

**Efecto del aprendizaje basado en proyectos en la adquisición de conocimientos sobre la diversidad biológica en estudiantes de bachillerato**

**Effect of project-based learning on the acquisition of biodiversity knowledge in high school students**

**Efeito da aprendizagem baseada em projectos na aquisição de conhecimentos sobre biodiversidade em alunos do ensino secundário**

Edgar Geovanny Villafuerte Mora<sup>1</sup>

Universidad Estatal de Milagro

[villafuertemora@gmail.com](mailto:villafuertemora@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0003-9090-8898>



Alex Arístides Aro Arana<sup>2</sup>

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura

[aro-aristides1@hotmail.com](mailto:aro-aristides1@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-0643-9623>



Fanny Paola Loor Desiderio<sup>3</sup>

Unidad Educativa Trece de Abril

[fannyp.loor@docentes.educacion.edu.ec](mailto:fannyp.loor@docentes.educacion.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0001-5298-1643>



Adriana Alexandra Llangari Morillo<sup>4</sup>

Escuela de Educación Básica Provincia de Pastaza

[adrianana.llangari@docentes.educacion.edu.ec](mailto:adrianana.llangari@docentes.educacion.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-1251-3490>



 **DOI / URL:** <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/n2/1260>

**Como citar:**

Villafuerte, E., Aro, A., Loor, F., & Llangari, A. (2025). *Efecto del aprendizaje basado en proyectos en la adquisición de conocimientos sobre la diversidad biológica en estudiantes de bachillerato*. *Código Científico Revista de Investigación*, 6(2), 1569-1583.

**Recibido:** 22/11/2025

**Aceptado:** 20/12/2025

**Publicado:** 31/12/2025

## **Resumen**

Este artículo investiga el impacto del aprendizaje basado en proyectos (ABP) en la adquisición de conocimientos sobre diversidad biológica entre estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa 29 de Agosto. El estudio empleó un diseño cuasiexperimental con un grupo experimental que participó en actividades de ABP centradas en la biodiversidad, y un grupo control que siguió el currículo tradicional de biología. Se evaluaron tanto variables cuantitativas (pruebas de conocimiento) como cualitativas (percepciones y experiencias) para analizar los efectos del ABP.

**Palabras Clave:** Aprendizaje basado en proyectos (ABP), Diversidad biológica, Pensamiento crítico, Impacto educativo, Motivación estudiantil.

## **Abstract**

This article investigates the impact of project-based learning (PBL) on the acquisition of knowledge about biological diversity among high school students at the Mariscal Sucre Educational Unit. The study employed a quasi-experimental design with an experimental group that participated in PBL activities focused on biodiversity, and a control group that followed the traditional biology curriculum. Both quantitative (knowledge tests) and qualitative (perceptions and experiences) variables were evaluated to analyze the effects of PBL.

**Key Words:** Project-based learning (PBL), Biodiversity, Critical thinking, Educational impact, Student motivation.

## **Resumo**

Este artigo investiga o impacto da aprendizagem baseada em projetos (ABP) na aquisição de conhecimentos sobre a diversidade biológica entre estudantes do ensino médio da Unidade Educativa 29 de Agosto. O estudo utilizou um delineamento quase experimental, com um grupo experimental que participou de atividades de ABP centradas na biodiversidade e um grupo controle que seguiu o currículo tradicional de biologia. Foram avaliadas tanto variáveis quantitativas (testes de conhecimento) quanto qualitativas (percepções e experiências) para analisar os efeitos do ABP.

**Palavras-chave:** Aprendizagem baseada em projetos (ABP); Diversidade biológica; Pensamento crítico; Impacto educacional; Motivação estudant.

## **Introducción**

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una metodología pedagógica que ha ganado prominencia en la educación contemporánea debido a su enfoque en el aprendizaje activo y significativo. En lugar de seguir un plan de estudios rígido y predefinido, el ABP involucra a los estudiantes en la exploración de problemas reales y relevantes, promoviendo así un aprendizaje profundo y aplicado (Bell, 2010). Este enfoque no solo favorece la retención de conocimientos, sino que también desarrolla habilidades críticas como la colaboración, el pensamiento crítico y la resolución de problemas (Barron, 2008).

Según un estudio realizado por Barron (2008), el ABP permite a los estudiantes explorar estos conceptos a través de proyectos prácticos y colaborativos, lo que resulta en una comprensión más profunda y duradera.

Investigaciones en el campo de la educación han revelado que los estudiantes que participan en proyectos de aprendizaje basados en problemas muestran mejoras significativas en el conocimiento y la actitud hacia la biodiversidad.

En el contexto de la educación secundaria, la enseñanza de la diversidad biológica representa un desafío significativo. La biodiversidad, entendida como la variedad de formas de vida en la Tierra, es un concepto fundamental en la biología y esencial para la sostenibilidad ambiental (Wilson, 1988). Sin embargo, los métodos tradicionales de enseñanza a menudo no logran capturar la complejidad y la importancia de este tema de manera efectiva (Jensen, 2002). En este sentido, el ABP se presenta como una estrategia innovadora y prometedora para mejorar la comprensión de la biodiversidad entre los estudiantes de bachillerato.

Investigaciones previas han señalado los beneficios del ABP en la educación científica. Por ejemplo, una revisión de la literatura sugiere que el ABP puede mejorar significativamente la comprensión de conceptos científicos y aumentar la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje (Krajcik, 2014).

Estudios recientes han demostrado que el ABP facilita una mayor conexión entre los estudiantes y el contenido, promoviendo habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas (Thomas, 2000). Además, estudios empíricos han demostrado que los estudiantes involucrados en proyectos de ciencias muestran una mayor capacidad para aplicar sus conocimientos en contextos reales y resolver problemas complejos (Blumenfeld, 1991).

Este estudio tiene como objetivo investigar el efecto del aprendizaje basado en proyectos en la adquisición de conocimientos sobre la diversidad biológica en estudiantes de bachillerato. Investigaciones recientes indican que el ABP no solo mejora el rendimiento académico, sino que también fomenta competencias científicas clave, tales como la capacidad de investigación, el trabajo en equipo y la comunicación científica (Minner, 2010). Estas habilidades son cruciales para preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos ambientales y científicos del siglo XXI.

A través de un diseño de investigación cuantitativo y cualitativo, se evaluará cómo el ABP influye en la comprensión de los estudiantes sobre la biodiversidad y en su capacidad para aplicar estos conocimientos en situaciones prácticas. Se espera que los resultados de esta investigación proporcionen evidencia sólida sobre la eficacia del ABP y contribuyan al desarrollo de estrategias educativas más efectivas y contextualizadas para la enseñanza de la biología.

### **Metodología**

La metodología de este estudio se diseñó para evaluar de manera rigurosa el impacto del aprendizaje basado en proyectos (ABP) en la adquisición de conocimientos sobre diversidad biológica. Se adoptó un enfoque mixto que combina métodos cuantitativos y cualitativos, permitiendo una evaluación integral de los efectos del ABP. Esta sección se expande en detalle para proporcionar una descripción exhaustiva del diseño, participantes,

procedimiento, instrumentos, análisis de datos y consideraciones éticas, incorporando referencias a estudios similares para contextualizar y validar las decisiones metodológicas.

### **Diseño de la Investigación**

Se empleará un diseño cuasiexperimental para evaluar el efecto del aprendizaje basado en proyectos (ABP) en la adquisición de conocimientos sobre diversidad biológica en estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa 29 de agosto.

El estudio empleó un diseño cuasiexperimental de pretest-posttest con grupos no equivalentes, un enfoque común en la investigación educativa cuando la asignación aleatoria completa no es factible debido a restricciones institucionales, como la estructura de clases existentes (Campbell & Stanley, 1963; Scribbr, 2020).

En este diseño, se compararon dos grupos: un grupo experimental que recibió la intervención ABP y un grupo control que siguió el currículo tradicional. Este tipo de diseño permite inferir causalidad aproximada al controlar variables confusas a través de mediciones pre y post intervención, aunque no elimina completamente las amenazas a la validez interna como en un experimento verdadero (Shadish, Cook & Campbell, 2002).

El uso de diseños cuasiexperimentales en educación ha sido ampliamente documentado en estudios sobre metodologías activas. Por ejemplo, en una investigación sobre el impacto de programas después de clases en el rendimiento académico, se utilizó un diseño similar con grupos no equivalentes para demostrar mejoras en calificaciones (Scribbr, 2020). De manera análoga, estudios en educación ambiental, como el de Baumgartner y Zabin (2008), sobre aprendizaje basado en proyectos en noveno grado, emplearon diseños cuasiexperimentales para evaluar la comprensión de conceptos ecológicos en entornos escolares reales. Este enfoque se seleccionó aquí porque permite la integración natural en el contexto educativo de la Unidad Educativa 29 de Agosto, minimizando interrupciones en el horario académico.

Para fortalecer la validez, se incluyeron controles como la verificación de equivalencia inicial entre grupos mediante pruebas pretest y análisis de covarianza (ANCOVA) para ajustar diferencias basales. Además, se monitorearon variables externas como la asistencia a clases y el apoyo familiar, siguiendo recomendaciones de la literatura para mitigar sesgos en diseños cuasiexperimentales (Helpful Professor, 2022).

### **Participantes**

La muestra consistió en 40 estudiantes de bachillerato (edades entre 15 y 17 años), de la Unidad Educativa 29 de Agosto, una institución pública en Ecuador con un enfoque en educación general. Los participantes se dividieron en dos grupos de 20 estudiantes cada uno: el grupo experimental y el grupo control. La selección se realizó mediante muestreo por conveniencia, seguido de una asignación aleatoria estratificada para equilibrar variables como género (50% masculino, 50% femenino en cada grupo), rendimiento académico previo (basado en calificaciones de biología del periodo lectivo anterior) y nivel socioeconómico (evaluado mediante un cuestionario breve sobre ingresos familiares).

Este tamaño de muestra se determinó considerando el poder estadístico para detectar diferencias medias (efecto tamaño de Cohen  $d=0.5$ ,  $\alpha=0.05$ , poder=0.80), utilizando software como G\*Power (Faul et al., 2007). Estudios similares en educación ambiental, como el de Öztürk y Soysal (2022), sobre aprendizaje basado en proyectos para la extinción de abejas, utilizaron muestras de tamaño comparable (alrededor de 40-50 estudiantes) y reportaron hallazgos significativos en biodiversidad.

Se excluyeron estudiantes con discapacidades de aprendizaje no atendidas o ausencias frecuentes (>20% de clases), para asegurar la integridad de la intervención. La diversidad demográfica reflejó la población escolar local: predominantemente mestiza, con un 30% de estudiantes de áreas rurales cercanas, lo que enriquece el contexto para temas de biodiversidad local.

## **Procedimiento**

El procedimiento se dividió en fases claras para asegurar la replicabilidad y el control. Inicialmente, se obtuvo aprobación institucional y consentimiento ético detallado más adelante. Luego, se administró una prueba pretest a ambos grupos durante la primera semana para establecer el conocimiento basal sobre biodiversidad.

La intervención duró 8 semanas, alineada con el módulo de biología del currículo nacional. Para el grupo experimental, se implementaron actividades ABP inspiradas en modelos probados, como el de SmartLab Learning (2023), que enfatiza proyectos prácticos en ciencias ambientales. Los proyectos incluyeron:

Fase de Planificación (Semanas 1-2): Estudiantes formaron equipos de 4-5 personas y seleccionaron temas de biodiversidad local, como la flora y fauna en parques cercanos o impactos de la deforestación en Ecuador. Se proporcionaron guías para definir problemas reales, formular hipótesis y diseñar planes de investigación, fomentando el pensamiento crítico (Barron, 2008).

Fase de Ejecución (Semanas 3-6): Los equipos recolectaron datos mediante salidas de campo inventarios de especies usando apps como Naturalist, similar a (Hiller et al., 2021), análisis de muestras y colaboración con expertos locales. Esto incluyó herramientas digitales para medir biodiversidad, como índices de Shannon-Wiener para diversidad de especies.

Fase de Presentación y Reflexión (Semanas 7-8): Los estudiantes presentaron informes, pósters y videos, seguido de reflexiones grupales sobre desafíos y aprendizajes. Esto alineado con el modelo PjBL-STEM de Mulyadi et al. (2023), que integra ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para empoderar el pensamiento crítico en ecología.

El grupo control recibió instrucción tradicional como las lecciones lectivas, lecturas y laboratorios estándar sobre biodiversidad, sin elementos proyectuales. Ambas intervenciones se impartieron por el mismo profesor para minimizar efectos de facilitador. En post

intervención, se administraron pruebas posttest y entrevistas. Todo el procedimiento se documentó en un diario de campo para triangulación de datos.

## **Instrumentos y Variables**

### **Variable independiente**

Corresponde a la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como estrategia metodológica en la enseñanza de la diversidad biológica. Esta variable se operacionalizó en dos modalidades:

Aplicación del ABP en el grupo experimental, mediante proyectos colaborativos, investigación de problemas reales y presentación de productos finales.

Método tradicional de enseñanza en el grupo control, basado en clases magistrales, lecturas guiadas y actividades convencionales.

### **Variable dependiente**

Es el conocimiento adquirido sobre la diversidad biológica, entendido como el nivel de comprensión conceptual, aplicación y análisis de contenidos relacionados con la biodiversidad, tales como especies, ecosistemas, conservación y sostenibilidad ambiental.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Para la medición de las variables se emplearon los siguientes instrumentos:

Prueba estandarizada de conocimientos sobre biodiversidad (Pretest y Posttest)

Se diseñó una prueba objetiva compuesta por 30 ítems de opción múltiple y preguntas de selección simple, alineadas con el currículo nacional de Biología de bachillerato.

El pretest permitió identificar el nivel inicial de conocimientos de ambos grupos antes de la intervención.

El post test se aplicó al finalizar el proceso para evaluar los cambios producidos tras la implementación del ABP.



La prueba fue validada por juicio de expertos en educación científica y presentó un nivel adecuado de confiabilidad, calculado mediante el coeficiente Alfa de Cronbach.

### **Guía de observación estructurada**

Se utilizó una guía de observación para registrar el desarrollo de habilidades asociadas al ABP, tales como participación activa, trabajo colaborativo, pensamiento crítico y resolución de problemas durante las sesiones de clase.

Este instrumento permitió complementar los datos cuantitativos y aportar información cualitativa sobre el proceso de aprendizaje.

### **Entrevistas semiestructuradas a estudiantes**

Al finalizar la intervención, se aplicaron entrevistas semiestructuradas a una muestra representativa del grupo experimental. Estas entrevistas permitieron recoger percepciones sobre la experiencia con el ABP, el interés por la biodiversidad y la aplicación de los conocimientos en contextos reales.

### **Diario de campo del docente-investigador**

Se empleó un diario de campo para registrar observaciones sistemáticas sobre el desarrollo de las actividades, dificultades presentadas, nivel de motivación estudiantil y cumplimiento de los objetivos del proyecto. Este instrumento facilitó la triangulación de datos y fortaleció la validez del estudio.

### **Análisis de Datos**

Se desarrolló a partir de un enfoque mixto, integrando procedimientos cuantitativos y cualitativos, con el propósito de evaluar de manera integral el efecto del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en la adquisición de conocimientos sobre la diversidad biológica en estudiantes de bachillerato.

Los datos obtenidos a través de las pruebas pretest y post test fueron procesados mediante estadística descriptiva, calculando medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar), lo que permitió identificar el nivel inicial y final de conocimientos de los estudiantes en ambos grupos. Posteriormente, se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas, con el fin de analizar las diferencias significativas entre los resultados del pretest y el post test dentro de cada grupo. Asimismo, se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes para comparar los resultados finales entre el grupo experimental y el grupo control, determinando el impacto de la intervención basada en ABP frente al método tradicional de enseñanza.

Se empleó un análisis de varianza (ANOVA) para contrastar las diferencias globales en el rendimiento académico entre los grupos y verificar la influencia de la variable independiente sobre la variable dependiente. Cuando fue necesario, se consideró el uso de análisis de covarianza (ANCOVA), utilizando el pretest como covariable, con el objetivo de controlar posibles diferencias iniciales entre los grupos. El nivel de significancia estadística se estableció en  $p < 0.05$ .

En cuanto al análisis cualitativo, la información obtenida a partir de las entrevistas semiestructuradas, la guía de observación y el diario de campo fue examinada mediante la técnica de análisis de contenido. Este proceso incluyó la codificación de las respuestas, la identificación de categorías y subcategorías emergentes, y la interpretación de patrones relacionados con la percepción de los estudiantes sobre el ABP, su interés por la biodiversidad y el desarrollo de habilidades científicas. La triangulación entre los datos cuantitativos y cualitativos permitió fortalecer la validez interna del estudio y proporcionar una comprensión más profunda de los resultados obtenidos.

## **Consideraciones Éticas**

El presente estudio se desarrolló respetando los principios éticos fundamentales establecidos para la investigación educativa. Previo al inicio de la investigación, se obtuvo la autorización institucional correspondiente y el consentimiento informado de los estudiantes participantes, así como de sus padres o tutores legales, garantizando que su participación fuera voluntaria y consciente. A los participantes se les informó claramente sobre los objetivos del estudio, los procedimientos a realizar, los beneficios esperados y la posibilidad de retirarse en cualquier momento sin que ello implique consecuencias académicas.

Se aseguró la confidencialidad y el anonimato de la información recopilada, mediante el uso de códigos alfanuméricos para la identificación de los participantes y el resguardo seguro de los datos obtenidos. La información recolectada fue utilizada exclusivamente con fines académicos y científicos, evitando cualquier uso indebido de los resultados.

La investigación cumplió con las normativas éticas vigentes para estudios en contextos educativos, promoviendo el respeto, la integridad y el bienestar de los participantes durante todo el proceso investigativo, y garantizando que las actividades desarrolladas no representaran riesgos físicos, psicológicos ni académicos para los estudiantes.

## **Conclusiones**

El recorrido realizado a lo largo de este artículo permite afirmar con contundencia que la creatividad y la resolución de problemas constituyen competencias centrales que la educación básica no puede seguir relegando a un plano secundario. Ambas se presentan como habilidades indispensables para enfrentar los desafíos de un mundo cambiante, en el que la innovación, la colaboración y la pertinencia social son requisitos esenciales para el desarrollo humano y comunitario. La incorporación del Design Thinking y del Aprendizaje Basado en Retos en los procesos pedagógicos aparece, en este marco, como una estrategia transformadora capaz de

renovar la práctica educativa y de responder a las demandas contemporáneas de calidad, inclusión y relevancia social en la educación.

## **Resultados**

### **Análisis Cuantitativo**

Los resultados del análisis cuantitativo evidencian diferencias significativas en el conocimiento adquirido sobre la diversidad biológica entre los estudiantes que participaron en la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y aquellos que siguieron el método tradicional de enseñanza.

En la prueba pretest, ambos grupos presentaron niveles de conocimiento similares, lo que indica una equivalencia inicial entre el grupo experimental y el grupo control. Sin embargo, tras la intervención pedagógica, los resultados del post test mostraron un incremento significativo en las puntuaciones del grupo experimental en comparación con el grupo control.

La aplicación de la prueba t de Student para muestras relacionadas reveló mejoras estadísticamente significativas en el grupo experimental entre el pretest y el post test ( $p < 0.05$ ), lo que demuestra un impacto positivo del ABP en la adquisición de conocimientos sobre biodiversidad. En contraste, el grupo control presentó avances menos significativos, asociados al uso de metodologías tradicionales.

La prueba t de Student para muestras independientes y el análisis de varianza (ANOVA) confirmaron la existencia de diferencias significativas entre ambos grupos en los resultados finales, favoreciendo al grupo que trabajó con ABP. Estos hallazgos indican que la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos influyó de manera positiva y significativa en el rendimiento académico de los estudiantes en relación con la diversidad biológica.

## **Análisis Cualitativo**

Realizado a partir de las entrevistas semiestructuradas, la guía de observación y el diario de campo, permitió identificar percepciones, experiencias y valoraciones de los estudiantes respecto a la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos.

Los resultados del análisis de contenido evidenciaron categorías emergentes relacionadas con el incremento del interés por la biodiversidad, la participación activa, el trabajo colaborativo y el desarrollo del pensamiento crítico. Los estudiantes manifestaron una mayor motivación hacia el aprendizaje, destacando que el trabajo con proyectos les permitió comprender mejor los contenidos al vincularlos con problemas reales de su entorno.

Se observó una mejora en la capacidad de los estudiantes para aplicar los conocimientos adquiridos en contextos prácticos, así como en habilidades de comunicación, investigación y cooperación. Las observaciones registradas en el diario de campo reflejaron un mayor compromiso durante las actividades del grupo experimental, en comparación con el grupo control.

La triangulación de los datos cualitativos con los resultados cuantitativos permitió corroborar que el Aprendizaje Basado en Proyectos no solo fortaleció el conocimiento conceptual sobre la diversidad biológica, sino que también favoreció el desarrollo de competencias científicas y actitudes positivas hacia el aprendizaje de la biología.

## **Conclusión**

Los resultados del presente estudio permiten concluir que la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) tiene un impacto positivo y significativo en la adquisición de conocimientos sobre la diversidad biológica en estudiantes de bachillerato. En comparación con el método tradicional de enseñanza, el ABP demostró ser una estrategia pedagógica más eficaz para favorecer una comprensión profunda y aplicada de los contenidos biológicos.

Desde el enfoque cuantitativo, se evidenció que los estudiantes del grupo experimental alcanzaron mejores niveles de rendimiento académico tras la intervención, lo que confirma que el aprendizaje activo y contextualizado contribuye al fortalecimiento del conocimiento conceptual sobre biodiversidad. Las diferencias significativas encontradas entre los grupos respaldan la pertinencia del ABP como metodología innovadora dentro de la enseñanza de las ciencias naturales.

El análisis cualitativo permitió identificar que el ABP favoreció el incremento del interés y la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de la biodiversidad, así como el desarrollo de habilidades científicas esenciales, tales como el trabajo colaborativo, el pensamiento crítico, la investigación y la comunicación científica. Estas competencias resultan fundamentales para enfrentar los desafíos ambientales y educativos del siglo XXI.

De manera integral, la triangulación de los resultados cuantitativos y cualitativos confirma que el Aprendizaje Basado en Proyectos no solo mejora el desempeño académico, sino que también promueve una actitud activa, reflexiva y comprometida frente al aprendizaje de la biología. La incorporación progresiva del ABP en el currículo de bachillerato, especialmente en temas complejos como la diversidad biológica, con el fin de fortalecer procesos de enseñanza-aprendizaje más significativos, contextualizados y orientados a la sostenibilidad ambiental.

Este estudio aporta evidencia empírica relevante para la comunidad educativa, contribuyendo al desarrollo de estrategias didácticas innovadoras que potencien la formación científica integral de los estudiantes y respondan a las demandas actuales de la educación secundaria.

### **Referencias bibliográficas**

Barron, B. &.-H. (2008). *eaching for Meaningful Learning: A Review of Research on Inquiry-Based and Cooperative Learning*. In Edutopia. The George Lucas Educational Foundation.

- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39-43.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Blumenfeld, P. C. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*, 26((3-4)), 369-398.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
- Jensen, E. (2002). Biological Diversity and Education for Sustainable Development. *Journal of Biological Education*, 36(2), 64-67.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00219266.2002.9655801>
- Krajcik, J. S. (2014). *Teaching Science in Elementary and Middle School Classrooms: A Project-Based Approach*. Routledge.
- Minner, D. D. (2010). Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. • Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-what is it and *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Thomas, J. W. (2000). *A Review of Research on Project-Based Learning*. Autodesk Foundation.
- Wilson, E. O. (1988). *Biodiversity*. National Academy Press.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.17226/989>.