

TRABAJO FIN DE MÁSTER

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS ENFOCADO A LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA PARA ESO Y BACHILLERATO

Estudiante: Helena Mas Lledó
Especialidad: Física y Química
Tutor/a: Rosa María Martínez Martínez
Curso académico: 2023-2024

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

El presente trabajo trata sobre la revisión bibliográfica de la aplicación del aprendizaje basado en proyectos (ABP) en la enseñanza de química para estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato. El ABP es una metodología educativa que promueve el aprendizaje interactivo y contextualizado, a través de la realización de proyectos que involucran la resolución de problemas y la aplicación de conocimientos en contextos prácticos.

En este estudio, se revisa la literatura relevante sobre el ABP y su aplicación en la enseñanza de la Química. Se analizan los beneficios pedagógicos, incluyendo el fomento del pensamiento crítico, la capacidad de crear, la colaboración y la autonomía del estudiante. Además, se examinan los retos y consideraciones prácticas para su implementación efectiva en ESO y Bachillerato.

Se propone una propuesta práctica para mostrar el aprendizaje basado en proyectos de química adecuado a estudiantes de 3º de la ESO. El objetivo es promover el desarrollo de habilidades científicas y competencias transversales, al tiempo que se fomenta el interés y la curiosidad por la química.

Finalmente, se presenta una metodología para evaluar el posible impacto del ABP en el aprendizaje de Química. Se proponen indicadores de éxito y se sugieren herramientas de evaluación formativa y sumativa para medir progreso y resultados.

En conclusión, este trabajo contribuye a la comprensión de cómo el ABP puede ser implementado en la enseñanza de la química de la ESO y bachillerato con el potencial de mejorar la calidad de la educación científica, concretamente de la Química.

Palabras clave: Aprendizaje activo, Innovación, Competencias transversales, Creatividad, Enseñanza, Pensamiento Crítico, Resolución de problemas.

ABSTRACT

The present work focuses on a literature review of the application of project-based learning (PBL) in the teaching of chemistry for Compulsory Secondary Education (ESO) and Baccalaureate students. PBL is an educational methodology that promotes interactive and contextualized learning through the completion of projects that involve problem-solving and the application of knowledge in practical contexts.

In this study, the relevant literature on PBL and its application in chemistry teaching is reviewed. The pedagogical benefits, including the promotion of critical thinking, creativity, collaboration, and student autonomy, are analyzed. Additionally, the challenges and practical considerations for its effective implementation in ESO and Baccalaureate are examined.

A practical proposal is presented to demonstrate project-based chemistry learning suitable for 3rd-year ESO students. The objective is to promote the development of scientific skills and transversal competencies while fostering interest and curiosity in chemistry.

Finally, a methodology is presented to evaluate the potential impact of PBL on chemistry learning. Success indicators are proposed, and formative and summative assessment tools are suggested to measure progress and outcomes.

In conclusion, this work contributes to the understanding of how PBL can be implemented in the teaching of chemistry in ESO and Baccalaureate with the potential to improve the quality of scientific education, specifically in chemistry.

Key Words: Active Learning, Innovation, Transversal Competencies, Creativity, Teaching, Critical Thinking, Problem Solving.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVOS.....	6
METODOLOGÍA.....	7
MARCO TEÓRICO.....	9
A. ¿Qué es el Aprendizaje Basado en Proyectos?	10
B. Ventajas e Inconvenientes del ABP.....	11
C. Fases del Aprendizaje Basado en Proyectos.....	12
D. Implementación de las TICs en la Metodología ABP.....	12
E. Evaluación en la Metodología ABP.....	13
F. Partes Involucradas en el Desarrollo ABP.....	14
G. ABP y sus Implicaciones en el Desarrollo de las Competencias Emocionales.....	15
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	16
PROPUESTA DIDÁCTICA.....	27
DISCUSIÓN.....	31
CONCLUSIONES.....	33
BIBLIOGRAFÍA.....	34
ANEXOS.....	36

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la química en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y bachillerato presenta desafíos significativos debido a la naturaleza abstracta y conceptual de la disciplina, así como a la necesidad de hacerla relevante y accesible para los estudiantes. En este contexto, ABP emerge como una metodología educativa y prometedora, que busca abordar estos desafíos al fomentar un enfoque activo y contextualizado del aprendizaje.

El ABP implica realizar proyectos que involucren la resolución de problemas reales, la investigación autónoma y la aplicación de conocimientos en situaciones prácticas. Esta metodología se alinea con los principios del constructivismo que describe el aprendizaje como el resultado de construcciones mentales; es decir, los humanos aprendemos construyendo nuevas ideas, donde se admite el papel activo del alumnado en la creación de su propio conocimiento a través de la exploración y la experiencia directa. (Karlin & Vianni, 2001).

Por todo ello, este trabajo pretende explorar la aplicación del ABP en la enseñanza de la química. Se busca comprender cómo el ABP puede ser implementado para mejorar la calidad de la educación de la Química en estos niveles educativos, así como para promover el desarrollo de habilidades científicas y competencias transversales.

Para ello, se revisará la literatura previamente desarrollada sobre el ABP y su aplicación en la educación de la Química. También se desarrollará una propuesta pedagógica para explicar de modo práctico cómo llevar esta nueva forma de enseñanza a la práctica. Se analizarán los beneficios pedagógicos del ABP, así como los retos y consideraciones prácticas para su implementación. Además, se presentará una metodología para evaluar su impacto en el aprendizaje.

OBJETIVOS

Para poder narrar de forma clara y concisa los objetivos de este trabajo, se va a distinguir entre objetivos generales y objetivos específicos.

Objetivo general:

El objetivo general tratará de investigar, diseñar y evaluar la implementación de proyectos de ABP en la enseñanza de la química para alumnos de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y bachillerato, con el fin de promover el aprendizaje significativo, el desarrollo de habilidades o destrezas científicas aplicadas a la química y competencias transversales.

Objetivos Específicos:

- Investigar los estudios e investigaciones existentes sobre el ABP y su aplicación en la enseñanza de la Química.
- Identificar los principios y fundamentos pedagógicos del ABP y su relevancia para la enseñanza de la química en la ESO y bachillerato.
- Diseñar una propuesta pedagógica basada en la metodología ABP para la enseñanza de la química en alumnos de 3º de la ESO, que aborde temas relevantes y motivadores, y promueva el desarrollo de destrezas científicas y competencias transversales.
- Evaluar el impacto de los proyectos de ABP en el aprendizaje, mediante la recopilación de datos cualitativos y cuantitativos sobre el progreso académico, la motivación, el compromiso y la adquisición de habilidades y competencias.
- Analizar cómo evaluar los proyectos basados en el ABP y elaborar conclusiones sobre la efectividad del ABP en la enseñanza de la química en la ESO y bachillerato, así como identificar posibles áreas de mejora y recomendaciones para futuras implementaciones.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este proyecto de revisión bibliográfica, se realizará una búsqueda exhaustiva de fuentes relevantes relacionadas con el tema del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) aplicado específicamente a la enseñanza de la asignatura de Química en el contexto de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato.

Se utilizarán diversas bases de datos académicas reconocidas, incluyendo Google Scholar, Web of Science, SciELO, Educalex y PubMed, para asegurar la cobertura de la literatura científica disponible sobre este tema. Además, se considerarán repositorios institucionales, bibliotecas digitales y otras fuentes de información académica pertinentes para obtener una perspectiva amplia y completa.

Se aplicarán además, criterios de inclusión y exclusión para elegir las fuentes bibliográficas más pertinentes y actualizadas. Estos criterios incluirán la relevancia del contenido para el tema de investigación, la fecha de publicación, el tipo de estudio (empírico, revisión, metaanálisis, etc.) y la calidad del trabajo. Se dará prioridad a estudios empíricos, revisiones sistemáticas, metaanálisis, libros, capítulos y artículos de revistas científicas que aborden específicamente el tema a tratar en el presente trabajo de revisión.

Se llevará a cabo la extracción sistemática de información relevante de las fuentes seleccionadas. Esta información incluirá conceptos clave, enfoques metodológicos utilizados, resultados obtenidos y conclusiones alcanzadas por los autores de los estudios revisados. Para facilitar este proceso, se utilizará un formulario o tabla estandarizada que permita registrar la información de manera organizada y coherente, asegurando la captura de los aspectos más relevantes de cada fuente bibliográfica.

Se realizará un análisis crítico de la información extraída. Este análisis incluirá la identificación de patrones, tendencias y relaciones entre los diferentes estudios revisados, así como la evaluación de la consistencia y la calidad de la evidencia presentada. Se realizará una síntesis de los hallazgos obtenidos durante el proceso de revisión bibliográfica para identificar los principales temas, teorías y prácticas.

Gracias a la información obtenida, se procederá a redactar el documento de revisión bibliográfica. El documento incluirá una introducción que contextualice el tema de investigación, un marco teórico que presente los fundamentos conceptuales del ABP y su aplicación en la enseñanza de la Química, una revisión de la literatura que sintetice los estudios revisados, conclusiones que resuman los hallazgos más relevantes y recomendaciones para futuras investigaciones en el campo.

La utilidad de los artículos seleccionados radica en su capacidad para proporcionar estrategias prácticas, herramientas y recursos que pueden ser usados en la implementación de proyectos de ABP para la ESO y Bachillerato. Por todo ello, se seleccionan artículos que:

1. **Proporcionan enfoques pedagógicos innovadores** que permiten a los educadores abordar los desafíos específicos asociados con la enseñanza de la Química.
2. **Ofrecen herramientas y recursos prácticos** que facilitan la planificación, implementación y evaluación de proyectos de aprendizaje en el aula de química.
3. **Se basan en la evidencia de investigación:** Los enfoques y recursos propuestos en los artículos siguientes están respaldados por la evidencia de investigación, lo que aumenta su credibilidad y confiabilidad.
4. **Adaptabilidad a diferentes contextos educativos:** Los enfoques y recursos propuestos en los artículos pueden ser adaptados para satisfacer las necesidades y características específicas de diferentes contextos educativos.

Por otro lado, el impacto de los artículos científicos estudiados:

1. **Contribuye al conocimiento científico.**
2. **Son relevantes para la práctica educativa.**
3. **Constan de aplicabilidad en diferentes contextos educativos.**
4. **Tienen la posibilidad de influir en políticas educativas.**

MARCO TEÓRICO

En los últimos años, se ha apreciado un descenso tanto en el desempeño de los estudiantes de ESO y BAT como en el número de inscripciones a las carreras de ámbito científico en las universidades. Una posible razón podría ser la falta de entusiasmo y motivación de los estudiantes hacia las asignaturas de ciencias. Por lo tanto, es esencial que los educadores desempeñen un papel activo en fomentar el interés en este campo y emplear nuevas metodologías para impartir los conocimientos.

De acuerdo a Santamaría et al., 2021, la historia del ABP comienza con Kilpatrick (1871-1965), ampliamente conocido como el pionero de esta metodología. Aunque la metodología que él desarrolló difiere de la que se emplea en la actualidad, su contribución al proceso de enseñanza ha sido significativa.

Según estos autores, Kilpatrick destacaba la importancia de inculcar la motivación intrínseca en los estudiantes en contraposición a la motivación extrínseca. Para él, el aprendizaje no debería ser simplemente una obligación, sino que debería ser estimulante y divertida, lo que despertaría un interés genuino en los alumnos.

Aunque la idea de trabajar mediante proyectos no era nueva, Kilpatrick es reconocido por haber clarificado y promovido este enfoque de manera notable. A través de su trabajo, se consolidó la noción del ABP como una metodología efectiva para potenciar la motivación y el interés de los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

El ABP, supone una reestructuración de todas las maneras de enseñar aprendidas anteriormente. Este cambio educativo ha conllevado una revisión y mejora de la organización y diseño de la educación, en centros de primaria y en centros de estudios superiores. Esta metodología se centra en el aumento de la participación y la autonomía del estudiante, pues se trata de un proceso autónomo, donde éste cobra, si cabe, cada vez más relevancia en el proceso.

Debemos ser capaces de diferenciar Aprendizaje Basado en Proyectos del Aprendizaje Basado en Problemas; el primero se centra en el proceso y el segundo en el resultado. El Aprendizaje Basado en Problemas se centra en conseguir el conocimiento, mientras que el otro persigue un fin (producto).

A. ¿Qué es el Aprendizaje Basado en Proyectos?

El ABP se define como "un enfoque de enseñanza y aprendizaje que involucra a los estudiantes en la investigación activa y colaborativa de problemas complejos y auténticos" (Thomas, 2000).

Para Krajcik et al. (1998), el ABP promueve la colaboración entre estudiantes y la construcción de conocimientos a través del trabajo en equipo.

Las principales características del ABP, podrían resumirse en los siguientes puntos:

1. **Enfoque centrado en el estudiante:** los alumnos asumen un papel muy activo en la identificación de problemas, la planificación de proyectos y la búsqueda de soluciones.
2. **Aprendizaje auténtico y contextualizado:** El ABP busca proporcionar "experiencias de aprendizaje auténticas y contextualizadas que reflejen los desafíos del mundo real" (Hung et al., 2008)
3. **Colaboración y trabajo en equipo:** Krajcik et al. (1998) destacan que el ABP promueve "la colaboración entre estudiantes y la construcción de conocimientos a través del trabajo en equipo".
4. **Integración de múltiples disciplinas:** Los proyectos suelen abarcar temas de diversas áreas del conocimiento, lo que fomenta una comprensión más profunda e interdisciplinar.
5. **Aumento de la creatividad y la autonomía de los alumnos.**

El ABP se trata ni más ni menos que de un aprendizaje cooperativo, entre grupos. Dependiendo de las necesidades o preferencias del docente, se puede agrupar a los alumnos en grupos más grandes, medianos, pequeños o incluso a veces se podrá optar por el trabajo individual. Esto parece que es contraproducente teniendo en cuenta el carácter social y cooperativo que acompaña al significado del ABP, pero también es una parte esencial del proyecto, el alumno ha de ser capaz de implementar las destrezas tanto de trabajar en grupo como de manera individual. Sin embargo, todos los autores citados en los estudios estudiados a lo largo de este trabajo, prefieren sin duda, el trabajo en grupo para el desarrollo de este tipo de metodología.

Para su correcto desarrollo, se prefiere el uso de grupos reducidos heterogéneos, donde cada componente sea capaz de aportar su conocimiento individual y perspectiva al grupo, a la vez de ser capaz de asegurar la participación por igual para todos los alumnos.

B. Ventajas e inconvenientes del ABP

Ventajas:

- **Aprendizaje significativo:** Según Thomas (2000), el ABP hace que los alumnos sean capaces de crear su propio conocimiento.
- **Desarrollo de habilidades:** Blumenfeld et al. (1991) destacan que el ABP promueve el desarrollo de destrezas como resolver problemas, la colaboración entre alumnado, la comunicación y el pensamiento crítico.
- **Motivación intrínseca:** el ABP puede aumentar la motivación intrínseca de los estudiantes al permitirles explorar sus propios intereses.
- **Aplicación del conocimiento:** en situaciones prácticas del mundo real.

Inconvenientes:

- **Tiempo y recursos:** la implementación del ABP puede requerir más tiempo y recursos que otros métodos de enseñanza, ya que los proyectos pueden ser laboriosos de planificar, implementar y evaluar.
- **Gestión del aula:** Krajcik et al. (1998) señalan que el ABP puede presentar desafíos en la gestión del aula, especialmente en términos de mantener a todos los estudiantes comprometidos y que se cumplan todos los requisitos del currículo.
- **Evaluación:** Boss (2001) destaca que la evaluación en el ABP puede ser más compleja que en otros enfoques de enseñanza, ya que los proyectos suelen ser multidisciplinarios y pueden no tener una única respuesta correcta.
- **Equidad:** Según Thomas (2000), el ABP puede presentar desafíos en términos de equidad, ya que algunos estudiantes pueden tener más recursos o apoyo en casa para completar los proyectos que otros.

C. Fases del Aprendizaje Basado en Proyectos

El ABP es una metodología que comienza con una pregunta o problema inicial, desafiante y relevante para los estudiantes, según Blumenfeld et al. (1998). Implica la investigación activa, la colaboración entre estudiantes en equipos, y la planificación detallada del proyecto, enfatizando la aplicación del conocimiento en contextos prácticos, según Thomas (2000), Krajcik et al. (1998), y Boss (2001), respectivamente. Hung et al. (2008) subrayan la importancia de esta aplicación del conocimiento en situaciones relevantes para los estudiantes.

Para llevar a cabo el ABP en el aula, primero debemos, como docentes, organizarlo en fases. Así, según Trujillo (2015), se puede organizar de las siguientes maneras:

1. Diseño y presentación

Lo primero que debemos tener en cuenta es, saber qué vamos a tratar, esto sería, definir una propuesta de aprendizaje.

Para poder abordar el tema de la manera más adecuada, debemos tener en cuenta las limitaciones, necesidades y fortalezas del grupo en cuestión.

2. Investigación y acción

Investigar e indagar en el proyecto en sí, en la materia que se quiere tratar. Esto comprende la mejor búsqueda de herramientas para acceder a la información. Se ha de ser crítico con la información que se posee en una sociedad donde existe exceso de ella gracias a las TICs.

3. Evaluación

La evaluación se trata de una parte fundamental del proyecto. También sería adecuado realizar una reflexión sobre la aportación que este tipo de metodología del aprendizaje ha supuesto en el alumnado.

D. Implementación de las TICs en la metodología ABP

La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en la metodología del ABP representa una oportunidad para mejorar la experiencia de aprendizaje de los alumnos.

La integración de las TICs en el ABP permite personalizar el aprendizaje según las necesidades individuales de cada alumno, como destaca Thomas (2000). Con el uso de aplicaciones y plataformas educativas, los docentes pueden dar a los estudiantes materiales de apoyo, ejercicios adicionales y retroalimentación personalizada, lo que permite atender mejor las diferentes habilidades y estilos de aprendizaje. Asimismo, el uso de herramientas multimedia en los proyectos de ABP promueve la creatividad. Finalmente, la

implementación de las TICs en el ABP también contribuye al desarrollo de destrezas digitales esenciales para el siglo XXI.

Por todo esto se concluye que la integración efectiva de las TICs en el ABP puede enriquecer significativamente el aprendizaje, proporcionando acceso a información y recursos variados, fomentando la colaboración y la creatividad, personalizando el aprendizaje y desarrollando habilidades digitales clave para el futuro. Sin embargo, es fundamental que esta integración sea planificada y supervisada por los docentes, asegurándose de seleccionar las herramientas tecnológicas adecuadas y proporcionar el apoyo necesario para su uso efectivo.

E. Evaluación en la metodología ABP

La evaluación en el ABP es un proceso integral que busca medir el progreso de los estudiantes así como el éxito del proyecto en sí mismo. Según varios autores, la evaluación en el ABP se caracteriza por ser formativa, auténtica y centrada en el proceso de aprendizaje.

La evaluación en ABP es un componente esencial que abarca el proceso y los resultados del proyecto. Según Thomas (2000), la evaluación en el ABP no se limita a la medición de conocimientos adquiridos, sino que también se centra en la observación y valoración de las habilidades, actitudes y procesos de aprendizaje de los estudiantes durante el proyecto. En este sentido, la evaluación se concibe como un proceso en mejora continua.

Mergendoller y Thomas (2005) destacan la importancia de utilizar criterios claros y específicos para evaluar la mejora de los alumnos en el ABP. Estos criterios pueden incluir la calidad del trabajo realizado, la colaboración y el trabajo en equipo, la creatividad, la resolución de problemas y la comunicación efectiva de ideas y hallazgos.

Boss (2011) sugiere que la evaluación en el ABP puede adoptar múltiples formas y herramientas, como rúbricas, listas de verificación, portafolios, presentaciones orales y evaluaciones entre pares. Estas herramientas permiten evaluar diferentes aspectos del proyecto, así como proporcionar retroalimentación a los estudiantes sobre su desempeño y progreso. Además, la evaluación entre pares puede fomentar la reflexión y el aprendizaje colaborativo, promoviendo la responsabilidad y la autonomía.

Por último, según Krajcik et al. (1998), es importante involucrar a los estudiantes en el proceso de evaluación, fomentando la autorreflexión y la autoevaluación. Esto les permite tomar conciencia de sus fortalezas y áreas de mejora, así como asumir un papel protagonista en su propio aprendizaje.

Cabe destacar que se trata de una metodología difícil de evaluar, porque se trata de evaluar criterios objetivos (como el producto final: lo aprendido) y criterios subjetivos (destrezas adquiridas por el alumno, habilidades adquiridas, etc...). Por lo tanto, podemos concluir que la evaluación del ABP evalúa al alumno de una manera integral. Al tratarse de una forma de evaluación nueva, no sería conveniente usar las técnicas clásicas de evaluación, sino que sería más conveniente el uso de rúbricas de evaluación (véase Anexo I del presente documento).

Según Arter y Chappuis (2007), una rúbrica de evaluación es *“un conjunto de criterios y estándares que se utiliza para evaluar el desempeño de los estudiantes en una tarea o actividad específica”*. Estas rúbricas describen los niveles de calidad o competencia esperados en cada criterio, proporcionando una guía clara y objetiva para la evaluación del trabajo de los estudiantes. Además, las rúbricas suelen incluir una escala de puntuación que permite asignar una calificación numérica o cualitativa al desempeño de los alumnos.

Como se ha descrito anteriormente, el ABP se trata de una metodología nueva y revolucionaria; siendo también así su evaluación, dado que el alumno también es parte activa de este transcurso. El proceso de evaluación, al igual que todas las fases del ABP, se trata de un proceso en constante cambio y dinamismo. Para poder tener en cuenta la opinión del alumnado en la evaluación, se usan herramientas tales como la autoevaluación, la coevaluación a otro alumnado (evaluación a iguales) y por último pero no menos importante, también existe la evaluación al docente.

F. Partes involucradas en el desarrollo ABP

El ABP involucra a varios actores clave: el docente, el alumnado y los padres. Por parte del profesorado, podemos destacar el rol de facilitador del aprendizaje, diseñador de proyecto, modelo de habilidades y actitudes y proveedor de retroalimentación.

El alumnado también posee un rol en este tipo de metodología, que incluye: la participación activa, la colaboración entre estudiantes, autonomía y responsabilidad y la reflexión del proceso de aprendizaje.

Por último, destaca el rol de los padres como acompañantes del proceso; también se podría destacar su compromiso de comunicación con el profesorado.

G. ABP y su implicación en el desarrollo de las competencias emocionales

Daniel Goleman, uno de los principales expertos en inteligencia emocional, define las competencias emocionales como *“un conjunto de habilidades que incluyen la autoconciencia, la autorregulación emocional, la motivación, la empatía y las habilidades sociales”*. Según el autor, estas competencias son esenciales para el éxito en la vida personal y profesional.

Según Santamaría et al., 2021, se destaca la importancia de desarrollar competencias emocionales en el contexto educativo, especialmente a través del trabajo colaborativo y el ABP, que implica que los alumnos resuelvan problemas de manera práctica, que a la vez fomenta habilidades como trabajar en equipo y asumir responsabilidad por el aprendizaje propio.

El autoconcepto, la autoestima, la regulación emocional y la empatía son aspectos clave para desarrollar competencias emocionales en el ABP según estos autores. El autoconcepto se refiere a la percepción de uno mismo, mientras que la autoestima implica confianza en la propia capacidad. Ambos se pueden fortalecer asignando roles y tareas en proyectos colaborativos. La regulación emocional, que incluye controlar impulsos y gestionar la frustración, se desarrolla enfrentando desafíos en el ABP. Por último, la empatía, la capacidad de entendimiento y reconocer los sentimientos de los demás, se fomenta al trabajar en equipo y resolver conflictos.

Por todo esto, el ABP se presenta como una metodología efectiva para cultivar competencias emocionales en los estudiantes. Además, la integración de herramientas puede mejorar la gestión emocional en el aula, promoviendo un clima emocional positivo y ayudando a los alumnos a reconocer y regular sus emociones.

Entre estas herramientas previamente mencionadas, destacamos especialmente el Programa RULER, una iniciativa desarrollada por el Centro para la Inteligencia Emocional de la Universidad de Yale, fundado por el Dr. Marc Brackett. "RULER". El motivo es promover la inteligencia emocional en entornos educativos, ayudando a estudiantes y educadores a desarrollar habilidades emocionales clave.

8. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Según el artículo científico del autor Perez, G.L., 2011 *Empleo de metodologías activas de enseñanza para el aprendizaje de la química*, el ABP ha resultado ser una herramienta eficaz para promover el aprendizaje significativo y duradero, así como para fomentar competencias transversales.

Los resultados muestran que los estudiantes aprenden más y retienen la información por más tiempo empleando este tipo de metodologías, lo que se refleja en su rendimiento académico.

La metodología se ha implementado en la asignatura de Química con el proyecto: "*La Química de la Vida Cotidiana*" a través de la presentación de problemas químicos extraídos de la vida real, seguido de un trabajo en grupo donde se realiza un análisis detallado del problema y se desarrollan competencias transversales. Asimismo, se ha fomentado la participación de los estudiantes en un congreso de estudiantes de Química, donde han presentado sus trabajos y participado en debates. Para evaluar el rendimiento académico se hace un seguimiento continuo de las tareas, sin realizar pruebas adicionales, lo que ha demostrado ser efectivo para asegurar un buen equilibrio entre el trabajo personal y en grupo.

Los resultados obtenidos muestran una mejora positiva en el rendimiento académico en comparación con el enfoque docente más tradicional.

RESULTADOS	PUNTOS FUERTES ARTÍCULO	METODOLOGÍA	EVALUACIÓN	DINÁMICA DEL AULA	MEJORAS	DEFICIENCIAS
Mejora en el rendimiento académico	Uso de casos reales de química para facilitar el aprendizaje	Empleo de metodologías activas	Evaluación continuada a través de seguimiento individual y grupal	Alto grado de compromiso y participación activa	Mayor diversidad en la selección de casos prácticos	Falta de detalle en la descripción de la metodología usada
Mejora satisfacción estudiantes con metodología y relación alumno-profesor	Enfoque en competencias transversales	Resolución de problemas de manera analítica	Tutorías individuales y grupales	Ambiente colaborativo	Fomentar autoevaluación	Escasa mención de limitaciones o desafíos enfrentados
Aumento en el nº de alumnos que alcanzan los objetivos marcados	Enfoque en la motivación de los alumnos	Discusión de conceptos y habilidades adquiridas	Evaluación de las competencias adquiridas	Estimulación del trabajo en equipo mediante discusión de conceptos y habilidades	incorporar tecnologías educativas para enriquecer la experiencia de aprendizaje	Poca referencia a la diversidad del perfil de estudiantes y su impacto en la dinámica del aula
Elevado grado de compromiso y participación	Tutorías individuales y grupales para controlar el trabajo propuesto	identificación y jerarquización de temas de aprendizaje	evaluación del rendimiento durante el proceso de aprendizaje	Enfoque en resolver problemas de manera analítica	Mayor énfasis en la evaluación de competencias específicas	Ausencia de datos cuantitativos sobre el rendimiento
					Promover la colaboración interdisciplinaria con otras asignaturas	Limitada discusión sobre la transferencia de habilidades adquiridas a situaciones prácticas

Tabla 1: resultados obtenidos del análisis del estudio: Empleo de metodologías activas de enseñanza para el aprendizaje de la química.

Siquinagua Cáceres (2022), en su artículo de investigación, se centra en la importancia del ABP en los alumnos de 1º de Bachillerato y en la mejora de su rendimiento. El autor destaca como el ABP aumenta el rendimiento de estos estudiantes por varias razones:

1. Promueve el aprendizaje significativo: el ABP incluye a los estudiantes en actividades prácticas y desafiantes que les permite aplicar el conocimiento en situaciones reales, lo que facilita una mayor comprensión y retención de conceptos.
2. Fomento de la autonomía y la responsabilidad de los alumnos. Les ayuda a desarrollar destrezas de autorregulación y toma de decisiones.
3. Estimula el trabajo colaborativo: el ABP promueve la colaboración entre estudiantes, lo cual permite compartir ideas, resolver problemas, desarrollar nuevas habilidades sociales, entre otras.
4. Mejora las competencias transversales: se mejoran habilidades como la resolución de problemas, comunicación efectiva, pensamiento crítico y creatividad.

En cuanto a la metodología empleada, encontramos un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), con un tamaño muestral de 22 estudiantes.

Los resultados obtenidos del estudio fueron el incremento en el rendimiento académico. Se observó que el grupo de intervención que participó en el estudio incrementa su puntuación en un 3.27 puntos en comparación con el grupo de control, que solo subió 2.18 puntos. Estos resultados respaldan la eficacia del ABP en mejorar el aumento del rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura de Química ya descrito por otros autores en investigaciones previas, lo que sugiere que esta metodología puede ser una herramienta efectiva para fortalecer competencias cognitivas, colaborativas, tecnológicas y metacognitivas en los estudiantes.

RESULTADOS	PUNTOS FUERTES DEL ARTÍCULO	METODOLOGÍA	EVALUACIÓN	DINÁMICA DEL AULA	MEJORAS	DEFICIENCIAS
Mejora rendimiento académico	Enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo)	Paradigma socio crítico (investigación-acción). Correlacional	Google Forms	Participación activa en la investigación y la presentación de proyectos	Fortalecimiento de competencias clave	Bajo alcance del estudio (meter mayor nº de participantes y realizar la investigación en otros contextos educativos para evaluar la efectividad del ABP en diversas poblaciones)
Desarrollo de competencias cognitivas, colaborativas, tecnológicas y metacognitivas	Análisis detallado del proceso de aprendizaje	Técnica de investigación bibliográfica-documental y encuesta	Análisis de información con el programa JASP	Desarrollo de trabajos escritos, orales y visuales para fomentar el aprendizaje significativo	Uso de herramientas tecnológicas y creativas	Incorporar un seguimiento a largo plazo.
Participación activa en el proceso de aprendizaje		Instrumento de investigación: prueba para evaluar conocimientos sobre la tabla periódica	Generación de estadísticos descriptivos para conocer el promedio de estudiantes			incluir mediciones cualitativas más detalladas y complementar las evaluaciones cuantitativas con evaluaciones cualitativas para mayor comprensión
						Investigar cómo integrar nuevas tecnologías para potenciar este tipo de aprendizaje
						Realizar un análisis coste-beneficio para determinar la viabilidad a largo plazo de esta metodología

Tabla 2: resultados obtenidos del análisis del estudio: El aprendizaje basado en proyectos y su incidencia en el rendimiento académico en química, de los estudiantes del primer año de bachillerato en la unidad educativa amaluzá.

En el estudio *“gamificación y aprendizaje basado en juegos para áreas STEM: estudio del caso de un proyecto de innovación educativa”* los autores llevan a cabo un proyecto llamado “Chem-innova”, llevan a cabo acciones para desarrollar una metodología basada en juegos con objetos del día a día, también con juguetes científicos, pero lo más relevante del trabajo es la realización de experiencias en el aula, así como el desarrollo de un instrumento virtual para estudiar el enfriamiento que se produce al evaporar agua en recipientes cerámicos porosos.

La discusión alcanzada en dicho artículo muestra resultados alentadores aunque no exultantes, donde se sugiere que la gamificación y el ABP pueden ser efectivos en la enseñanza de la ciencia y la tecnología. Se destaca de este artículo también la importancia de evaluar la efectividad de estas nuevas metodologías, considerando los autores que su éxito puede depender del tipo de profesor, las características del grupo o del contexto educativo en el que nos movamos. El proyecto “Chem-Innova” se enfoca en implementar actividades de gamificación para Química para mejorar el aprendizaje de los estudiantes y fomentar su interés por la Química.

En el artículo se encuentran puntos deficientes o puntos de mejora, entre los cuales se podrían resaltar la necesidad de evaluar la efectividad de la metodología en diferentes contextos educativos, identificar posibles limitaciones en la implementación de actividades de gamificación o la ausencia de grupo control en el estudio.

Los investigadores Zhao, Y., Wang, L. (2022), examinaron el impacto del ABP en el desarrollo de estudiantes de secundaria de Química a lo largo de tres unidades. Se emplearon métodos cualitativos para analizar las competencias cognitivas y no cognitivas demostradas por los estudiantes.

Se encontró que los estudiantes demostraron competencias como comprensión de ideas centrales, motivación para aprender química, colaboración, conciencia ambiental y perseverancia, las cuales mejoraron progresivamente a lo largo de las unidades. La colaboración fue fundamental en las experiencias de aprendizaje, promoviendo el trabajo en grupo, el intercambio de conocimientos y el apoyo mutuo entre los estudiantes.

Las conclusiones del artículo destacan los siguientes puntos clave:

1. Desarrollo progresivo de competencias: A lo largo de las tres unidades de ABP, los estudiantes demostraron una mejora progresiva en competencias cognitivas y no cognitivas, incluyendo la comprensión de ideas centrales, la motivación para aprender química, la colaboración, el uso de prácticas científicas, resolver problemas, la creatividad, la conciencia ambiental y la tenacidad.

2. Importancia de la colaboración y motivación: se destaca la motivación como un factor determinante en el compromiso y el rendimiento de los estudiantes.
3. Efectividad del ABP en el desarrollo integral del alumno: El estudio evidencia la efectividad de esta metodología para promover el desarrollo integral del estudiantado, no solo en términos de conocimientos académicos, sino también en competencias sociales, emocionales y de resolución de problemas.

Como mejoras al artículo cabría resaltar la posibilidad del uso de una muestra de población más representativa y en cuanto a las deficiencias encontradas, se destaca la falta de datos procedimentales, ya que, aunque se realizaron entrevistas, la falta de datos procedimentales puede haber limitado la comprensión completa de cómo los estudiantes aplicaron sus competencias en el proceso del proyecto. La inclusión de datos procedimentales habría enriquecido el análisis de las competencias demostradas por los estudiantes. También cabría resaltar una mejora en el enfoque de las competencias seleccionadas; el estudio se centró en competencias específicas, como la comprensión de ideas centrales, la motivación para aprender química y la colaboración. La inclusión de un espectro más amplio de competencias habría proporcionado una visión más holística del desarrollo de los estudiantes a través del ABP.

Gracias al estudio *“Enhancing Undergraduate students’ chemistry understanding through project-based learning in an IT environment”* se observó cómo el uso de ABP junto con las nuevas tecnologías era capaz de aumentar la autonomía del alumnado, la capacidad de realismo de los proyectos, así como el desarrollo de investigaciones constructivas donde el estudiante es capaz de comprender de una manera más profunda los conceptos químicos.

Aunque el artículo se centra en la química en estudios superiores (universidad), se trata de un artículo de gran impacto científico, ya que combina la metodología ABP con las nuevas tecnologías.

La muestra consistió en 215 estudiantes de cursos de Química general en el Technion, Israel Institute of Technology, divididos en un grupo experimental (N = 95) y un grupo de control (N = 120) según las preferencias de los estudiantes para participar en el proyecto. La distribución en los grupos no fue aleatoria, sino que se basó en las elecciones individuales de los estudiantes para respetar su autonomía y considerar sus opiniones en la asignación a los grupos.

Los resultados del estudio muestran una mejora significativa del rendimiento académico en estudiantes que participaron con respecto al grupo control, aunque cabe tener en cuenta las deficiencias encontradas en dicho artículo:

1. La muestra no era representativa dado a la falta de aleatorización en la asignación de los grupos experimental y de control, que pudo conllevar a sesgos en los resultados y limitar la generalización de los hallazgos.
2. Sesgo de selección: La participación voluntaria de los estudiantes en el grupo experimental podría influir en los resultados, ya que los estudiantes más motivados podrían haberse auto-seleccionado para participar.
3. Falta de control de variables externas: Factores externos no controlados, como el nivel de experiencia previa en tecnología de los estudiantes, podrían haber influido en los resultados del estudio.
4. Limitaciones en la evaluación: La evaluación basada principalmente en pruebas estandarizadas podría no capturar completamente el impacto del ABP en aspectos como habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y creatividad.
5. Tiempo de Implementación: La duración limitada del estudio podría no reflejar completamente el impacto a largo plazo del ABP con tecnología en el aprendizaje de los estudiantes.

El estudio “ *A case study of student development across project-based learning units in middle school chemistry*” examina el impacto positivo del ABP en alumnos de secundaria de Química.

Se siguió a un grupo de estudiantes a lo largo de tres unidades de aprendizaje basadas en proyectos, utilizando métodos de investigación cualitativa.

Los resultados muestran que los estudiantes demostraron competencias cognitivas y no cognitivas que mejoraron con el tiempo, lo que resalta el efecto prometedor del aprendizaje basado en proyectos en el crecimiento estudiantil.

Los resultados del estudio revelaron que el grupo de estudiantes demostró competencias tanto cognitivas como no cognitivas a lo largo de las tres unidades de aprendizaje basadas en proyectos. Las competencias cognitivas incluyeron la comprensión de ideas centrales, el uso de prácticas científicas, resolución de problemas y la creatividad.

Por otro lado, las competencias no cognitivas abarcaron la motivación para aprender química, la colaboración, la conciencia ambiental y la perseverancia.

Estas competencias, especialmente la comprensión de ideas centrales, la motivación para aprender química y la colaboración, mostraron mejoras progresivas a medida que avanzaban las unidades de aprendizaje basadas en proyectos. Los hallazgos sugieren un efecto positivo del ABP en el desarrollo de los alumnos.

Los resultados del análisis cualitativo destacan la importancia de considerar tanto las competencias cognitivas como las no cognitivas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y subrayan la efectividad de las unidades de aprendizaje basadas en proyectos para fomentar el desarrollo integral de los estudiantes en el ámbito de la química en la ESO.

Las conclusiones del estudio resaltan la importancia y el impacto positivo del ABP en Química. Se encontró una mejora de las competencias de comprensión de ideas centrales, motivación para aprender química y la colaboración.

En cuanto a las mejoras que podrían surgir de esta investigación, se destaca la posibilidad de incorporar datos cuantitativos para complementar el análisis cualitativo, para así ofrecer una perspectiva más completa del desarrollo de competencias o habilidades.

También se destaca la necesidad de incluir ejemplos concretos de las actividades realizadas en cada unidad para ilustrar mejor el proceso de desarrollo de competencias. También, la necesidad de desarrollar la metodología usada durante la investigación de manera más detallada, incluyendo el método de selección de participantes, el diseño de las unidades didácticas y los criterios de evaluación de competencias.

En el artículo se reconoce la falta de datos procedimentales, lo cual limita la comprensión completa de la evolución del proyecto.

En cuanto a la muestra usada, sería beneficioso incluir más información sobre la muestra usada, el tipo de estudiante seleccionado, la diversidad en el alumnado y la representatividad para evitar sesgos de selección y la generalización de datos a la muestra.

RESULTADOS	PUNTOS FUERTES ARTÍCULO	METODOLOGÍA	EVALUACIÓN	DINÁMICA DEL AULA
Los estudiantes demostraron competencias cognitivas y no cognitivas a lo largo de tres unidades.	Destaca la importancia del ABP en el desarrollo de competencias de los estudiantes.	Empleo de métodos cualitativos para el análisis de datos	Se evaluó el desarrollo de competencias a través de la observación en el aula, las entrevistas a estudiantes y la recopilación de artefactos.	Los estudiantes participaron en actividades prácticas y colaborativas para abordar la pregunta central del proyecto.
Las competencias de comprensión de ideas centrales, motivación para aprender química y colaboración mejoraron progresivamente.	Utiliza métodos cualitativos para analizar el desarrollo de los estudiantes a lo largo del tiempo.	Observación en el aula, entrevistas grupales a estudiantes y recopilación de artefactos como técnicas de recolección de datos.	Se identificaron mejoras en competencias específicas a lo largo de las unidades de aprendizaje.	Se utilizaron tecnologías de aprendizaje para apoyar a los estudiantes en actividades desafiantes.
	Identifica competencias cognitivas y no cognitivas clave	Se evaluaron las competencias a través de la observación en el aula, las entrevistas a estudiantes y la recopilación de artefactos (PROYECTOS).		Se crearon productos tangibles que abordaron la pregunta central del proyecto. ¿Qué competencias demuestran y desarrollan los estudiantes al desarrollar proyectos en un entorno de PBL? ¿Cómo se desarrollan estas competencias a lo largo de las unidades de aprendizaje?

Tabla 3: resultados obtenidos del análisis del estudio: A case study of student development across project-based learning units in middle school chemistry.

El artículo *"Project Based E-Learning and Academic Procrastination"* se centra en analizar el impacto del ABP en la procrastinación académica de los estudiantes de Química en secundaria. El estudio compara el modelo ABP con el aprendizaje directo en línea, evaluando su efecto en las habilidades de pensamiento crítico y el logro cognitivo de los estudiantes. Se destaca el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, para reducir la procrastinación académica y mejorar el rendimiento estudiantil en química.

Los resultados sugieren que los alumnos que aprenden con el modelo del ABP tienen un rendimiento académico superior en comparación con aquellos que aprenden con métodos de aprendizaje convencionales. Además, se encontró que no hay una diferencia significativa en las habilidades de pensamiento

crítico entre los estudiantes con alta procrastinación académica y los estudiantes con baja procrastinación. Estos hallazgos resaltan la eficacia del aprendizaje basado en proyectos en mejorar el rendimiento académico de los estudiantes y sugieren que la procrastinación académica no influye significativamente en las habilidades de pensamiento crítico.

El estudio se realizó con una población de 148 estudiantes. Se seleccionaron 120 estudiantes (81.1% de la población) utilizando la técnica aleatoria. De estos, 60 estudiantes fueron asignados al grupo experimental y 60 al grupo de control. Los datos se recopilaron a través de cuestionarios sobre procrastinación académica, pruebas de habilidades de pensamiento crítico y pruebas de rendimiento académico.

Basándonos en los resultados, se concluye que el ABP tiene un impacto positivo en el rendimiento académico y las habilidades de pensamiento crítico en comparación con el aprendizaje directo en línea. Además, se observa que la procrastinación académica no afecta significativamente a las habilidades de pensamiento crítico, pero sí influye en el rendimiento académico, lo que sugiere la necesidad de abordar este problema en el proceso educativo.

RESULTADOS	PUNTOS FUERTES ARTÍCULO	METODOLOGÍA	EVALUACIÓN	MEJORAS	DEFICIENCIAS
Estudiantes con ABP tienen mejor rendimiento académico	Destaca la importancia del ABP en química.	Selección de muestra mediante técnica de clase aleatoria.	Diferencias en rendimiento y habilidades entre modelos de aprendizaje.	Ampliar el tamaño muestral	Tamaño de la muestra y duración del estudio
No hay diferencia significativa en habilidades de pensamiento crítico entre estudiantes con alta y baja procrastinación académica.	Analiza el impacto de la procrastinación académica en el rendimiento estudiantil.	Recolección de datos de procrastinación académica, habilidades de pensamiento crítico y rendimiento académico.	Impacto de procrastinación académica en rendimiento estudiantil.	Incluir un análisis longitudinal: Realizar un seguimiento a largo plazo de los estudiantes podría ofrecer información adicional sobre la efectividad.	Dependencia de la muestra: La selección de estudiantes de una sola escuela podría limitar la variabilidad de los resultados y la aplicabilidad a otros entornos educativos.
		Análisis descriptivo y de covarianza multivariante.	Ausencia de efecto interactivo entre modelos de aprendizaje y procrastinación académica.	Explorar otras variables: Considerar la inclusión de variables adicionales, como el nivel de motivación de los estudiantes o el estilo de aprendizaje, para comprender mejor los factores que influyen en el rendimiento académico y las habilidades de pensamiento crítico.	Variables no consideradas: Aunque se analizaron la procrastinación académica, el rendimiento académico y las habilidades de pensamiento crítico, existen otras variables que podrían influir en los resultados y que no fueron abordadas en el estudio.
				Evaluar el impacto de intervenciones específicas: Diseñar intervenciones específicas para abordar la procrastinación académica y evaluar su efectividad en la mejora del rendimiento estudiantil y las habilidades de pensamiento crítico.	Limitaciones en la metodología: Aunque se utilizó un análisis multivariante de covarianza, existen otras metodologías que podrían proporcionar una comprensión más profunda de las relaciones entre las variables estudiadas.

Tabla 4: resultados obtenidos del análisis del estudio: Project Based E-Learning and Academic Procrastination.

PROPUESTA DIDÁCTICA: CONSTRUCCIÓN DE UN FILTRO PARA PURIFICAR AGUA.

1. Justificación de la Actividad:

A modo de propuesta, se sugiere la realización de una actividad para alumnos de 3º de la ESO basada en la metodología ABP, que responde a varias necesidades educativas y sociales, entre las que se encuentran:

1. **La relevancia práctica y contextual de la tarea.** La escasez de agua potable y los problemas relacionados con la calidad del agua son desafíos globales que tienen repercusiones directas en la salud pública y el medio ambiente. Este proyecto contextualiza estos problemas y permite a los estudiantes abordarlos.
2. **La aplicación práctica de conocimientos teóricos:** Los estudiantes aplican principios científicos y conceptos teóricos de la Química de 3º de la ESO en un contexto práctico.
3. **La resolución de problemas de la vida cotidiana:** como se ha visto durante este proyecto, el ABP se centra en resolver problemas de la vida cotidiana y relacionarlos con los contenidos teóricos.
4. **Desarrollo de competencias del Siglo XXI:** La actividad fomenta habilidades esenciales, el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la colaboración y la comunicación.
5. **Concienciación Social y Ambiental:** Este proyecto incentiva a los estudiantes a desarrollar una conciencia crítica sobre la importancia de la gestión sostenible del agua y la preservación del medio ambiente, promoviendo valores de responsabilidad y ciudadanía global.
6. **Trabajo colaborativo** entre estudiantes.

Para la realización de esta actividad se han tenido en cuenta las características principales de la metodología ABP y se han introducido en el diseño de la propuesta; destacamos por ejemplo, la existencia de una pregunta central que va a guiar la actividad: “¿Cómo podemos diseñar y construir un filtro eficaz para purificar agua?”. También se podría destacar la investigación continua del alumnado, su autonomía, el fomento de la reflexión crítica y la existencia de un producto final tangible (filtro).

El proyecto de purificación de agua se basa en la necesidad de comprender y abordar desafíos relacionados con el acceso al agua potable, tanto a nivel local como global. Es esencial que los estudiantes comprendan los métodos utilizados para purificar el agua y los principios científicos detrás de estos procesos.

- **Contexto de la actividad:** El agua que usamos en el día a día suele provenir de aguas residuales, ríos, lagos y aguas subterráneas. Para poder usarla, primero es necesario hacer una limpieza o purificación. Para realizar este proceso, contamos con 4 fases:
 1. Coagulación: para eliminar suciedad, metales y otras impurezas presentes en el agua.
 2. Sedimentación: proceso por el cual las partículas sólidas se depositan en el fondo.
 3. Filtración: se filtran las partículas más pequeñas a través de filtros
 4. Desinfección: proceso para eliminar bacterias o microorganismos presentes en el agua.

Se debe tener en cuenta que aunque el tratamiento del agua consta de 3 fases, primario, secundario y terciario, con este experimento solamente se va a realizar el tratamiento primario: eliminar la contaminación que se encuentra de forma física en la muestra: arena, aceites, etc...

- **Materiales:** botella de plástico, algodón, cinta adhesiva, carbón activado, arena gruesa, piedras pequeñas y agua.
- **Procedimiento:** se cortará la parte inferior de una botella de plástico y se volteará boca abajo. Rellenamos la primera parte con algodón, hasta una altura de unos 5 cm aproximadamente. Después colocaremos 1 cm de arena gruesa y después una capa de 5 cm de arena fina. Volveremos a colocar unos 5 cm de algodón e inmediatamente después, 1 cm de carbón activado. Tras esto, las piedras pequeñas. Una vez finalizado el filtro, se colocará en un lugar alto y empezaremos a verter el agua, que primero pasaremos por un colador de malla fina para retirar las partículas de mayor tamaño. Posteriormente, se podrá hacer un análisis del agua en el laboratorio.
- **Trabajo a realizar por los alumnos:** Traer el material de casa, tomar documentación fotográfica del aprendizaje, buscar información sobre los conceptos de agua potable, agua sucia, agua impura. Buscar la función de los materiales usados. Investigar sobre las impurezas y microorganismos más comúnmente encontrados en el agua.

2. Competencias Trabajadas:

Gracias a esta actividad, los alumnos serán capaces de desarrollar competencias, tanto básicas como transversales, entre las cuales, destacan:

- Competencia para aprender e interactuar con el mundo físico: comprenderán los principios científicos detrás de la purificación del agua, incluyendo procesos como la filtración, la decantación o la cloración, entre otros.
- Competencia en el uso de información y competencia digital: Utilizarán recursos digitales para investigar sobre métodos de purificación de agua, acceder a información relevante y presentar sus resultados de manera efectiva utilizando las TICs.
- Competencia en el aprendizaje autónomo y competencia en la iniciativa y espíritu emprendedor: Serán responsables de planificar y ejecutar el proyecto de manera autónoma, tomando decisiones y resolviendo problemas de forma independiente.
- Trabajo en equipo y colaboración: Trabajarán en grupos para planificar y llevar a cabo el proyecto.
- Pensamiento crítico y reflexivo: Analizarán la eficacia de los diferentes métodos de purificación de agua y evaluarán sus resultados.
- Comunicación oral y escrita: Presentarán sus hallazgos y conclusiones de manera clara y coherente.

3. Programación de Aula:

Esta actividad se dividirá en 3 sesiones de 50 minutos cada una, constando de las siguientes fases:

SESIÓN 1:

Fase 1: Introducción al Proyecto

- Presentación del proyecto de purificación de agua y su importancia en la ciencia actual.
- Brainstorming sobre métodos de purificación de agua. ¿Qué conocen los alumnos sobre el agua y sus residuos?
- Creación de grupos y reparto de roles. Se formarán 3 grandes grupos de trabajo, y los alumnos asignarán a su voluntad y siempre de manera democrática, un presidente y un portavoz.

Fase 2: Investigación y Planificación

- Investigación sobre métodos de purificación de agua: filtración, decantación, cloración, etc.
- Planificación del experimento: selección de materiales y equipos necesarios, diseño del procedimiento experimental.

SESIÓN 2:

Fase 3: Experimentación

- Realización del experimento de purificación de agua utilizando diferentes métodos con los materiales que los alumnos traen de casa.
- Registro de observaciones y resultados obtenidos. Cada grupo anotará los resultados de su experimento para sacar conclusiones.

Fase 4: Análisis y Evaluación

- Análisis de los resultados: comparación de la eficacia de los diferentes métodos. Se trata de un proceso democrático.
- Reflexión sobre el proceso de filtrado del agua y las dificultades encontradas.
- Preparación de una presentación.

SESIÓN 3:

Fase 5: Presentación de Resultados

- Exposición de los resultados del experimento ante el resto de la clase.
- Debate y discusión sobre los hallazgos y conclusiones.
- Reflexión final sobre el proyecto y su importancia.

DISCUSIÓN

A través de todos los estudios plasmados anteriormente, se destaca que la introducción de metodologías activas como el Aprendizaje Cooperativo (AC) o el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) tuvo un impacto muy positivo en cómo los alumnos perciben la calidad de la docencia.

Gracias al estudio realizado por Sancho Saiz et al. (2013) sobre cómo afecta la introducción de las metodologías de aprendizaje cooperativo y del aprendizaje basado en proyectos en los alumnos, se observó un aumento en la motivación de los estudiantes, una mayor retención de alumnos hasta el final de la asignatura, un aprendizaje más continuo y una mayor participación en las actividades académicas. En este estudio se resalta que los estudiantes percibieron que las metodologías activas favorecieron su participación, el trabajo en equipo, la reflexión sobre su aprendizaje y una evaluación más ajustada a lo trabajado durante el curso. Se menciona que la introducción de estas metodologías influyó positivamente en el desarrollo de competencias profesionales, en el fomento de una visión integrada de la materia, en el aumento del interés y motivación por la asignatura, y en el desarrollo de competencias transversales.

La implementación de proyectos en la enseñanza de la química conlleva una mejora significativa en la retención de conocimientos. Esta metodología permite a los alumnos introducir conceptos teóricos a situaciones prácticas, lo que fortalece su comprensión y recuerdo de la materia.

Tal y como se ha demostrado gracias a todos los estudios anteriormente citados, el ABP aplicado a la asignatura de Química, facilita el desarrollo de habilidades prácticas esenciales. Los estudiantes tienen la oportunidad de adquirir destrezas de laboratorio, manipulación de sustancias o análisis de datos, lo que enriquece su formación en este campo.

En cuanto a la dinámica de grupo, los proyectos colaborativos promueven el trabajo en equipo y la colaboración entre los estudiantes. Esta interacción social replica el entorno profesional en el ámbito de la química, preparando a los alumnos para futuras experiencias laborales. Además, la posibilidad de abordar problemas reales y obtener resultados tangibles incrementa su interés y dedicación hacia la materia.

Por otro lado, según los estudios de García y Martínez (2018), los proyectos en química contribuyen al desarrollo de habilidades de resolución de problemas. Los alumnos se enfrentan a desafíos complejos que requieren análisis crítico y creativo, fortaleciendo así su capacidad para abordar situaciones adversas.

Por último, destacar que el ABP en Química promueve la integración de múltiples conceptos y su aplicación a situaciones del mundo real. Esta conexión entre la teoría y la práctica refuerza la comprensión de los estudiantes y resalta la relevancia de la química en la vida cotidiana.

Gracias al artículo “*A study of the impact of project-based learning on student learning effects. A meta-analysis study*”, se puede lograr entender en mayor medida las bondades que esta nueva metodología ofrece.

En este estudio se analizaron múltiples pruebas experimentales y cuasiexperimentales para determinar la efectividad de esta metodología educativa. Se encontró que el aprendizaje basado en proyectos mejora significativamente los resultados académicos de los estudiantes, así como sus actitudes afectivas y habilidades de pensamiento.

Se identificaron variables moderadoras, como el tipo de curso, el período experimental, la región del país y el tamaño del grupo, que influyeron en la efectividad de la metodología.

Se destacó que el ABP es más efectivo en países asiáticos, especialmente en el sudeste, y en niveles educativos como la escuela secundaria y primaria.

Además, se resaltó la importancia de considerar el ABP en la educación futura para desarrollar habilidades del siglo XXI en los estudiantes.

Los resultados más relevantes del estudio sobre el impacto del ABP en los efectos del aprendizaje de los estudiantes son los siguientes:

1. Mejora significativa de los resultados de aprendizaje cuando se comparan con métodos educativos tradicionales.
2. Identificación de variables moderadoras que influyeron en la efectividad del ABP, como el tipo de curso, el período experimental, la región del país y el tamaño del grupo.
3. Se destacó que esta metodología educativa es más adecuada para la enseñanza en grupos pequeños, con mejores resultados cuando el tamaño del grupo es de 4 a 5 estudiantes..

El metaanálisis demostró que el aprendizaje basado en proyectos es efectivo para mejorar los resultados académicos, actitudes afectivas y habilidades sociales y de pensamiento de los estudiantes en comparación con los enfoques tradicionales de enseñanza.

Estas conclusiones junto con las plasmadas anteriormente, respaldan la eficacia del ABP como una estrategia educativa valiosa para mejorar el aprendizaje de los estudiantes y prepararlos para los retos de la sociedad actual.

CONCLUSIONES

A través de toda la información recopilada anteriormente se puede concluir que la metodología ABP ha demostrado ser altamente efectiva para la mejora del rendimiento académico. Se logra un aprendizaje más significativo y duradero, centrado en el estudiante, a través de casos reales, con situaciones prácticas, lo cual fomenta el conocimiento, retención y comprensión de la materia.

Un aspecto importante a tener en cuenta es el aumento en la satisfacción y compromiso de los estudiantes; también se ha observado una clara mejora en la relación alumno-profesor, lo cual aumenta el compromiso del estudiante y el ambiente en el aula.

En cuanto a la evaluación de este tipo de metodología, se aprecia un método revolucionario y bastante innovador, a través de la evaluación continua y el seguimiento tanto grupal como individual. Esto logra un buen equilibrio entre el trabajo individual y en grupo. La retroalimentación constante que aporta este tipo de evaluación hace al alumnado mejorar continuamente y sentirse más involucrados en su propio proyecto de aprendizaje. Además, la combinación del ABP junto con las TICs ha aumentado la autonomía del estudiante, la capacidad de realismo de los proyectos y una mayor comprensión de conceptos químicos que destacan por su naturaleza abstracta. El ABP enfocado a la enseñanza de la química también logra fortalecer las competencias específicas y transversales.

A pesar de todas las fortalezas identificadas, se han señalado algunas deficiencias en cuanto a los artículos estudiados; se plantearía para el futuro una mayor diversidad en la selección de casos prácticos, mayor diversidad en la selección del alumnado, prestar mayor atención a los datos experimentales para el desarrollo de análisis procedimentales más profundos, entre otros.

Para maximizar los beneficios del ABP en la enseñanza de la química en ESO y Bachillerato, es fundamental seguir una serie de recomendaciones. Primero, los docentes deben recibir formación específica en ABP para desarrollar competencias en el diseño y gestión de proyectos que integren los contenidos curriculares de manera efectiva. Además, es esencial fomentar un entorno de colaboración entre estudiantes, facilitando el trabajo en equipo y el desarrollo de habilidades interpersonales. También se recomienda utilizar recursos tecnológicos y materiales experimentales que enriquezcan la experiencia de aprendizaje y permitan a los alumnos aplicar conceptos teóricos en contextos prácticos. Es importante diseñar proyectos que estén alineados con los intereses y contextos reales de los estudiantes, lo que incrementará su motivación y compromiso. Finalmente, la evaluación debe ser continua y formativa, incluyendo autoevaluaciones y coevaluaciones que permitan a los alumnos reflexionar sobre su propio aprendizaje y desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

Barak, M., & Dori, Y. J. (2005). Enhancing undergraduate students' chemistry understanding through project-based learning in an IT environment. *Sci. Ed.*, 89: 117-139. <https://doi.org/10.1002/sce.20027>

Boss, S. (2001). *Project-Based Learning: A Short History*. Edutopia. Recuperado el 31 de marzo de 2015 de <http://www.edutopia.org/project-based-learning-history>.

E.T.S.I. Industriales (UPM). (s. f.). Gamificación y aprendizaje basado en juegos para áreas STEM: estudio del caso de un proyecto de innovación educativa | Archivo Digital UPM. <https://oa.upm.es/63737/>

García Martín, J., & Pérez Martínez, J. E. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: método para el diseño de actividades. *Revista Tecnología, Ciencia Y Educación*, (10), 37–63. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.194>

Goleman, D. (1995). *Inteligencia emocional*. Barcelona, España: Kairós.

Hung, W., Jonassen, D. H., & Liu, R. (2008). Problem-Based Learning. In J. M. Spector, J. G. van Merriënboer, M. D., Merrill, & M. Driscoll (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (3 ed., pp. 485-506). Mahwah, NJ: Erlbaum. - References - Scientific Research Publishing. (s. f.). <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2141994>

Javier, S. S., José, A. G. J., Antonio, R. H. J., Eduardo, P. P., & Teodoro, R. P. (2013, 1 julio). ¿Cómo afecta la introducción de las metodologías del Aprendizaje Cooperativo y del Aprendizaje Basado en Proyectos en la opinión de los/las estudiantes sobre su profesorado. <https://addi.ehu.es/handle/10810/10864>

Karlin, M., & Viani, N. (2001). *Project-based learning*. Medford, OR: Jackson Education Service District.

Krajcik, J., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in Project-Based Science Classrooms: Initial Attempts by Middle School Students. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 313-350. <https://doi.org/10.1080/10508406.1998.9672057>

Mergendoller, J. R., & Thomas, J. W. (2005). *Managing project-based learning: Principles from the field*. Recuperado de <http://bie.org/images/uploads/general/f6d0b4a5d9e-37c0e0317acb7942d27b0.pdf>

Pérez, G. L. (s/f). EMPLEO DE METODOLOGÍAS ACTIVAS DE ENSEÑANZA PARA EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA. Recuperado el 20 de abril de 2024, de

https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/12825/file_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RULER. (2022, 17 noviembre). RULER approach. <https://www.rulerapproach.org/>

Santamaría, A. E., Pareja, S. G., Angulo, A. I., & Sáenz-Laguna, M. L. (2021). La historia del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7760268>

Santayasa, I. W., Agustini, K., & Pratiwi, N. W. E. (s. f.). Project Based E-Learning and Academic Procrastination of Students in Learning Chemistry. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1304700>

Stiggins, R., Arter, J., Chappuis, J., & Chappuis, S. (2007). Classroom assessment for student learning: Doing it right – using it well. Upper Saddle River, NJ: Pearson.

Suquinagua Cacéres, J. A. (2022). El aprendizaje basado en proyectos y su incidencia en el rendimiento académico en química, de los estudiantes del primer año de bachillerato en la unidad educativa amaluzá. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21830/1/UPS-CT009555.pdf>

Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. California: Autodesk Foundation.

Trujillo Sáez, F. (2015). Aprendizaje basado en proyectos. Infantil, Primaria y Secundaria. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Zhang, L., & Ma, Y. (2023). A study of the impact of project-based learning on student learning effects: a meta-analysis study. *Frontiers In Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728>

Zhao, Y., & Wang, L. (2022). A case study of student development across project-based learning units in middle school chemistry. *Disciplinary And Interdisciplinary Science Education Research*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00045-8>

ANEXOS

ANEXO I: RÚBRICAS DE EVALUACIÓN

Estas rúbricas tienen como objetivo evaluar el desempeño de los estudiantes en proyectos de aprendizaje basado en proyectos (ABP) en la asignatura de Química de ESO y Bachillerato. La rúbrica considera tanto los aspectos individuales como grupales del trabajo, así como el dominio de los conceptos químicos y las habilidades científicas.

Criterios de evaluación: Aspectos individuales

CRITERIO	NIVEL 1 : 0-2 puntos	NIVEL 2: 2- 4 puntos	NIVEL 3: 4 - 8 puntos	NIVEL 4: 8 - 10 puntos
Dominio de conceptos químicos	Muestra una comprensión limitada de los conceptos químicos relacionados con el proyecto.	Demuestra una comprensión básica de los conceptos químicos relacionados con el proyecto.	Aplica correctamente los conceptos químicos a la investigación y desarrollo del proyecto.	Demuestra una comprensión profunda y precisa de los conceptos químicos relacionados con el proyecto.
Habilidades de investigación	No realiza una investigación adecuada para el proyecto.	Realiza una investigación básica, pero no utiliza fuentes confiables o diversas.	Realiza una investigación adecuada, utilizando fuentes confiables y diversas.	Realiza una investigación exhaustiva, utilizando fuentes confiables, diversas y actualizadas.
Habilidades de análisis y síntesis	No puede analizar ni sintetizar la información recopilada durante la investigación.	Analiza y sintetiza la información de manera básica, pero comete algunos errores.	Analiza y sintetiza la información de manera clara y precisa, identificando patrones y relaciones importantes.	Analiza y sintetiza la información de manera crítica y reflexiva, llegando a conclusiones originales y bien fundamentadas.
Habilidades de comunicación	No puede comunicar sus ideas de manera clara y efectiva.	Comunica sus ideas de manera básica, pero comete algunos errores de expresión y organización.	Comunica sus ideas de manera clara, concisa y organizada, utilizando un lenguaje científico adecuado.	Comunica sus ideas de manera clara, concisa, organizada y persuasiva, utilizando un lenguaje científico preciso y convincente.
Trabajo en equipo	No colabora efectivamente con sus compañeros de equipo.	Colabora con sus compañeros de equipo, pero no siempre cumple con sus responsabilidades.	Colabora de manera efectiva con sus compañeros de equipo, asumiendo responsabilidades y contribuyendo activamente al proyecto.	Lidera el equipo de manera efectiva, motivando a sus compañeros y asegurando el cumplimiento de las metas del proyecto.

Habilidades Grupales:

CRITERIO	NIVEL 1 : 0-2 puntos	NIVEL 2: 2- 4 puntos	NIVEL 3: 4 - 8 puntos	NIVEL 4: 8 - 10 puntos
Planificación del proyecto	No hay una planificación clara del proyecto.	La planificación del proyecto es básica e incompleta.	La planificación del proyecto es clara, completa y organizada.	La planificación del proyecto es detallada, estratégica y adaptable a cambios inesperados.
Ejecución del proyecto	El equipo no cumple con los plazos establecidos.	El equipo cumple con la mayoría de los plazos establecidos, pero con algunas dificultades.	El equipo cumple con todos los plazos establecidos de manera eficiente y eficaz.	El equipo supera los plazos establecidos y optimiza el uso del tiempo y los recursos.
Solución de problemas	El equipo no puede identificar ni resolver problemas que surgen durante el proyecto.	El equipo identifica algunos problemas, pero no los resuelve de manera efectiva.	El equipo identifica y resuelve problemas de manera efectiva, utilizando estrategias creativas y apropiadas.	El equipo anticipa problemas potenciales y desarrolla estrategias preventivas para evitarlos.
Trabajo en equipo	Los miembros del equipo no colaboran entre sí.	Los miembros del equipo colaboran entre sí, pero hay algunos conflictos o desacuerdos.	Los miembros del equipo colaboran entre sí de manera efectiva, respetando las ideas y aportes de todos.	Los miembros del equipo colaboran entre sí de manera sinérgica, creando un ambiente de apoyo y confianza mutua.
Presentación del proyecto	La presentación del proyecto es desorganizada e inefectiva.	La presentación del proyecto es básica, pero con algunos errores o falta de claridad.	La presentación del proyecto es clara, concisa y organizada, utilizando recursos visuales y lenguaje adecuado.	La presentación del proyecto es excepcionalmente clara, atractiva y persuasiva, utilizando recursos audiovisuales innovadores y lenguaje científico preciso.

Calificación:

La calificación final del proyecto se obtendrá del promedio de las puntuaciones obtenidas en cada criterio

Rúbrica de autoevaluación del propio alumno:
Aspectos individuales:

CRITERIO	NIVEL 1 : 0-2 puntos	NIVEL 2: 2- 4 puntos	NIVEL 3: 4 - 8 puntos	NIVEL 4: 8 - 10 puntos
Dominio de conceptos químicos	Muestro una comprensión limitada de los conceptos químicos relacionados con el proyecto.	Demuestro una comprensión básica de los conceptos químicos relacionados con el proyecto.	Aplico correctamente los conceptos químicos a la investigación y desarrollo del proyecto.	Demuestro una comprensión profunda y precisa de los conceptos químicos relacionados con el proyecto.
Habilidades de investigación	No realizo una investigación adecuada para el proyecto.	Realizo una investigación básica, pero no utilizo fuentes confiables o diversas.	Realizo una investigación adecuada, utilizando fuentes confiables y diversas.	Realizo una investigación exhaustiva, utilizando fuentes confiables, diversas y actualizadas.
Habilidades de análisis y síntesis	No puedo analizar ni sintetizar la información recopilada durante la investigación.	Analizo y sintetizo la información de manera básica, pero cometo algunos errores.	Analizo y sintetizo la información de manera clara y precisa, identificando patrones y relaciones importantes.	Analizo y sintetizo la información de manera crítica y reflexiva, llegando a conclusiones originales y bien fundamentadas.
Habilidades de comunicación	No puedo comunicar mis ideas de manera clara y efectiva.	Comunico mis ideas de manera básica, pero cometo algunos errores de expresión y organización.	Comunico mis ideas de manera clara, concisa y organizada, utilizando un lenguaje científico adecuado.	Comunico mis ideas de manera clara, concisa, organizada y persuasiva, utilizando un lenguaje científico preciso y convincente.
Trabajo en equipo	No colaboro efectivamente con mis compañeros de equipo.	Colaboro con mis compañeros de equipo, pero no siempre cumplo con mis responsabilidades.	Colaboro de manera efectiva con mis compañeros de equipo, asumiendo responsabilidades y contribuyendo activamente al proyecto.	Lidero el equipo de manera efectiva, motivando a mis compañeros y asegurando el cumplimiento de las metas del proyecto.

Aspectos grupales:

CRITERIO	NIVEL 1 : 0-2 puntos	NIVEL 2: 2- 4 puntos	NIVEL 3: 4 - 8 puntos	NIVEL 4: 8 - 10 puntos
Planificación del proyecto	No participo activamente en la planificación del proyecto.	Participo en la planificación del proyecto de manera básica, pero podría ser más proactivo y aportar más ideas.	Participo activamente en la planificación del proyecto, aportando ideas creativas y constructivas, y ayudo a definir los objetivos y las tareas del proyecto.	Lidero la planificación del proyecto de manera efectiva, organizando el trabajo del equipo, asignando responsabilidades y creando un cronograma realista.
Ejecución del proyecto	No cumplo con mis responsabilidades asignadas en el proyecto.	Cumplo con mis responsabilidades asignadas en el proyecto, pero con algunas dificultades o retrasos.	Cumplo con mis responsabilidades asignadas en el proyecto de manera eficiente y eficaz, y contribuyo al progreso del equipo.	Soy altamente responsable y proactivo en la ejecución del proyecto, tomo iniciativa para resolver problemas y superar obstáculos, y contribuyo significativamente al éxito del equipo.
Solución de problemas	No identifico ni resuelvo problemas que surgen durante el proyecto.	Identifico algunos problemas, pero no los resuelvo de manera efectiva.	Identifico y resuelvo problemas de manera efectiva, utilizando estrategias creativas y apropiadas.	Anticipo problemas potenciales y desarrollo estrategias preventivas para evitarlos, y soy capaz de resolver problemas complejos de manera creativa y eficaz.
Trabajo en equipo	No colaboro con mis compañeros de equipo o genero conflictos en el equipo	Colaboro con mis compañeros de equipo, pero hay algunos conflictos o desacuerdos.	Colaboro con mis compañeros de equipo de manera efectiva, respetando las ideas y aportes de todos, y ayudo a crear un ambiente de apoyo mutuo.	Promuevo un ambiente de colaboración sinérgica en el equipo, lidero la resolución de conflictos de manera efectiva, y fomento la comunicación abierta, el respeto mutuo y la confianza.

Rúbrica de evaluación para el docente en aprendizaje basado en proyectos en la asignatura de Química de ESO y Bachillerato

Objetivo: Esta rúbrica tiene como objetivo evaluar el desempeño del docente en la implementación de proyectos de aprendizaje basado en proyectos (ABP) en la asignatura de Química de ESO y Bachillerato. La rúbrica considera aspectos relacionados con la planificación, la guía, el apoyo y la evaluación de los proyectos, así como la creación de un ambiente de aprendizaje propicio para el desarrollo de las habilidades científicas de los estudiantes.

Planificación del proyecto

CRITERIO	NIVEL 1 : 0-2 puntos	NIVEL 2: 2- 4 puntos	NIVEL 3: 4 - 8 puntos	NIVEL 4: 8 - 10 puntos
Definición de los objetivos	Los objetivos del proyecto no están claros o no están alineados con los estándares curriculares.	Los objetivos del proyecto están definidos de manera básica, pero podrían ser más específicos y medibles.	Los objetivos del proyecto están definidos de manera clara, específica y medible, y están alineados con los estándares curriculares.	Los objetivos del proyecto están definidos de manera excepcionalmente clara, específica, medible y desafiante, y están alineados con los estándares curriculares y con las necesidades e intereses de los estudiantes.
Selección de temas	Los temas del proyecto no son relevantes para los estudiantes o no se relacionan con los conceptos químicos clave.	Los temas del proyecto son algo relevantes para los estudiantes y se relacionan con algunos conceptos químicos clave.	Los temas del proyecto son relevantes para los estudiantes y se relacionan con los conceptos químicos clave de manera significativa.	Los temas del proyecto son altamente relevantes para los estudiantes, se relacionan con los conceptos químicos clave de manera profunda y permiten la exploración de aplicaciones del mundo real.
Diseño de tareas	Las tareas del proyecto no son claras o no están bien estructuradas.	Las tareas del proyecto están definidas de manera básica, pero podrían ser más detalladas y desafiantes.	Las tareas del proyecto están definidas de manera clara, detallada y desafiante, y promueven el desarrollo de habilidades científicas clave.	Las tareas del proyecto están definidas de manera excepcionalmente clara, detallada y desafiante, y promueven el desarrollo de habilidades científicas clave de manera creativa y original.

Guía y apoyo a los estudiantes:

CRITERIO	NIVEL 1 : 0-2 puntos	NIVEL 2: 2- 4 puntos	NIVEL 3: 4 - 8 puntos	NIVEL 4: 8 - 10 puntos
Orientación	El docente no proporciona suficiente orientación a los estudiantes durante el desarrollo del proyecto.	El docente proporciona alguna orientación a los estudiantes, pero podría ser más específica y oportuna.	El docente proporciona orientación clara, específica y oportuna a los estudiantes durante el desarrollo del proyecto, y fomenta la autonomía y la autodirección.	El docente proporciona una orientación excepcionalmente clara, específica, oportuna y personalizada a los estudiantes durante el desarrollo del proyecto, y fomenta la autonomía, la autodirección y el pensamiento crítico.
Retroalimentación	El docente no proporciona retroalimentación constructiva a los estudiantes sobre su trabajo en el proyecto.	El docente proporciona alguna retroalimentación constructiva a los estudiantes, pero podría ser más específica y útil.	El docente proporciona retroalimentación constructiva, específica y útil a los estudiantes sobre su trabajo en el proyecto, y los guía para mejorar su desempeño.	El docente proporciona una retroalimentación excepcionalmente constructiva, específica, útil y personalizada a los estudiantes sobre su trabajo en el proyecto, y los guía para alcanzar su máximo potencial.
Apoyo al trabajo en equipo	El docente no facilita el trabajo en equipo efectivo entre los estudiantes.	El docente facilita el trabajo en equipo de manera básica, pero podría promover una mayor colaboración e interacción entre los estudiantes.	El docente facilita el trabajo en equipo de manera efectiva, crea un ambiente de colaboración e interacción entre los estudiantes, y promueve el respeto mutuo y la responsabilidad compartida.	El docente facilita el trabajo en equipo de manera excepcionalmente efectiva, crea un ambiente de colaboración e interacción sinérgica entre los estudiantes, y promueve el liderazgo compartido, la comunicación abierta y la resolución creativa de problemas.

Evaluación del proyecto

CRITERIO	NIVEL 1 : 0-2 puntos	NIVEL 2: 2- 4 puntos	NIVEL 3: 4 - 8 puntos	NIVEL 4: 8 - 10 puntos
RÚBRICA DE EVALUACIÓN	No se utiliza una rúbrica de evaluación o la rúbrica utilizada no es clara o no está bien definida.	Se utiliza una rúbrica de evaluación básica, pero podría ser más detallada y específica.	Se utiliza una rúbrica de evaluación clara, detallada y específica,	Se utiliza una rúbrica de evaluación, clara, concisa, con las puntuaciones debidamente numeradas y muy detallada.