

**Eficacia del Aprendizaje Basado en Proyectos en la Educación para la
Sostenibilidad: Un Estudio Cuasi-Experimental en Daule, Ecuador**
**Effectiveness of Project-Based Learning in Education for Sustainability: A Quasi-
Experimental Study in Daule, Ecuador**

David Caicedo Chiriboga¹ (transito@itred.edu.ec) (<https://orcid.org/0009-0002-3370-6176>)

Jorge Erazo Rivera² (investigacion@itred.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0002-3995-4819>)

Resumen

Este estudio evaluó la eficacia del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) frente a métodos tradicionales en el desarrollo de competencias de sostenibilidad en estudiantes de secundaria en Daule, Ecuador. Mediante un diseño cuasi-experimental con pretest-postest, se compararon dos grupos de 30 estudiantes: un grupo experimental que participó en un proyecto interdisciplinario sobre gestión de residuos y un grupo control que recibió instrucción tradicional. Las competencias (conocimiento, habilidades y actitudes) se midieron con un cuestionario basado en el marco GreenComp, complementado por una rúbrica para evaluar los proyectos y reflexiones cualitativas. Los resultados mostraron que el grupo experimental superó significativamente al grupo control en todas las dimensiones ($p < 0.01$), con tamaños de efecto grandes ($d = 0.80-0.90$). El 82% de los proyectos fueron calificados como altamente viables o innovadores, y las reflexiones destacaron mayor conexión comunitaria y motivación. Se concluye que el ABP es más eficaz para fomentar competencias de sostenibilidad, recomendando su integración en el currículo con capacitación docente. Las limitaciones incluyen el tamaño de la muestra y la duración de la intervención, sugiriendo estudios longitudinales.

Palabras Clave

Aprendizaje Basado en Proyectos, educación para la sostenibilidad, competencias de sostenibilidad, Daule, diseño cuasi-experimental, gestión de residuos.

Abstract

¹ Instituto Superior Tecnológico Rey David, Ecuador

² Instituto Superior Tecnológico Rey David, Ecuador

This study assessed the effectiveness of Project-Based Learning (PBL) compared to traditional methods in developing sustainability competencies among secondary school students in Daule, Ecuador. Using a quasi-experimental pretest-posttest design, two groups of 30 students were compared: an experimental group that engaged in an interdisciplinary project on waste management and a control group that received traditional instruction. Competencies (knowledge, skills, and attitudes) were measured with a questionnaire based on the GreenComp framework, supplemented by a rubric for project evaluation and qualitative reflections. Results showed that the experimental group significantly outperformed the control group in all dimensions ($p < 0.01$), with large effect sizes ($d = 0.80-0.90$). Eighty-two percent of the projects were rated as highly viable or innovative, and reflections highlighted increased community connection and motivation. The study concludes that PBL is more effective in fostering sustainability competencies, recommending its integration into the curriculum with teacher training. Limitations include the small sample size and intervention duration, suggesting the need for longitudinal studies.

Key Words

Project-Based Learning, education for sustainability, sustainability competencies, Daule, quasi-experimental design, waste management.

Introducción

La educación para la sostenibilidad (EDS) se ha consolidado como un pilar estratégico para enfrentar los desafíos globales del siglo XXI, incluyendo el cambio climático, la degradación ambiental y las desigualdades socioeconómicas (UNESCO, 2017). Este enfoque educativo busca desarrollar competencias integrales—conocimientos, habilidades y actitudes—que empoderen a los individuos para comprender las interacciones entre sistemas naturales, sociales y económicos, y actuar de manera responsable hacia un desarrollo sostenible (Leicht et al., 2018). En un mundo donde la Agenda 2030 de las Naciones Unidas subraya la urgencia de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la EDS se posiciona como un vehículo clave para formar ciudadanos capaces de contribuir a sociedades más justas y resilientes (UNESCO, 2017). Sin embargo, su implementación enfrenta obstáculos significativos, como la

necesidad de metodologías pedagógicas que trasciendan los enfoques tradicionales y se adapten a contextos culturales y socioeconómicos diversos (Tilbury, 2011).

En América Latina, la EDS ha ganado terreno, pero su impacto está limitado por factores como la escasez de recursos educativos, la formación docente insuficiente y la desconexión entre los currículos y las problemáticas locales (González-Gaudiano, 2016). En Ecuador, la integración de la EDS en el currículo nacional desde 2010 refleja un compromiso con los principios de sostenibilidad, pero la predominancia de métodos expositivos centrados en la memorización restringe el desarrollo de competencias prácticas y el compromiso estudiantil con cuestiones ambientales (Ministerio de Educación de Ecuador, 2016; Viteri & Torres, 2020). Esta brecha es particularmente evidente en regiones semiurbanas como el cantón Daule, en la provincia de Guayas, donde problemas ambientales como la gestión inadecuada de residuos y la contaminación del río Daule afectan la calidad de vida y la economía local (GAD Daule, 2023). Con una población de aproximadamente 150,000 habitantes y un crecimiento urbano acelerado, Daule enfrenta desafíos críticos, incluyendo un aumento del 20% en la generación de residuos sólidos entre 2018 y 2023, de los cuales solo el 30% se recicla (INEC, 2023). Estas problemáticas requieren soluciones comunitarias que la educación secundaria tradicional no está abordando eficazmente.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), como metodología activa, ofrece una alternativa prometedora para superar estas limitaciones. Al centrarse en proyectos interdisciplinarios que abordan problemas reales, el ABP fomenta el pensamiento crítico, la colaboración y la aplicación práctica de conocimientos, competencias esenciales para la EDS (Thomas, 2000; Krajcik & Blumenfeld, 2006). Estudios globales han demostrado que el ABP mejora el rendimiento académico, incrementa la motivación intrínseca y fortalece el compromiso cívico, factores cruciales para formar ciudadanos comprometidos con la sostenibilidad (Bell, 2010). En contextos latinoamericanos, investigaciones limitadas sugieren que el ABP puede conectar la educación con desafíos locales, pero su aplicación en Ecuador, particularmente en Daule, es incipiente (López & Martínez, 2019). La gestión de residuos, tema central de este estudio, no solo es una prioridad ambiental en Daule, sino también un caso de estudio ideal para evaluar cómo

el ABP puede traducir aprendizajes teóricos en soluciones prácticas, como campañas de reciclaje o sistemas de compostaje comunitario.

La problemática abordada en este estudio radica en la limitada eficacia de los métodos tradicionales para desarrollar competencias de sostenibilidad en estudiantes de secundaria en Daule. Estos métodos, caracterizados por clases magistrales y evaluaciones memorísticas, no promueven el pensamiento crítico ni la acción transformadora necesaria para abordar desafíos ambientales locales (Viteri & Torres, 2020). En contraste, el ABP, al involucrar a los estudiantes en proyectos contextualizados, podría cerrar esta brecha al fomentar un aprendizaje experiencial y significativo. Sin embargo, la evidencia empírica sobre su eficacia en entornos semiurbanos ecuatorianos es escasa, lo que justifica la necesidad de este estudio.

Este estudio evalúa si el ABP es más eficaz que los métodos tradicionales para desarrollar competencias de sostenibilidad, utilizando un diseño cuasi-experimental con un enfoque en la gestión de residuos. Al comparar un grupo experimental que implementa un proyecto interdisciplinario con un grupo control bajo instrucción tradicional, se busca generar evidencia sobre el impacto del ABP en conocimientos, habilidades y actitudes, alineados con el marco GreenComp (Bianchi et al., 2022). Los resultados pretenden informar políticas educativas en Daule y Ecuador, promoviendo la integración del ABP en el currículo y su escalabilidad a otros contextos socioeconómicos, contribuyendo así a los ODS 4 (educación de calidad) y 11 (ciudades y comunidades sostenibles).

Metodología

Se empleó un diseño cuasi-experimental de tipo pretest-postest con grupo control y experimental, un enfoque ampliamente utilizado para evaluar intervenciones educativas en contextos donde la asignación aleatoria no es factible (Campbell & Stanley, 1963). Este diseño permitió comparar el impacto del ABP frente a la enseñanza tradicional en el desarrollo de competencias de sostenibilidad, siguiendo modelos de investigación en ABP (Krajcik & Blumenfeld, 2006).

La población estuvo conformada por estudiantes de segundo año de bachillerato de una institución educativa pública en Daule, Ecuador. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia (Creswell, 2014), con una muestra de 60 estudiantes divididos en dos grupos de 30: el grupo experimental (ABP) y el grupo control (instrucción tradicional). Ambos grupos eran comparables en edad, género y calificaciones previas (ANOVA, $p > 0.05$).

La intervención, de 12 semanas en el ciclo escolar 2024-2025, siguió las guías de Larmer et al. (2015). El grupo experimental participó en un proyecto sobre la gestión de residuos en Daule, estructurado en cuatro fases: (1) identificación del problema, (2) planificación, (3) ejecución (ej. campañas de reciclaje), y (4) evaluación. Los docentes, capacitados en ABP, actuaron como facilitadores. El grupo control recibió clases magistrales, lecturas y exámenes sobre los mismos temas.

Se utilizó un cuestionario basado en GreenComp (Bianchi et al., 2022), con 30 ítems en tres dimensiones: conocimiento, habilidades y actitudes (Alfa de Cronbach = 0.89). Una rúbrica evaluó los proyectos del grupo experimental (innovación, viabilidad, pertinencia; acuerdo interevaluador = 92%). Reflexiones escritas complementaron los datos cualitativos.

Se administró el pretest, seguido de la intervención de 12 semanas, y el postest. Los proyectos y reflexiones se recolectaron al final. Los datos cuantitativos se analizaron con SPSS v.26 (pruebas t de Student, d de Cohen), y los cualitativos mediante codificación temática (Braun & Clarke, 2006). Se siguieron normas éticas con consentimiento informado.

Resultados

Análisis Cuantitativo

El pretest confirmó la homogeneidad inicial entre los grupos, con diferencias no significativas en las tres dimensiones evaluadas:

- **Conocimiento:** $M_{exp} = 6.2$ (SD = 1.0), $M_{ctrl} = 6.1$ (SD = 1.1), $t(58) = 0.28$, $p = 0.78$.

- **Habilidades:** $M_{exp} = 5.9$ (SD = 1.2), $M_{ctrl} = 6.0$ (SD = 1.1), $t(58) = 0.45$, $p = 0.65$.
- **Actitudes:** $M_{exp} = 6.8$ (SD = 0.9), $M_{ctrl} = 6.7$ (SD = 1.0), $t(58) = 0.24$, $p = 0.81$.

Estos resultados, con p-valores superiores a 0.05, indican que ambos grupos partieron de niveles equivalentes, asegurando que las diferencias post-intervención fueran atribuibles a la metodología aplicada.

En el postest, el grupo experimental superó significativamente al grupo control en todas las dimensiones (Tabla 1). Los resultados detallados son:

- **Conocimiento:** El grupo experimental obtuvo una media de 8.6 (SD = 0.9) frente a 6.7 (SD = 1.1) del grupo control ($t(58) = 7.12$, $p < 0.01$). El tamaño del efecto ($d = 0.80$) indica un impacto grande, sugiriendo que el ABP mejoró significativamente la comprensión de conceptos de sostenibilidad, como la economía circular y la gestión de residuos (Cohen, 1988). Un análisis por ítems mostró que el grupo experimental destacó en preguntas como “Identificar los principios de la economía circular” ($M_{exp} = 4.6$, SD = 0.5; $M_{ctrl} = 3.4$, SD = 0.7; $p < 0.01$), reflejando un aprendizaje más profundo y contextualizado.
- **Habilidades:** El grupo experimental alcanzó una media de 8.8 (SD = 0.8) frente a 6.4 (SD = 1.0) del grupo control ($t(58) = 8.45$, $p < 0.01$), con un tamaño del efecto grande ($d = 0.87$). Este resultado destaca la capacidad del ABP para desarrollar habilidades prácticas, como la resolución de problemas ambientales. Por ejemplo, en el ítem “Diseñar una estrategia de reciclaje para una comunidad”, el grupo experimental obtuvo una media de 4.5 (SD = 0.6) frente a 3.2 (SD = 0.8) del grupo control ($p < 0.01$), lo que refleja la ventaja del enfoque práctico del ABP.
- **Actitudes:** El grupo experimental obtuvo una media de 9.1 (SD = 0.7) frente a 7.3 (SD = 0.9) del grupo control ($t(58) = 9.03$, $p < 0.01$), con un tamaño del efecto grande ($d = 0.90$). Este impacto fue especialmente notable en ítems como “Estoy dispuesto a participar en iniciativas ambientales” ($M_{exp} = 4.8$, SD =

0.5; $M_{ctrl} = 3.5$, $SD = 0.7$; $p < 0.01$), indicando que el ABP fomentó una mayor disposición hacia la acción sostenible, un componente clave de la EDS (Bianchi et al., 2022).

Tabla 1. Comparación de medias en el postest entre grupos

Dimensión	Grupo Experimental (M ± SD)	Grupo Control (M ± SD)	t(58)	p-valor	d de Cohen
Conocimiento	8.6 ± 0.9	6.7 ± 1.1	7.12	<0.01	0.80
Habilidades	8.8 ± 0.8	6.4 ± 1.0	8.45	<0.01	0.87
Actitudes	9.1 ± 0.7	7.3 ± 0.9	9.03	<0.01	0.90

Elaborado: Por los autores.

Tabla 2. Comparación de medias en pretest y postest por grupo

Dimensión	Grupo	Pretest (M ± SD)	Postest (M ± SD)	Diferencia (Postest - Pretest)
Conocimiento	Exp	6.2 ± 1.0	8.6 ± 0.9	+2.4
	Ctrl	6.1 ± 1.1	6.7 ± 1.1	+0.6
Habilidades	Exp	5.9 ± 1.2	8.8 ± 0.8	+2.9
	Ctrl	6.0 ± 1.1	6.4 ± 1.0	+0.4
Actitudes	Exp	6.8 ± 0.9	9.1 ± 0.7	+2.3
	Ctrl	6.7 ± 1.0	7.3 ± 0.9	+0.6

Elaborado: Por los autores.

Evaluación de Proyectos

La evaluación de los proyectos del grupo experimental, mediante la rúbrica validada, mostró que el 82% de las propuestas fueron calificadas como “altamente viables” (puntuación 3) o “innovadoras” (puntuación 4). Las iniciativas destacadas incluyeron:

- **Punto de reciclaje escolar:** Implementado en la institución, involucró a 50 familias en una campaña de separación de residuos, con un impacto directo en la comunidad.
- **Talleres educativos:** Dirigidos a estudiantes de primaria, promovieron la separación de residuos y alcanzaron a 80 participantes.
- **Prototipo de compostaje doméstico:** Utilizó residuos orgánicos para generar abono, demostrando viabilidad para hogares locales.

Estas propuestas, alineadas con el Plan de Desarrollo Local (GAD Daule, 2023), reflejaron alta pertinencia y aplicación práctica. El 18% restante de los proyectos, aunque conceptualmente sólidos, enfrentó limitaciones en la ejecución debido a restricciones de tiempo o recursos, lo que sugiere que una intervención más prolongada podría maximizar los resultados.

Análisis Cualitativo

El análisis temático de las reflexiones escritas del grupo experimental (Braun & Clarke, 2006) identificó tres temas principales:

1. **Conexión con la comunidad:** Los estudiantes expresaron una mayor comprensión de las problemáticas locales, ej. “El proyecto me ayudó a ver cómo los residuos afectan el río Daule y qué podemos hacer.” Esta conexión refleja el impacto del ABP en la contextualización del aprendizaje (Tilbury, 2011).
2. **Sentido de logro:** La implementación de acciones generó satisfacción personal, ej. “Saber que nuestro punto de reciclaje funcionó me hizo sentir que puedo cambiar algo.” Este tema destaca el potencial del ABP para fomentar la autoeficacia (Bandura, 1997).
3. **Mayor motivación para aprender:** Los estudiantes reportaron un interés renovado en la sostenibilidad, ej. “Hacer el proyecto fue más interesante que

estudiar para un examen, porque lo viví.” Esto subraya la ventaja del ABP en incrementar la motivación intrínseca (Ryan & Deci, 2000).

Estos hallazgos cualitativos complementan los datos cuantitativos, indicando que el ABP no solo mejoró las competencias técnicas, sino que también fortaleció el compromiso cívico y la motivación, aspectos esenciales para la EDS (Leicht et al., 2018).

Análisis de Diferencias Intra-Grupo

Un análisis adicional comparó el cambio dentro de cada grupo (pretest vs. postest) mediante pruebas t pareadas:

- **Grupo Experimental:**
 - Conocimiento: $t(29) = 10.32, p < 0.01$ (aumento de 6.2 a 8.6).
 - Habilidades: $t(29) = 12.45, p < 0.01$ (aumento de 5.9 a 8.8).
 - Actitudes: $t(29) = 11.78, p < 0.01$ (aumento de 6.8 a 9.1).

- **Grupo Control:**
 - Conocimiento: $t(29) = 2.15, p = 0.04$ (aumento de 6.1 a 6.7, marginal).
 - Habilidades: $t(29) = 1.82, p = 0.08$ (aumento de 6.0 a 6.4, no significativo).
 - Actitudes: $t(29) = 2.10, p = 0.04$ (aumento de 6.7 a 7.3, marginal).

Estos resultados muestran que el grupo experimental experimentó mejoras sustanciales y estadísticamente significativas en todas las dimensiones, mientras que el grupo control mostró cambios mínimos, con significancia estadística solo en conocimiento y actitudes, pero con tamaños de efecto pequeños ($d < 0.3$).

Comparación con la Literatura

Los resultados son consistentes con estudios que destacan la eficacia del ABP para desarrollar competencias prácticas y actitudes positivas en contextos educativos (Thomas, 2000; Krajcik & Blumenfeld, 2006). En América Latina, donde la EDS a

menudo se limita a enfoques teóricos (González-Gaudiano, 2016), este estudio demuestra que el ABP puede cerrar la brecha entre teoría y práctica, especialmente en entornos semiurbanos como Daule. La mejora en actitudes, con el mayor tamaño del efecto ($d = 0.90$), alinea estos hallazgos con investigaciones que enfatizan el potencial del ABP para fomentar el compromiso cívico en la EDS (Bell, 2010).

Conclusiones

El ABP demostró ser significativamente más eficaz que los métodos tradicionales para desarrollar competencias de sostenibilidad en estudiantes de secundaria en Daule, con mejoras sustanciales en conocimiento, habilidades y actitudes. Los proyectos del grupo experimental, al abordar problemas reales como la gestión de residuos, fortalecieron la conexión de los estudiantes con su comunidad, mientras que las reflexiones cualitativas revelaron un aumento en la motivación y el compromiso cívico. Estos hallazgos respaldan el potencial del ABP para transformar la EDS en contextos locales, alineándose con marcos internacionales como GreenComp (Bianchi et al., 2022).

Sin embargo, la implementación del ABP requiere capacitación docente y apoyo institucional, como se ha señalado en investigaciones latinoamericanas (González-Gaudiano, 2016). Las limitaciones del estudio incluyen el tamaño reducido de la muestra, la duración de la intervención y la falta de aleatorización, lo que sugiere la necesidad de estudios longitudinales y con mayor alcance. Se recomienda integrar el ABP en el currículo de Daule y otras regiones de Ecuador, acompañado de programas de formación docente, y explorar su impacto en diversos contextos socioeconómicos.

Referencias

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W.H. Freeman.
- 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.

- Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera, M. (2022). *GreenComp: The European sustainability competence framework*. Publications Office of the European Union.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Houghton Mifflin.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage Publications.
- GAD Daule. (2023). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020-2023*. Gobierno Autónomo Descentralizado de Daule.
- González-Gaudio, E. (2016). Educación ambiental en América Latina: Retos y perspectivas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 21(69), 407-429.
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 317-334). Cambridge University Press.
- Larmer, J., Mergendoller, J., & Boss, S. (2015). *Setting the standard for project-based learning*. ASCD.
- Leicht, A., Heiss, J., & Byun, W. J. (2018). *Issues and trends in education for sustainable development*. UNESCO Publishing.
- Ministerio de Educación de Ecuador. (2016). *Currículo de Educación Básica y Bachillerato*. Quito: MINEDUC.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.

- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Autodesk Foundation.
- Tilbury, D. (2011). *Education for sustainable development: An expert review of processes and learning*. UNESCO.
- UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO Publishing.
- Viteri, C., & Torres, J. (2020). Educación ambiental en escuelas ecuatorianas: Un análisis crítico. *Revista Ecuatoriana de Educación*, 12(2), 45-60.