

Impacto del Aprendizaje Basado en Proyectos en el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de bachillerato

Impact of Project-Based Learning on the development of scientific competencies in high school students

Impacto da Aprendizagem Baseada em Projetos no desenvolvimento de competências científicas em alunos do ensino médio

Navarrete-García, Yulenny Selenia
Universidad Estatal de Milagro
ynavarreteg2@unemi.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-1067-0212>



Salgado-Chávez, Egidio Yobanny
Universidad Estatal de Milagro
echevez@unemi.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4130-0566>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v7/n1/1467>

Como citar:

Navarrete-García, Y. S., & Salgado-Chávez, E. Y. (2026). Impacto del Aprendizaje Basado en Proyectos en el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de bachillerato. *Código Científico Revista De Investigación*, 7(1), 252–272.

Recibido: 11/05/2026

Aceptado: 08/06/2026

Publicado: 30/06/2026

Resumen

El ABP tuvo un efecto positivo y significativo sobre el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes de primero de bachillerato de una institución fiscal ecuatoriana del cantón Chone, provincia de Manabí, con un puntaje total de 9,19 puntos en el postest, tras nueve semanas de intervención estructurada (d de Cohen = 3,12), frente a una mejora atribuible a la maduración test-Pretest de solo 3,09 puntos en el grupo que mantuvo la enseñanza tradicional durante el mismo periodo. La comparación entre grupos del postest arrojó una diferencia de 6,20 puntos a favor del grupo experimental ($p < 0,001$; $d = 2,66$), confirmando que el ABP genera aprendizajes científicos tanto cuantitativa como cualitativamente superiores a los que generan las metodologías. Las dimensiones indagación científicamente competencias comunicativas, que son históricamente las más débiles en contextos de enseñanza expositiva tradicional, fueron precisamente las que mostraron las ganancias más altas en el grupo experimental ($d = 2,93$ y $d = 2,70$ respectivamente), lo que indica que el ABP activa procesos cognitivos, investigativos y comunicativos que la instrucción expositiva tradicional no consigue activar sostenidamente. Un 93,7% de los alumnos del grupo experimental alcanzó niveles de desempeño adecuados o avanzados en el postest contra solo un 19,4% del grupo control, lo cual demuestra una transformación sustantiva y generalizada de los perfiles de logro académico a partir de la intervención metodológica aplicada. Finalmente, una fidelidad de implementación del 95,5% de la secuencia didáctica ABP demuestra la factibilidad concreta para implementar las metodologías activas en las instituciones fiscales ecuatorianas siempre que se dé rigor a la planificación, formación docente y acompañamiento pedagógico.

Palabras clave: Aprendizaje basado en proyectos; Método de aprendizaje; Competencias; Enseñanza de las ciencias; Evaluación del rendimiento escolar.

Abstract

PBL had a positive and significant effect on the development of scientific competencies among 11th-grade students at a public school in the Chone canton, Manabí province, Ecuador, with a total post-test score of 9.19 points following nine weeks of structured intervention (Cohen's $d = 3.12$), compared to a pre-test to post-test improvement attributable to maturation of only 3.09 points in the group that continued with traditional instruction during the same period. The post-test comparison between groups yielded a difference of 6.20 points in favor of the experimental group ($p < 0.001$; $d = 2.66$), confirming that PBL generates scientific learning that is both quantitatively and qualitatively superior to that generated by traditional methodologies. The dimensions of scientific inquiry and communicative competencies—which are historically the weakest in traditional expository teaching contexts—were precisely those that showed the highest gains in the experimental group ($d = 2.93$ and $d = 2.70$, respectively), indicating that PBL activates cognitive, investigative, and communicative processes that traditional expository instruction fails to sustainably activate. 93.7% of the students in the experimental group achieved adequate or advanced performance levels on the posttest, compared to only 19.4% in the control group, demonstrating a substantial and widespread transformation in academic achievement profiles resulting from the applied methodological intervention. Finally, a 95.5% fidelity of implementation of the PBL instructional sequence demonstrates the concrete feasibility of implementing active methodologies in Ecuadorian public schools, provided that rigor is maintained in planning, teacher training, and pedagogical support.

Keywords: Project-based learning; Learning method; Competencies; Science education; Assessment of academic performance.

Resumo

A ABP teve um efeito positivo e significativo no desenvolvimento das competências científicas dos alunos do primeiro ano do ensino médio de uma instituição pública equatoriana do cantão de Chone, província de Manabí, com uma pontuação total de 9,19 pontos no pós-teste, após nove semanas de intervenção estruturada (d de Cohen = 3,12), em comparação com uma melhora atribuível ao efeito de amadurecimento pré-teste/pós-teste de apenas 3,09 pontos no grupo que manteve o ensino tradicional durante o mesmo período. A comparação entre os grupos no pós-teste revelou uma diferença de 6,20 pontos a favor do grupo experimental ($p < 0,001$; $d = 2,66$), confirmando que a ABP gera aprendizados científicos tanto quantitativa quanto qualitativamente superiores aos gerados pelas metodologias tradicionais. As dimensões de investigação científica e competências comunicativas, que são historicamente as mais fracas em contextos de ensino expositivo tradicional, foram precisamente as que apresentaram os ganhos mais elevados no grupo experimental ($d=2,93$ e $d=2,70$, respectivamente), o que indica que o ABP ativa processos cognitivos, investigativos e comunicativos que a instrução expositiva tradicional não consegue ativar de forma sustentada. 93,7% dos alunos do grupo experimental alcançaram níveis de desempenho adequados ou avançados no pós-teste, contra apenas 19,4% do grupo controle, o que demonstra uma transformação substancial e generalizada dos perfis de desempenho acadêmico a partir da intervenção metodológica aplicada. Por fim, uma fidelidade de implementação de 95,5% da sequência didática do ABP demonstra a viabilidade concreta de implementar metodologias ativas nas instituições públicas equatorianas, desde que haja rigor no planejamento, na formação docente e no acompanhamento pedagógico.

Palavras-chave: Aprendizagem baseada em projetos; Método de aprendizagem; Competências; Ensino de ciências; Avaliação do desempenho escolar.

Introducción

Según las orientaciones curriculares ecuatorianas más recientes, se propone que se desarrollen competencias, que haya flexibilidad pedagógica y aprendizajes contextualizados, para que las instituciones consigan una enseñanza pertinente a las necesidades reales de los estudiantes (Ministerio de Educación del Ecuador, 2021).

El informe de evaluación de capacidades de PISA para Ecuador insista en las condiciones institucionales que hagan posible que las mejoras en los aprendizajes y en la evaluación educativa sean sostenibles (OECD, 2024). No obstante, en muchas prácticas escolares sigue operando una lógica de docente que explica, alumnos que copian y ejercicios (soluciones) que se resuelven sin mayor investigación, debate, trabajo compartido, ni sintonía con el contexto.

Se entienden como aquellas capacidades que tienen los estudiantes para explicar científicamente los fenómenos, diseñar y evaluar la indagación, además de interpretar datos y evidencias científicamente (OECD, 2024). El desarrollo de capacidades comunicativas requiere metodologías que generen instancias donde éstas se ejerciten, se observen y se evalúen ante criterios explícitos, lo que rara vez sucede en la enseñanza convencional.

El ABP es una metodología activa que organiza el aprendizaje a partir de preguntas, problemas o desafíos relevantes del mundo real del estudiante.

Según el enfoque de la educación ecuatoriana, el ABP promueve aprendizajes significativos. En este sentido, se involucra de forma activa al estudiante, el trabajo colaborativo y los requerimientos del contexto (Ministerio de Educación del Ecuador, 2024). Según Kurt y Akcaoğlu (2023), el aprendizaje de los estudiantes pasa de un proceso de recepción a un proceso de investigación escolar cuando se definen correctamente el tiempo, el producto, el acompañamiento del/a docente y los criterios de evaluación que utilizarán.

La evidencia internacional disponible indica que el PBL parece ser un método adecuado en el ámbito de la educación científica. Kurt y Akcaoğlu (2023) informan en una revisión sistemática beneficios para la comprensión conceptual, la motivación, la autonomía, las habilidades de investigación y el trabajo en equipo. En el Ecuador, Lara et al. (2025) detectó que una estrategia de PBL aplicada a la unidad didáctica de Investigación de Biología Molecular a un grupo de alumnos de segundo año de EGB-bachillerato permitió desarrollar habilidades de investigación. A juicio de Guanotoa et al. (2025), si los proyectos se estructuran en torno a tareas contextualizadas, el PBL articula “aprendizajes técnicos-específicos y generales”. La intervención ha ayudado a que existan niveles de avance en cada una de las competencias de investigación.

A pesar de ello, los estudios ecuatorianos sobre ABP en bachillerato se centran en habilidades investigativas generales o sólo en asignaturas concretas. No se miden de forma

integrada las cuatro dimensiones de la competencia científica (explicación de fenómenos, indagación, interpretación de datos y comunicación científica) y se utilizan diseños cuasiexperimentales con grupo control. El vacío que existe da lugar a la presente investigación, cuyo propósito general fue determinar el efecto del ABP en el desarrollo de competencias científicas en los y las estudiantes de primero de bachillerato de la Unidad Educativa Augusto Solórzano Hoyos. Se formuló la hipótesis que el grupo experimental que recibe la intervención basada en ABP presentará un nivel de competencias científicas significativamente superior al del grupo control tras la intervención.

Metodología

Diseño de investigación

El estudio se realizó con una perspectiva cuantitativa, ya que se midió el cambio en las pruebas científicas de los estudiantes por medio de puntajes obtenidos antes y después de la intervención. El alcance es explicativo, porque no solamente describe niveles de desempeño, sino que quiere comprobar si las diferencias observadas entre grupo experimental y grupo control son estas últimas debiendo al ABP de su aplicación. Este tipo de planteamiento se corresponde con la investigación educativa que pone a prueba hipótesis a través de datos numéricos, análisis estadístico y procedimientos comparativos (Creswell y Creswell, 2023).

El diseño es cuasiexperimental, longitudinal y con grupo control no equivalente. Este diseño se empleó debido que los paralelos de la institución estaban constituidos de forma permanente y no se podía asignar aleatoriamente a cada estudiante. Uno de los grupos constituyó el paralelo experimental, al que se le aplicó una secuencia didáctica en ABP y el otro paralelo continuó con el paradigma tradicional de enseñanza. Para la comprobación, se

aplicaron pretest y postest, obteniéndose el nivel inicial, el nivel posterior y la magnitud del cambio en cada grupo.

Contexto y participantes

El estudio se desarrolló en la Unidad Educativa Augusto Solórzano Hoyos, institución fiscal ubicada en el cantón Chone, provincia de Manabí, Ecuador. La elección del contexto se fundamentó en la necesidad de generar evidencia local sobre metodologías activas en el bachillerato, sobre todo en contextos escolares donde la innovación pedagógica debe adaptarse a recursos, horarios, cargas docentes y realidades institucionales.

La población estuvo constituida por 189 estudiantes de primer año de bachillerato del total de seis paralelos. La muestra se constituyó por dos paralelos completos no probabilística por conglomerados naturales; el primero fue designado como grupo experimental ($n = 32$) y el segundo como grupo control ($n = 31$); que en total da 63 estudiantes. Se determinó el número definitivo por matrícula activa, asistencia a aplicación de instrumentos y entrega válida de consentimientos y asentimientos informados.

Variabes e instrumentos

La variable independiente fue el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el cual se asumió como una secuencia didáctica estructurada en torno a una pregunta o reto contextualizado que implica investigar, planificar, trabajo colaborativo, elaboración de productos y comunicación de resultados. La variable dependiente fue el desarrollo de competencias científicas, el cual se asumió como el desempeño que tiene el estudiante para explicar fenómenos, diseñar indagaciones, interpretar datos y comunicar conclusiones a partir de evidencias.

Tabla 1
Variables del estudio

Variable	Definición operacional	Dimensiones	Técnica e instrumento
Aprendizaje Basado en Proyectos	Aplicación de una secuencia didáctica de nueve semanas basada en pregunta guía, indagación, trabajo colaborativo, producto final y socialización.	Planificación del proyecto; desarrollo de la indagación; producto final; socialización y reflexión.	Observación pedagógica mediante ficha de seguimiento de implementación ABP.
Competencias científicas	Puntaje obtenido por los estudiantes en una prueba de desempeño científico aplicada como pretest y postest.	Explicación de fenómenos; indagación científica; interpretación de datos y evidencias; comunicación científica.	Prueba de competencias científicas y rúbrica analítica de desempeño.

Nota. Elaboración a partir del diseño del estudio (Autores, 2026).

La prueba de competencias científicas se construyó a partir de situaciones problemáticas contextualizadas para evaluar competencias y no sólo una selección de alternativas. La evaluación de los componentes de la metodología de ABP propuesta, se realizó a partir de las siguientes consignas: resolver preguntas, organizar la información, justificar las decisiones tomadas y comunicar los resultados. Para cada actividad, se elaborará una matriz de valoración por rúbrica con cuatro niveles (inicial, básico, satisfactorio, avanzado). Con dicha decisión metodológica se buscó obtener puntajes de desempeños observables y no de valoraciones subjetivas sobre la metodología aplicada.

A cada uno de los ejes se aplicó una rúbrica analítica y se especificaron las respuestas obtenidas. La ficha de seguimiento recogió el grado de cumplimiento del cronograma establecido; la encuesta de percepción que se aplicó al finalizar el ABP, por su parte, se la consideró un dato complementario que permitió caracterizar la experiencia del grupo experimental, pero que no reemplazó el análisis central que buscó identificar el impacto.

Intervención pedagógica

La intervención duró 9 semanas. El grupo experimental partió de una pregunta guía sobre un problema contextual. Los equipos que se formaron tenían como objetivo buscar información científica, almacenar y ordenar datos, realizar un producto final y comunicarlo. El docente mediaba en todas las instancias, orientaba la formulación de preguntas, acompañaba

la selección de información, daba retroalimentación y promovía la reflexión sobre las evidencias que encontraban.

El grupo control continuó trabajando con la metodología empleada hasta entonces en la asignatura. La comparación así hecha permitió discriminar el cambio producido en el grupo intervenido con ABP respecto del otro que continuó con las metodologías tradicionales. Para dar cuenta de la fidelidad del desarrollo se utilizó un fichero de seguimiento donde se registraba, entre otras, las momentos de la propuesta, la participación de los alumnos, el acompañamiento docente y la socialización de los productos.

Procedimiento

Los datos fueron recolectados en cuatro etapas. En la primera etapa se realizó la autorización institucional, se socializó a los docentes, estudiantes y representantes legales fines y objetivos de la investigación, se dio a conocer el consentimiento informado y el asentimiento estudiantil. Los instrumentos fueron sometidos a juicio de expertos y pilotaje con estudiantes que no pertenecían a la población objeto de estudio, con el fin de revisar claridad de ítems, pertinencia, tiempo de aplicación y consistencia. En la segunda etapa se aplicó el pretest de las competencias científicas al grupo experimental y al grupo control en condiciones equivalentes.

Esta medición estableció el nivel inicial de los dos grupos y sirvió como referencia para los análisis posteriores. La aplicación se realizó en la escuela, siguiendo un procedimiento estandarizado, con el fin de minimizar las diferencias debidas al procedimiento.

La tercera fase estuvo dedicada a llevar a cabo la aplicación de la secuencia ABP durante nueve semanas con el grupo experimental. Durante este tiempo se realizaron actividades de problematización, búsqueda de información, indagación, organización de los datos, elaboración de productos y comunicación de los resultados. Simultáneamente el grupo control continuó con la enseñanza habitual. La ficha de seguimiento registró si la intervención se mantuvo con los componentes e intensidad previstos.

En la cuarta fase se aplicó el posttest a ambos grupos mediante una prueba equivalente al pretest. Una vez aplicada, los puntajes se ordenaron para comparar los cambios intragrupo e intergrupo. Los datos de la ficha de seguimiento y de la encuesta posterior permitieron interpretar la calidad de la intervención, aunque el análisis principal se apoyó en la comparación de desempeños científicos.

Validez, confiabilidad y análisis de datos

La validez de contenido del instrumento de prueba de competencias científicas, la rúbrica analítica y la ficha de seguimiento se revisó mediante juicio de tres expertos vinculados con didáctica de las ciencias, metodología de investigación y evaluación educativa. En la revisión se atendió a la pertinencia de los ítems, a su claridad, a la coherencia con las dimensiones y a la suficiencia para recoger evidencias del constructo evaluado. Según Rodríguez-Medina y cols. (2020), este procedimiento es adecuado cuando se requiere comprobar que un instrumento mide lo que afirma medir, antes de su aplicación definitiva.

A partir del pilotaje, se calculó la fiabilidad del test mediante el alfa de Cronbach. Un coeficiente de 0.70 o mayor se consideró aceptable para los fines del estudio. Se acordó que, para la rúbrica, una parte de las respuestas piloto fuera calificada por dos calificadores con el fin de evaluar la estabilidad del criterio de corrección. Se ajustaron los descriptores de desempeño ante diferencias significativas, antes de la aplicación final.

Los datos se procesaron en SPSS versión 27. En primer lugar, se calcularon frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar para describir el desempeño inicial y posterior. Posteriormente se analizó la normalidad de los puntajes según el tamaño de la muestra. Si los datos cumplían con los supuestos paramétricos se aplicaba la prueba t de Student para muestras relacionadas dentro de cada grupo y la prueba t para muestras independientes entre el grupo experimental y el grupo control. Si los supuestos no se cumplían, se utilizarían los test de Wilcoxon y U de Mann-Whitney. Para interpretar la relevancia educativa del cambio, se

calculó el tamaño del efecto por medio de d de Cohen o η^2 cuadrado, según correspondiera (George & Mallery, 2021).

Consideraciones éticas

El estudio se realizó bajo los principios de voluntariedad, confidencialidad, respeto y uso académico de la información. Para que los estudiantes menores de edad participaran fue necesario la autorización de la institución, el consentimiento informado de los representantes legales y el asentimiento de los estudiantes. La información básica sobre el estudio, su finalidad, actividades a desarrollar, beneficios esperados, riesgos mínimos y derecho a retiro sin consecuencias académicas, fue comunicada en dos documentos. Se recopilaron los datos con el fin de eliminar alguna forma de identificar de los participantes. Los resultados se reportaron de forma grupal (sin identificación por nombre, nota individual ni ningún otro dato que permita el reconocimiento). La intervención no era un criterio para la evaluación académica oficial de la actividad y las mismas se realizaron en el marco de los contenidos curriculares. Al finalizar el proceso, se devolvieron los principales resultados a la institución como insumo para la mejora pedagógica.

Resultados

La totalidad de alumnos que participaron fue de 63, como se detalló en el apartado metodológico. El equipo de prueba fue formado por 32 alumnos, el equipo de control por 31 alumnos. A continuación, se presentan las características sociodemográficas de ambos grupos.

Tabla 2

Características sociodemográficas de la muestra

Característica	Grupo Experimental	Grupo Control
Género masculino	53.1 %	51.6 %
Género femenino	46.9 %	48.4 %
Edad promedio (años)	15	15
Asistencia a la intervención	93 %	N/A

Nota: Datos obtenidos del registro institucional y de la ficha de seguimiento (Autores, 2026).

Análisis descriptivo

Los puntajes pretest promedio obtenidos por ambos grupos en el puntaje total y las cuatro dimensiones de competencia científica. Los niveles iniciales fueron parecidos en ambos grupos, GE : 7,62 (DE = 2,20) GC : 7,52 (DE = 2,11) La diferencia de 0.10 puntos no fue significativa ($t = 0.19$; $p = 0.852$). Lo anterior evidencia la equivalencia inicial de los grupos que se requiere para un diseño cuasiexperimental.

Las dimensiones que en ambos casos se llevaron la calificación inicial más baja fueron Comunicación científica (GE: 1,53; GC: 1,55) e Indagación científica (GE: 1,69; GC: 1,71), mientras que Explicación de fenómenos resultó la más alta de CE (GE: 2,31; GC: 2,26).

Tabla 3

Comparación de puntajes pretest entre grupo experimental y grupo control

Dimensión	Puntaje máx.	GE M (DE)	GC M (DE)	Diferencia	t	p
Explicación de fenómenos	6	2.31 (0.78)	2.26 (0.73)	0.05	0.27	0.791
Indagación científica	6	1.69 (0.59)	1.71 (0.58)	-0.02	-0.14	0.892
Interpretación de datos	6	2.09 (0.73)	2.00 (0.68)	0.09	0.51	0.615
Comunicación científica	6	1.53 (0.57)	1.55 (0.56)	-0.02	-0.14	0.889
Total	24	7.62 (2.20)	7.52 (2.11)	0.10	0.19	0.852

Nota: DE = desviación estándar; M = media. Prueba t de Student para muestras independientes (Autores, 2026).

Prueba de normalidad

Para poder aplicar pruebas estadísticas paramétricas se verificó la distribución de los puntajes mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados mostraron que el GE y el GC en el pretest y postest presentaron una distribución normal ($p > 0.05$), lo que justifica el empleo de pruebas paramétricas (t de Student) para las comparaciones intragrupo e intergrupo.

Tabla 4

Prueba de normalidad Shapiro-Wilk para puntajes totales

Grupo	Momento	Estadístico	gl	p
GE	Pretest	0.944	32	0.072
GE	Postest	0.940	32	0.065
GC	Pretest	0.953	31	0.168
GC	Postest	0.967	31	0.384

Nota: Valores $p > 0.05$ indican distribución normal (Autores, 2026).

Grupo experimental

Se presenta la comparación de los puntajes del grupo experimental antes y después de la aplicación del ABP. Se observó un aumento significativo en el puntaje total, de 7.62 (DE = 2.20) en el pretest a 16.81 (DE = 2.58) en el posttest, con una diferencia de 9.19 puntos ($t = -17.65$; $gl = 31$; $p < 0.001$) y un tamaño del efecto d de Cohen de 3.12, considerado muy grande.

Todas las dimensiones evaluadas demostraron mejorías estadísticamente significativas ($p < 0.001$). La dimensión con mayor ganancia fue Comunicación científica, con un incremento de 2.53 puntos ($d = 2.93$), seguida por Interpretación de datos con 2.44 puntos ($d = 2.89$).

Tabla 5

Comparación de pretest y posttest dentro del grupo experimental

Dimensión		Pretest M (DE)	Posttest M (DE)	Dif.	t	gl	p	d
Explicación de fenómenos	de	2.31 (0.78)	4.22 (0.75)	+1.91	-11.98	31	< 0.001	2.12
Indagación científica		1.69 (0.59)	4.00 (0.76)	+2.31	-15.24	31	< 0.001	2.70
Interpretación de datos	de	2.09 (0.73)	4.53 (0.62)	+2.44	-16.32	31	< 0.001	2.89
Comunicación científica		1.53 (0.57)	4.06 (0.80)	+2.53	-16.58	31	< 0.001	2.93
Total		7.62 (2.20)	16.81 (2.58)	+9.19	-17.65	31	< 0.001	3.12

Nota: Prueba t de Student para muestras relacionadas; $d = d$ de Cohen (Autores, 2026).

Grupo control

El grupo control tuvo una mejora estadísticamente significativa en el puntaje total, que pasó de 7.52 (DE = 2.11) a 10.61 (DE = 2.15), una diferencia de 3.09 puntos ($t = -6.45$; $gl = 30$; $p < 0.001$). El tamaño del efecto fue de 0.93, considerado alto, pero claramente menor al observado en el GE. Las mejoras por dimensión fueron: Explicación de fenómenos (+0.90; $d = 0.85$), Interpretación de datos (+0.90; $d = 0.83$), Indagación científica (+0.71; $d = 0.74$) y Comunicación científica (+0.58; $d = 0.61$).

Tabla 6*Comparación pretest-postest en el grupo control*

Dimensión		Pretest <i>M</i> (<i>DE</i>)	Postest <i>M</i> (<i>DE</i>)	Dif.	<i>t</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>
Explicación de fenómenos		2.26 (0.73)	3.16 (0.69)	+0.90	-5.89	30	< 0.001
Indagación científica		1.71 (0.58)	2.42 (0.56)	+0.71	-5.12	30	< 0.001
Interpretación de datos		2.00 (0.68)	2.90 (0.65)	+0.90	-5.76	30	< 0.001
Comunicación científica		1.55 (0.56)	2.13 (0.62)	+0.58	-4.21	30	< 0.001
Total		7.52 (2.11)	10.61 (2.15)	+3.09	-6.45	30	< 0.001

Nota: Prueba *t* de Student para muestras relacionadas (Autores, 2026).

Comparación intergrupo en el postest

A continuación, se muestra la comparación directa entre el GE y el GC tras la intervención. El grupo experimental obtuvo una puntuación total y en cada una de las cuatro dimensiones evaluadas significativamente superior a la del grupo control ($p < 0.001$ para cada uno). El GE obtuvo una diferencia total en el puntaje postest de 6.20 puntos (16.81 vs. 10.61; $t = 10.52$; $gl = 61$; $p < 0.001$), con un tamaño del efecto de 2.66. El GE obtuvo puntuaciones significativamente más altas que el GI en la dimensión Comunicación científica con una diferencia de 1.93 puntos ($d = 2.74$) y en la dimensión Interpretación de datos con una diferencia de 1.63 puntos ($d = 2.62$). Estas diferencias corroboran que el ABP tuvo un impacto positivo diferencial respecto de la metodología tradicional.

Tabla 7*Comparación postest entre grupo experimental y grupo control*

Dimensión		GE <i>M</i> (<i>DE</i>)	GC <i>M</i> (<i>DE</i>)	Dif.	<i>t</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Explicación de fenómenos		4.22 (0.75)	3.16 (0.69)	+1.06	5.88	61	< 0.001	1.49
Indagación científica		4.00 (0.76)	2.42 (0.56)	+1.58	9.43	61	< 0.001	2.39
Interpretación de datos		4.53 (0.62)	2.90 (0.65)	+1.63	10.34	61	< 0.001	2.62
Comunicación científica		4.06 (0.80)	2.13 (0.62)	+1.93	10.82	61	< 0.001	2.74
Total		16.81 (2.58)	10.61 (2.15)	+6.20	10.52	61	< 0.001	2.66

Nota: Prueba *t* de Student para muestras independientes; $d = d$ de Cohen (Autores, 2026).

Análisis por niveles de desempeño

Se presenta la distribución de los estudiantes según los niveles de la rúbrica (inicial, básico, satisfactorio y avanzado) para el puntaje total. En el pretest, la totalidad de los estudiantes de ambos grupos se ubicaba en los niveles inicial y básico (GE: 100 %; GC: 100 %).

En el postest, se observó una transformación dentro del GE: 30 de 32 estudiantes (93.7 %) alcanzaron los niveles satisfactorios (50.0 %) o avanzado (43.7 %), y ningún estudiante se mantuvo en nivel inicial. En contraste, en el GC solo 6 de 31 estudiantes (19.4 %) lograron el nivel satisfactorio y ninguno alcanzó el nivel avanzado; el 80.6 % del GC se mantuvo en nivel básico.

Tabla 8

Distribución de estudiantes por nivel de desempeño

Nivel	Rango	GE Pretest n (%)	GE Postest n (%)	GC Pretest n (%)	GC Postest n (%)
Inicial	0–6	9 (28.1 %)	0 (0 %)	11 (35.5 %)	0 (0 %)
Básico	7–12	23 (71.9 %)	2 (6.3 %)	20 (64.5 %)	25 (80.6 %)
Satisfactorio	13–18	0 (0 %)	16 (50.0 %)	0 (0 %)	6 (19.4 %)
Avanzado	19–24	0 (0 %)	14 (43.7 %)	0 (0 %)	0 (0 %)

Nota: Clasificación basada en la rúbrica analítica de cuatro niveles (Autores, 2026).

Ficha de seguimiento

La ficha de seguimiento de la implementación del ABP registró un cumplimiento promedio del 95.5 % de las actividades planificadas en la secuencia didáctica de nueve semanas. La Tabla 9 detalla el cumplimiento por cada actividad.

Tabla 9

Cumplimiento de la secuencia didáctica ABP

Actividad planificada	Cumplimiento (%)
Problematización inicial	100.0
Organización de equipos colaborativos	100.0
Búsqueda de información científica	87.5
Formulación de explicaciones preliminares	93.8
Recolección y ordenamiento de datos	90.6

Elaboración del producto final	96.9
Comunicación y socialización de resultados	100.0
Promedio general	95.5

Nota: Datos obtenidos de la ficha de seguimiento de implementación ABP (Autores, 2026).

Las actividades con mayor adherencia fueron la problematización inicial, la organización de equipos y la socialización de resultados, con un 100 % cada una de ellas. La actividad con el menor cumplimiento fue la búsqueda de información científica (87.5 %), debido a que algunos estudiantes tuvieron acceso limitado a internet en algunas ocasiones.

Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que el Aprendizaje Basado en Proyectos tiene un impacto positivo y significativo en el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de bachillerato. El grupo experimental registró una mejora de 9.19 puntos en el puntaje total (de 7.62 a 16.81; $t = -17.65$; $p < 0.001$; $d = 3.12$), mientras que el grupo control mostró una mejora de solo 3.09 puntos ($t = -6.45$; $p < 0.001$; $d = 0.93$). La diferencia intergrupo de 6.20 puntos en el posttest ($t = 10.52$; $p < 0.001$; $d = 2.66$) valida la efectividad del ABP como método para desarrollar competencias científicas, corroborando los hallazgos de Morelos-González (2025) donde se constató que “el ABP era una estrategia pertinente para el desarrollo de las habilidades investigativas, ya que los estudiantes aprendieron a investigar (que hacer, cómo hacerlo, errores y beneficios en su formación docente), desarrollando competencias para buscar, analizar y sintetizar información e estructurar proyectos” en una investigación realizada en la formación inicial docente.

De igual forma Saldaña et al. (2025) indican que el ABP promueve “independencia, creatividad, resolución de problemas, pensamiento crítico y trabajo en equipo. Presenta las actividades en relación con la vida cotidiana, aumenta el interés, curiosidad e intriga, promueve motivación y compromiso”, siendo precisamente esa relación con el contexto real el hilo

conductor de la intervención, ya que los estudiantes trabajaron a partir de una pregunta guía relacionada con problemáticas de su entorno.

El análisis por dimensiones indica que la Comunicación científica fue la dimensión más beneficiada por el ABP, obteniendo una ganancia de 2.53 puntos ($d = 2.93$) y diferencia frente al GC de 1.93 puntos ($d = 2.74$). Esto resulta relevante porque como señalan Blanco-Salas y Hernández-Barco (2025), “la alfabetización científica no implica solamente asegurar entender conceptos o procedimientos específicos relacionados con la ciencia (conocimientos conceptuales o procedimentales). La alfabetización científica también implica saber comunicar los resultados de una indagación científica o de un experimento controlado investigativo de manera clara y coherente y respaldada con evidencia”.

En su investigación de la ciencia ciudadana estos autores hacen ver que las metodologías activas en los que se incorporan las tecnológicas digitales en proyectos colaborativos construyen en gran medida las habilidades comunicativas de los estudiantes.

La dimensión de Indagación científica incrementó de manera destacada (+2.31 puntos; $d = 2.70$), lo que corrobora lo indicado por Morelos-González (2025) al definir las habilidades investigativas como aquellas acciones generalizadas del método científico que potencializan al sujeto en la problematización, teorización y comprobación de su realidad. En el estudio en cuestión, los estudiantes formulan preguntas que tienen la capacidad de ser investigadas, que son las hipótesis, que identifican variables y diseñan procedimientos. Se presenta aquí sus evidencias del desarrollo de las competencias (Paguay-Cuvi et al., 2025).

La interpretación de datos fue otro ítem que mostró un elevado beneficio (+2.43 puntos; $d = 2.89$). Según Blanco-Salas y Hernández-Barco (2025), los proyectos de ciencia ciudadana y las metodologías activas que incorporan el análisis de datos reales permiten que los estudiantes desarrollen competencias para interpretar evidencias científicas. En la intervención

llevada a cabo, los alumnos lo hicieron con tablas y gráficos, que fortaleció su capacidad para analizar y sacar conclusiones (Mendoza-Figueroa et al, 2025).

El punto que se resalta se refiere a la dimensión que se comenta en la anti-descripción de los fenómenos $d=2.12$. En este punto señala a ser el que tiene una ganancia más baja pero también el que ha sufrido una mejora más sustantiva. La investigación a la que nos referimos debe promover la curiosidad, la reflexión, el cuestionamiento y la duda. Estos son fundamentos que nos permitirán tomar comprensión de los hechos y sus relaciones de causalidad señalado por Morelos-González en el año 2025. La mejora en esta dimensión indica que el ABP logró que los estudiantes pudieran establecer relaciones causa-efecto, aunque este proceso podría tardar un poco más en madurar (Ayala-Chavez et al., 2025).

Un hallazgo que resulta particularmente relevante es el cambio en el nivel de logro. Así, el 93,7 % del GE alcanzó nivel satisfactorio o avanzado en el posttest, en tanto que sólo el 19,4 % del GC. El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) permite construir conocimiento de forma colaborativa, a partir de una interacción estructurada, orientada y formativa. (Saldaña et al., 2025) Se considera que esta estructura colaborativa es lo que favoreció que los estudiantes hayan podido avanzar desde niveles inicial y básico a niveles superiores.

Sin embargo, estos resultados deben contrastarse con la evidencia que indica que el ABP puede no ser tan efectivo como se pensaba. En su revisión sistemática, Kurt y Akcaoglu (2023) citan varios estudios en los que las ganancias de aprendizaje obtenidas mediante el uso del ABP han sido pequeñas o incluso nulas. Indican que, si se dan condiciones de mediación docente pobres y escasos recursos materiales y tiempo para cada fase del proyecto, las ganancias suelen ser pequeñas o nulas. Esto puede apuntar a que los tamaños de efectos de este estudio se vean aumentados por la alta fidelidad de implementación (95.5 %) y por la formación previa del docente a cargo, dos variables que no se pueden asumir a priori en otros contextos, sino más bien todo lo contrario (Solis-Aviles et al., 2025).

Una fidelidad de implementación del 95.5 % refuerza la validez interna del estudio. La alta adherencia a la secuencia ABP señala que es posible implementar metodologías activas en contextos reales si hay una buena planificación previa y una adecuada mediación docente. Los resultados de la encuesta de percepción estudiantil, donde el 90.5 % de los estudiantes estima que este ABP les ayudó a comprender mejor los temas científicos trabajados, coinciden con los postulados por Blanco-Salas y Hernández-Barco (2025), quienes reportan que los estudiantes valoran positivamente las actividades basadas en proyectos y ciencia ciudadana.

Conclusión

Los resultados del pretest, en relación con el primer objetivo específico (diagnóstico inicial), mostraron que los estudiantes de ambos grupos tenían un nivel de competencias científicas predominantemente inicial y básico, sin diferencias estadísticamente significativas entre el GE y el GC ($t = 0.19$; $p = 0.852$). Las dimensiones con mayor debilidad fueron Comunicación e Indagación científicas, mientras que la dimensión Explicación de fenómenos obtuvo un desempeño ligeramente mejor. La situación reflejada valida la necesidad de generar metodologías activas que desarrollen estas competencias. Con respecto al segundo subobjetivo específico (implementación de la secuencia ABP), la intervención se llevó a cabo en su totalidad en 9 semanas, por lo que, según la ficha de seguimiento, se cumple el 95.5%

Las actividades planteadas fueron, planteamiento de problemas, constitución de equipos colaborativos de trabajo, búsqueda de información, elaboración de explicaciones, recolección de datos, elaboración de productos y socialización de resultados, lo que da cuenta de la factibilidad del ABP en la escuela real.

En lo que respecta al tercer objetivo específico, correspondiente a la comparación de medias, en el postest el grupo experimental supera al grupo control en 6.20 puntos ($d = 2.66$), obteniendo una mejor puntuación significativa en las cuatro dimensiones evaluadas. El grupo

experimental mostró un comportamiento satisfactorio. De repente, en la clase de historia, observaron que el 93.7 % de las intervenciones fueron satisfactorias o avanzadas. Mientras que el 19.4 % del grupo control, o grupo de comparación, solo fueron satisfactorias. Esto valida con satisfacción la hipótesis de la investigación.

Según un estudio, el impacto de la Aprendizaje Basado en Proyectos en el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes de primero de bachillerato de cualquier nivel es significativo y positivo. El estudio tiene como meta evaluar el efecto del Aprendizaje Basado en Proyectos sobre el desarrollo de competencias científicas de estudiantes de Primero de Bachillerato.

Limitaciones

El diseño cuasiexperimental con asignación no aleatoria no permite realizar una inferencia causal estricta, sin embargo, la equivalencia inicial de los grupos establecida en el pretest, reduce la probabilidad de que se genere un sesgo en los resultados de la intervención. La muestra de la investigación fue única, porque correspondiendo a una sola institución educativa ubicada en el cantón Chone, implica que los resultados no podrán generalizarse a otro tipo de instituciones que compartan otros contextos socioeducativos. La aplicación de la intervención se llevó a cabo en un periodo de nueve semanas, por lo que no es posible considerar la sostenibilidad del aumento en el corto y mediano plazo. Finalmente, solo se eligió una materia, por lo que esto determinará la investigación.

Recomendaciones y prospectiva

Se recomienda a las instituciones educativas incorporar el ABP como estrategia regular en la enseñanza de las ciencias en bachillerato, garantizando formación docente, tiempo suficiente para la planificación y acompañamiento pedagógico durante la implementación. En el ámbito de la política educativa, se sugiere que el Ministerio de Educación del Ecuador

promueva guías operativas y otros materiales de apoyo para escalar el ABP en el Bachillerato General Unificado.

Se proponen estudios longitudinales que evalúen la perdurabilidad en el tiempo de las competencias desarrolladas y multicéntricas con muestras amplias y diversas. Asimismo, se sugiere la realización de estudios comparativos entre el ABP y otras metodologías activas (aprendizaje basado en problemas; aprendizaje-servicio; indagación guiada). Se sugiere ampliar el análisis en relación a otras variables mediadoras, como ser la motivación.

Referencias bibliográficas

- Ayala-Chavez, N. E., Cevallos-Orbe, W. P., Balcazar-Elizalde, M. A., Carrera-Guanoluisa, L. O., & Encalada-Alcivar, V. X. (2025). Modelos de evaluación formativa y su influencia en los logros educativos en bachillerato. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 3(3), 28-41. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v3/n3/58>
- Blanco-Salas, J., & Hernández-Barco, M. (2025). Ciencia ciudadana para enseñar ciencia y hacer ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 22(3), 320101–320114.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Diseños de investigación: enfoques cuantitativos, cualitativo y de métodos mixtos* (6.ª ed.). Sage Publications.
- Duque, V., & Largo-Toborda, W. (2021). Desarrollo de las competencias científicas mediante la implementación del aprendizaje basado en problemas (ABP) en los estudiantes de grado quinto del Instituto Universitario de Caldas. *Panorama*, 15(28). <https://www.redalyc.org/journal/3439/343965146008/html/>
- George, D., & Mallery, P. (2021). *IBM SPSS Statistics 27 paso a paso: una guía simple y referencia* (17.ª ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003030467>
- Guanotoa, M., Pachacama, F., Ponce, O., Yanchapaxi, C., & Tuquerres, J. (2025). El aprendizaje basado en proyectos empleado como estrategia de integración entre el bachillerato técnico y el BGU. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(6), 6385–6421. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.21804
- Kurt, G., & Akcaoglu, M. (2023). Project-based learning in science education: A comprehensive literature review. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 19(3), e2310. <https://doi.org/10.29333/ijese/13677>
- Lara, F., Veloz, E., Mejía, M., Guzmán, L., & Loor, F. (2025). Estrategia didáctica de aprendizaje basado en proyectos en el desarrollo de habilidades de investigación científica en la asignatura de Biología en los estudiantes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 5992–6011. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17345

- Mendoza-Figueroa, J. L., Zambrano-Loor, L. M., Gómez-Cabrera, R. E., & Narváez-Salinas, L. Y. (2025). Comparación del pensamiento crítico en estudiantes de básica media y bachillerato en instituciones urbanas y rurales. *Journal of Economic and Social Science Research*, 5(2), 101-114. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v5/n2/191>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2019). *Lineamiento operativo de implementación de la oferta educativa Bachillerato y Bachillerato Técnico Productivo*. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/09/Lineamientos-Bachillerato-Tecnico-y-Bachillerato-Tecnico-Productivo.pdf>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). *Acuerdo Ministerial N.º 0052-21*. Quito: Mineduc.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2024). *Aprendizaje basado en proyectos (ABP): guía didáctica*. Quito: Mineduc.
- Morelos-González, M. C. (2025). Desarrollo de habilidades investigativas en la formación de docentes mediante aprendizaje basado en proyectos. *Revista RedCA*, 7(21), 67–81. <https://www.redalyc.org/journal/7487/748781418004/>
- Nelly, T. (2021). La rúbrica como instrumento de evaluación de la competencia de indagación científica. *Revista ConCiencia*, 6, 24–35.
- OECD. (2024). *Development Co-operation Report 2024: Tackling poverty and inequalities through the green transition*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/357b63f7-en>
- Paguay-Cuvi, J. M. (2025). Relación entre la capacitación profesional técnica y la capacitación pedagógica de los docentes de educación técnica en bachillerato. *Revista Científica Zambos*, 4(1), 153-165. <https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n1/83>
- Rodríguez-Medina, J., Gómez-Carrasco, C. J., Miralles-Martínez, P., & Aznar-Díaz, I. (2020). An evaluation of an intervention programme in teacher training for geography and history: A reliability and validity analysis. *Sustainability*, 12(8), 3124. <https://doi.org/10.3390/su12083124>
- Saldaña, D., Collaguazo, P., & Jumbo, M. (2025). Didáctica con inteligencia artificial para un aprendizaje activo en la educación media de Quito. *Conectividad*, 6(2), 464–472. <https://doi.org/10.37431/conectividad.v6i2.316>
- Solis-Aviles, E. J., Bravo-Briones, D. B., Solis-Aviles, J. Y., Mera-Medina, E. J., & Moya-Muñoz, L. D. (2025). El impacto de la IA generativa en la labor docente de estudiantes de bachillerato. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 3(4), 234-248. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v3/n4/108>