la estequiometría (o los cálculos en general) es utilizada como una herramienta para encontrar la respuesta. Por lo anterior, para estas personas no resulta novedosa esta categoría.

Relacionado con la Figura 1 y la Figura 2, la observación de clase permite deducir que la gran mayoría personas estudiantes reconocen que el tema les permitió adquirir aprendizajes nuevos y que utilizaron habilidades de investigación para poder resolverlo. En este conjunto de observaciones se muestra una diferencia notable en las consultas que realizan las personas estudiantes. Las personas estudiantes del grupo UNA apenas realizaron consultas, lo que se refleja el bajo porcentaje para este aspecto (17%) mientras que las consultas fueron más frecuentes en el grupo regular en donde se presentan con un porcentaje significativamente más alto (71%).

Lo anterior es una consecuencia de la preparación adicional de las personas estudiantes del grupo UNA, de su costumbre de buscar soluciones a problemas que exigen más análisis y también porque en ese momento en que se acercaba una prueba parcial del proyecto. También se nota una diferencia en el aspecto que tiene que ver con promover el trabajo activo de todos los integrantes del grupo, en este aspecto hay un porcentaje menor en el grupo UNA (75%), mientras que en el grupo regular el porcentaje es un poco mayor (93%) y esto se da porque en este trabajo las personas estudiantes mostraron la tendencia a verificar los resultados con sus compañeros, en lugar de trabajar en conjunto para obtenerlos.

Asociado con la figura 3, los aspectos previos todas las personas estudiantes del grupo UNA se organizan de acuerdo con las instrucciones, participan de la revisión previa de conceptos y se muestran motivados a realizar la actividad. Esto se justifica porque estas personas estudiantes ya están acostumbradas a la solución de problemas que requieren mucho esfuerzo y también al trabajo colaborativo. El grupo regular muestra alguna diferencia en los porcentajes y se explica porque es una metodología nueva y desconocida (al menos en la materia de Química), y la actividad es más larga y compleja, lo que reduce en algún grado la motivación.

En la figura 4, las diferencias en lo referente a los aspectos técnicos no son significativas. Esto se puede interpretar en términos del uso de los conocimientos técnicos como herramienta y no como un fin en sí mismo, lo que confirma la interiorización de los conocimientos por parte de las personas estudiantes de ambos grupos.

La comprensión del tema y las soluciones propuestas muestran que si bien el grupo de personas estudiantes del grupo UNA resolvió de forma más rápida la parte técnica (cálculos estequiométricos) y además demostró estar más familiarizado con el trabajo grupal.

Las diferencias en los resultados obtenidos y la valoración del trabajo realizado son muy similares a las del grupo regular. La diferencia se basa en el hecho de la preparación adicional que reciben y en la evaluación rigurosa que habitualmente enfrentan en los procesos de medición de los aprendizajes de parte del proyecto de la UNA.

Las personas estudiantes del grupo UNA realizaron más consultas debido en gran parte al interés por obtener una respuesta correcta, en este caso resultados numéricos.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y dentro del contexto en que se realizó este trabajo, la metodología ABP demuestra ser apropiada para la enseñanza de la estequiometría, conforme a la nueva propuesta educativa del M.E.P. La metodología ABP contiene en su planteamiento elementos compatibles con el método indagatorio de la propuesta educativa del M.E.P. y también se relaciona con las habilidades correspondientes a las dimensiones a desarrollar mediante la enseñanza de la Química.

El uso de preguntas contextualizadas utilizadas como el problema a resolver bajo la metodología ABP, o el problema como primer paso del método científico, resultó ser la motivación más importante para realizar el trabajo asignado por parte de las personas estudiantes, mayor inclusive que la calificación resultante de la evaluación. Este aspecto es relevante debido a que habitualmente la calificación es el aspecto más importante para las personas estudiantes, conforme a la metodología tradicional.

Las preguntas también se utilizaron para plantear opciones de respuesta, lo que implicó la adquisición de nuevos conocimientos además de los estrictamente técnicos y propios de la estequiometría. La metodología ABP favoreció el trabajo colaborativo debido al interés mostrado por las personas estudiantes y a la complejidad del

problema planteado, lo que determinó la distribución de tareas y la discusión de cada una de las etapas realizadas. Las preguntas se plantearon de tal forma que su propósito no fuera evaluar un resultado (evaluación sumativa) sino más bien evaluar el proceso y el trabajo colaborativo realizado.

La metodología ABP permitió la evaluación por parte de las personas estudiantes del propio trabajo realizado y esto resultó en una reflexión de su participación y también en la valoración de la actividad, aportando de esta forma sus opiniones y sugerencias, esto es congruente con la metodología empleada, centrada en la persona estudiante y no en la persona docente. De acuerdo con lo anterior, las sugerencias aportadas por las personas estudiantes se centraron en aspectos propios de la actividad, entre ellos, los contenidos, la presentación y la evaluación y no mencionan al docente. Sin embargo, en las mejoras solicitadas a la evaluación del proceso se notó la tendencia a evaluar el producto antes que el proceso, lo que es un claro signo de la costumbre a ser evaluados con el sistema tradicional.

## REFERENCIAS

- Álvarez, H. (2020). El Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia didáctica-evaluativa. *UNED Research Journal*, Vol 12(2).
- BBC. (03 de diciembre de 2019). Pruebas PISA: qué países tienen la mejor educación del mundo (y qué lugar ocupa América Latina en la clasificación). Pruebas PISA: qué países tienen la mejor educación del mundo (y qué lugar ocupa América Latina en la clasificación).
- Escribano, A. (2018). *El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP: Una propuesta metodológica en Educación Superior*. Madrid, España: NARCEA, S.A de Ediciones.
- Gutiérrez, E. (24 de abril de 2019). Acontecer Digital. Pruebas FARO: una alternativa de evaluación para las Pruebas Nacionales Bachillerato: <https://www.uned.ac.cr/acontecer/a-diario/gestion-universitaria/3511-pruebas-faro-una-forma-alternativa-de-evaluacion-para-las-pruebas-nacionales-de-bachillerato>
- Hamodi, C., V, L., & A, L. (2015). Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior. *Perfiles educativos*, 37(147), 146-161. <https://doi.org/DOI:10.1016/j.pe.2015.10.004>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cualitativa, cuantitativa y mixta*. México: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V.
- Kenley, R. (1999). AUBEA CONFERENCE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY SYDNEY. Problem Based Learning: Within a Traditional Teaching Environment: [HTTP://WWW.ARBLD.UNIMELB.EDU.AU/~KENLEY/CONF/PAPERS/RK\\_A\\_PL.HTM](HTTP://WWW.ARBLD.UNIMELB.EDU.AU/~KENLEY/CONF/PAPERS/RK_A_PL.HTM)
- Mamani, J. (2017). *El Aprendizaje Basado en Problemas - Laboratorio en el área de ciencia, tecnología y ambiente con los estudiantes del IES Gran Unidad Escolar San Carlos*. Tesis para optar por el grado de Licenciado en Educación. Puno, Perú.
- May, S. (03 de Diciembre de 2019). Costa Rica no mejora en resultados de las Pruebas PISA 2018. *Delfino.cr*.
- MEP. (2015). *Fundamentación Pedagógica de la Transformación Curricular*. Retrieved 22 de marzo de 2021, from <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/documentos/transf-curricular-v-academico-vf.pdf>
- MEP. (2016). *Informe Nacional de Rendimiento y Niveles de Desempeño - Bachillerato de la Educación Formal*. Retrieved 28 de marzo de 2021.
- MEP. (2018). *¿Qué es PISA? Dirección de Gestión y Evaluación de la Calidad*: <http://www.dgec.mep.go.cr/deac/pisa/que-es-pisa>



- MEP. (27 de Julio de 2022). Dirección de Evaluación de la Calidad MEP. <https://dgec.mep.go.cr/direccion/informacion>
- Ministerio de Educación Pública. (2015). <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/documentos/transf-curricular-v-academico-vf.pdf>
- Ministerio de Educación Pública Costa Rica. (2021). [faro-guia-tecnica-secundaria-2.pdf](https://www.mep.go.cr/sites/default/files/documentos/faro-guia-tecnica-secundaria-2.pdf). [mep.go.cr](https://www.mep.go.cr).
- Ministerio de Educación Pública de Costa. (2017). Programa de estudio de Química. San José, Costa Rica.
- Nair, S. S. (2020). "Revitalizing Education through Problem based Learning Practices.". *Shanlax International*, vol. 9, no. 1, 2020, pp 109-117.
- Oxford Languages. (2021). <https://languages.oup.com/google-dictionary-es/>. Retrieved 13 de 05 de 2021, from <https://languages.oup.com>.
- Restrepo, B. (2005). Aprendizaje basado en Problemas: Una innovación didáctica para la enseñanza universitaria.
- Rodríguez, S. (2018). El Aprendizaje Basado en Problemas como base para el desarrollo del pensamiento crítico en química en 2º de bachillerato. Trabajo Fin de Máster . Oviedo, Navarra, España.
- Sánchez, I. (2017). Aprendizaje basado en preguntas y su impacto en las estrategias de aprendizaje en Física. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra),, 1903-1908.
- Sesma, A. (2016). Una aplicación del método de aprendizaje basado en problemas, trabajo colaborativo y uso de herramientas TIC, en la enseñanza de física en 1º de bachillerato. Retrieved 18 de Marzo de 2021, from Academia-e Universidad de Navarra: <https://hdl.handle.net/2454/21388>