

Transdigital

revista científica



Volumen 6, Número 12: Julio-diciembre 2025

ISSN: 2683-328X

Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales S. C.

La revista científica Transdigital es una publicación semestral bajo el modelo de publicación continua editada por la Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales S.C. Hasta ahora, la revista ha sido indizada en: Latindex, Dialnet, ERIHPLUS, REDIB, EuroPub, LivRe, AURA, Academic Resource Index (Research Bib), BASE, MIAR, OpenAire-Explore, Google Scholar, Refseek, ROAD, Sherpa Romeo, Elektronische Zeitschriftenbibliothek, WorldCat, Dimensions, REBIUN, DARDO, Open Ukrainian Citation Index, Zeitschriften Datenbank y The University of Liverpool. Dirección oficial: Circuito Altos Juriquilla 1132. C.P. 76230, Querétaro, México. Tel. +52 (442) 301-3238. Página web oficial: www.revista-transdigital.org. Correo electrónico: aescudero@revista-transdigital.org. Editor en jefe: Alejandro Escudero-Nahón (ORCID: 0000-0001-8245-0838). Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2022-020912091600-102. International Standard Serial Number (ISSN): 2683-328X; ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (México). Responsable de la última actualización: Editor en jefe: Dr. Alejandro Escudero-Nahón. Todos los artículos en la revista Transdigital están licenciados bajo Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0). Usted es libre de: Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente. La persona licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia. Lo anterior, bajo los siguientes términos: Atribución — Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.



Transdigital[®]

revista científica

GAUSS-JORDAN Y PROGRAMACIÓN
ORIENTADA A OBJETOS:
UNA ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE
BASADO EN PROYECTOS

GAUSS-JORDAN AND
OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING:
A PROJECT-BASED LEARNING
STRATEGY



Vicente-Josué Aguilera-Rueda*
Universidad Veracruzana, México
ORCID: 0000-0002-1952-7860



Ingrid García Álvarez
Universidad Veracruzana, México
ORCID: 0009-0004-2263-1169



Rodrigo Aryan Hernández García
Universidad Veracruzana, México
ORCID: 0000-0002-2299-5366



Carlos Francisco Domínguez Domínguez
Universidad Veracruzana, México
ORCID: 0000-0001-7113-4063

GAUSS-JORDAN Y PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS: UNA ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

GAUSS-JORDAN AND OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING: A PROJECT-BASED LEARNING STRATEGY

RESUMEN

Esta investigación abordó la implementación de una estrategia integradora de aprendizaje basado en proyectos para superar la fractura epistémica entre *el saber* y *el hacer*, considerando como caso de estudio un proyecto que integra el algoritmo Gauss-Jordan con la programación orientada a objetos a través de la implementación en *Java* para resolver sistemas de ecuaciones lineales en el contexto de la optimización. Este proyecto impactó en dos asignaturas: Programación orientada a objetos y Álgebra lineal, que se imparten en la Licenciatura en Sistemas Computacionales Administrativos en la Universidad Veracruzana, México. El enfoque de la investigación fue descriptivo y cualitativo, y se desarrolló en cuatro etapas: planteamiento del proyecto, implementación, socialización de los resultados y evaluación. Los resultados de la evaluación, basados en la percepción de los participantes, demostraron que el 100% de los estudiantes de programación orientada a objetos consideró que el aprendizaje basado en proyectos aporta significativamente a sus competencias de egreso. Las competencias que más se desarrollaron fueron la *programación de sistemas información* y el *desarrollo de proyectos tecnológicos*, además de un refuerzo de competencias axiológicas. Los estudiantes de álgebra también percibieron la contribución del proyecto al desarrollo de competencias, identificando la aplicación del método en el análisis de procesos administrativos y la interpretación de datos.

Palabras clave: aprendizaje basado en proyectos, programación orientada a objetos, algoritmo de Gauss-Jordan, competencias profesionales, álgebra lineal

ABSTRACT

This research addressed the implementation of an integrative project-based learning strategy to overcome the epistemic fracture between knowledge and action, considering as a case study a project that integrates the Gauss-Jordan algorithm with object-oriented programming through implementation in *Java* to solve systems of linear equations in the context of optimization. This project impacted two subjects: Object-oriented programming and Linear algebra offered in the Bachelor of Administrative Computer Systems at the Universidad Veracruzana, Mexico. The research approach was descriptive and qualitative, and it was developed in four stages: project proposal, implementation, socialization of results, and evaluation. The evaluation results, based on the perception of the participants, showed that 100% of object-oriented programming students considered that project-based learning contributes significantly to their graduation competencies. The competencies most developed were information systems programming and the development of technological projects, in addition to a reinforcement of axiological competencies. Algebra students also perceived the project's contribution to competency development, identifying the application of the method in the analysis of administrative processes and data interpretation.

Keywords: project-based learning, object-oriented programming, Gauss-Jordan algorithm, professional competencies, linear algebra

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, es necesario cambiar la manera en la que se transfiere, genera y procesa el conocimiento, pues muchas de las problemáticas globales no son especialmente nuevas. Por ejemplo, pandemias, hambrunas, guerras, drásticas decisiones políticas de países, entre otras. Sin embargo, hoy en día, las herramientas que pueden enfrentarlas son distintas y cambian rápidamente. Estos cambios propician que la sociedad sea dinámica. Por lo tanto, la escuela y la educación superior deben permitir que los alumnos sean capaces de enfrentar los retos actuales que deben enfrentar como profesionales (Rekalde Rodríguez y García Vílchez, 2015).

En este sentido, el aula no es el único lugar donde los alumnos pueden aprender, pues debe haber un balance entre el salón de clases y el entorno laboral donde se aplicarán los conocimientos teóricos. Bajo este esquema, los profesores son los facilitadores que guían a los aprendices para construir conocimiento. Tomando en cuenta lo anterior, han surgido distintas metodologías activas. Por ejemplo, el aula invertida (Chero-Santisteban et al., 2025; Elera Castillo et al., 2023; Huerta Camones et al., 2023; Tang et al., 2023), el aprendizaje-servicio (Gómez Escobar y Simón-Medina, 2022; Resch & Schritteser, 2023; Suárez Lantarón, 2023), el aprendizaje basado en juegos (Moreno-Acosta y Zabala-Vargas, 2022; Piñero Charlo et al., 2024), el aprendizaje por descubrimiento (Espinoza-Freire, 2022), el *design thinking* (Arias Flores et al., 2019; Cruz Rosas y Oseda Gago, 2021; Hernández-Gil y Núñez-López, 2020), el aprendizaje basado en competencias (Mantilla et al., 2021; Vitchenko et al., 2022) y el aprendizaje basado en proyectos (ABP) (Burgos-Leiva et al., 2021; Causil Vargas y Rodríguez De la Barrera, 2021; Martínez Valdés, 2021; Urrea-Polo, 2022; Vargas et al., 2021; Villanueva Morales et al., 2022).

Esta investigación se situó en el marco del ABP, pues es una estrategia ampliamente explorada en la educación superior (Lertsakulbunlue & Kantiwong, 2025; Melnik et al., 2025; Naseer et al., 2025; Wu et al., 2025; Zhang et al., 2025). Sin embargo, existen pocas investigaciones enfocadas en el aprendizaje-enseñanza de la programación en la educación superior (Chang & Wongwatkit, 2024; Featherstone, 2025; Ibarra-Zapata et al., 2021; Ma & Huang, 2024; Phooson et al., 2025). Ibarra-Zapata et al. (2021) señalaron que las investigaciones relacionadas con la enseñanza de la programación se centran en el nivel universitario, pero están centradas en los objetivos de proponer y validar estrategias metodológicas para la enseñanza.

Además, el ABP integra conceptos avanzados. Por ejemplo, Younis et al., (2021) señalaron que promueve el aprendizaje de programación paralela (*OpenMP*) en cursos donde típicamente no se cubren esas temáticas. Otra de las ventajas de este enfoque, el ABP promueve las habilidades del pensamiento computacional como la descomposición de los problemas, la abstracción, el diseño algorítmico y la evaluación reflexiva. Asimismo, potencia el desarrollo de habilidades blandas profesionales como el trabajo en equipo, la toma de decisiones, la cooperación, la colaboración, la resolución de conflictos y la comunicación (Younis et al., 2021). Por ello, esta investigación propuso una estrategia integradora para superar la fractura epistémica entre el saber y el hacer en un

curso de programación orientado a objetos, proponiendo el uso del ABP con tres ejes fundamentales (Ausubel, 1963) (Tabla 1).

Tabla 1
Ejes del ABP

Eje	Descripción
La relación entre la teoría y la práctica	Para garantizar que el conocimiento que se adquiere en el aula se vincule con situaciones reales y aplicaciones prácticas.
El desarrollo de habilidades	Para fomentar el desarrollo de habilidades y competencias necesarias para posteriormente aplicarse en contextos diversos.
La promoción del aprendizaje	Para reflexionar sobre la práctica y el análisis del aprendizaje mismo.

Así, la integración de estos tres ejes busca superar la separación entre el conocimiento teórico y su aplicación, promoviendo un aprendizaje significativo y relevante para la vida de los individuos.

2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación realizó un caso de estudio de dos asignaturas que se imparten en la Licenciatura en Sistemas Computacionales Administrativos, Universidad Veracruzana, México. Uno de programación orientado a objetos y otro de álgebra lineal. El enfoque empleado fue descriptivo y cualitativo, pues el objetivo fue integrar el ABP para el aprendizaje de programación orientada a resolver problemas relacionados con la administración y la optimización de recursos. Para esto, se utilizó el algoritmo de Gauss-Jordan para alcanzar las competencias del perfil de egreso de los estudiantes de esta licenciatura

2.1. Identificación de los participantes

El ABP sitúa al estudiante como su eje central, pues es el protagonista de su propio aprendizaje al solucionar problemáticas reales para desarrollar conocimientos, habilidades y actitudes (Barrera Arcaya et al., 2022; Gómez León et al., 2023). Se identificaron tres tipos de participantes, cada uno con sus respectivas responsabilidades.

- Estudiantes de la asignatura programación orientada a objetos (POO), como ejecutantes del proyecto, quienes deben determinar los requerimientos que el producto final debe tener y socializar los resultados finales.
- Estudiantes de la asignatura álgebra lineal con quienes se socializó el proyecto. Esta asignatura se imparte a estudiantes de segundo semestre por lo que están comenzando sus materias disciplinares. Esto implica que pudieron visualizar las aplicaciones que podrán realizar con los métodos que se estudian en álgebra lineal.
- Los académicos facilitadores de las asignaturas de POO y álgebra lineal, debido a que son quienes guiaron a los estudiantes en términos de los requerimientos necesarios y la metodología de implementación.

2.2. Acciones desarrolladas

Una de las ventajas que caracteriza al ABP es el desarrollo de un producto final que tiene como meta resolver un problema situado en la realidad de la disciplina que ejercerán los estudiantes en el futuro cercano. Por lo tanto, promueve la participación de estudiantes, profesores y futuros clientes o compradores interesado en los proyectos que se desarrollen. Este proceso se realiza por medio de cuatro pasos metodológicos (Figura 1).

Figura 1
Etapas del ABP



2.3. Planteamiento del proyecto

En esta etapa los estudiantes recibieron instrucciones precisas del entregable del proyecto:

Desarrollar una aplicación en el lenguaje de programación Java para resolver ecuaciones lineales mediante el método de Gauss–Jordan. Los sistemas de ecuaciones lineales que se deben resolver deben tener la característica de ser cuadrados (mismo número de ecuaciones que de incógnitas) y tener solución. Los estudiantes se organizaron en parejas para realizar el proyecto.

2.4. Implementación

Para el proceso de implementación los estudiantes recordaron, estudiaron e investigaron cómo se resuelven los sistemas de ecuaciones lineales mediante el método de Gauss–Jordan. En primera instancia, esto implicó entender la problemática que debía resolver. Posteriormente, en coordinación con el académico, los estudiantes desarrollaron, por etapas, la implementación del algoritmo en *Java*. Se definió la clase y los métodos de los saberes teóricos de la asignatura de POO. Esto se realizó para resolver la problemática en concordancia con los conceptos de la orientación a objetos (Figura 2). Cuando el proyecto estuvo terminado, los estudiantes lo probaron con cinco problemas de optimización que se pueden resolver con el método Gauss–Jordan. Esto les permitió contrastar los resultados con los reportados en la literatura (Figura 3).

Figura 2

Definición de la clase principal del programa y los miembros, los métodos y el atributo

<p>Clase GJ: Define la clase principal del programa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atributos: <ul style="list-style-type: none"> • numEcuaciones: Variable que almacena el número de ecuaciones (filas) del sistema. • numVariables: Variable que almacena el número de variables (columnas) del sistema. • mat[][]: Matriz que representa el sistema de ecuaciones lineales. • Constructor: <ul style="list-style-type: none"> • GJ(int numEcuaciones, int numVariables): Inicializa la matriz con el tamaño especificado. • Métodos: <ul style="list-style-type: none"> • verificarUno(int fila, int columna): Verifica si un elemento de la matriz es igual a 1. • identificarUnoColumna(int columna): Identifica la fila donde hay un 1 en una columna específica. • intercambiarFilas(int filaA, int filaB): Intercambia dos filas en la matriz. • imprimirMatriz(): Imprime la matriz en la consola. • hacerUnPivote(int numVariable): Realiza el pivoteo en una columna específica. • verificarCeros(int f, int c): Verifica si un elemento de la matriz es igual a 0. • hacerCero(int numVariable): Hace cero los elementos debajo de la diagonal principal en una columna específica. • hacerCeroArriba(int numVariable): Hace cero los elementos arriba de la diagonal principal en una columna específica. • iRHacerUno(int numVar): Realiza el proceso para hacer uno en la diagonal principal. • principal(): Realiza el proceso principal del algoritmo de Gauss-Jordan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Método main: <ul style="list-style-type: none"> • Solicita al usuario ingresar el número de ecuaciones y variables. • Crea una instancia de la clase GJ. • Solicita al usuario ingresar los valores de la matriz. • Imprime la matriz original. • Llama al método principal() para resolver el sistema de ecuaciones. • Imprime la matriz resultante después del proceso.
---	---

Figura 3

Problema de aplicación resuelto, elaborado por los estudiantes, con la implementación del método de Gauss-Jordan

Problema 1

Una compañía minera extrae mineral de dos minas, el cual contiene para la mina I el 1% de níquel y 2% de cobre, para la mina II el 2% de níquel y 5% de cobre. ¿Qué cantidad de mineral se deberá extraer de cada mina para obtener 4 toneladas de níquel y 9 toneladas de cobre?

Solución:

¿Cuál es el problema? ¿Qué se busca?

Queremos saber el número de toneladas de mineral que hay que extraer de cada mina, asignemos literales a esos números.

Sean x el número de toneladas que se extrae de la mina I.
y el número de toneladas que se extrae de la mina II.

Establezcamos ahora relaciones algebraicas entre las literales.

¿Cuánto se obtiene de níquel de la mina I? $0.01x$.

¿Y de la mina II? $0.02y$ luego:

$$0.01x + 0.02y = 4$$

Análogamente para el cobre tenemos:

$$0.02x + 0.05y = 9$$

Así, para saber cuantas toneladas hay que extraer de cada mina debemos resolver el sistema de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas.

$$0.01x + 0.02y = 4$$

$$0.02x + 0.05y = 9$$

Resuelto con el programa:

```

Ingrese el número de filas(ecuaciones) :
2
Ingrese el número de columnas(incógnitas):
2
Ingrese los elementos de la matriz:
Ingrese el elemento en la posición [0][0]: 0.01
Ingrese el elemento en la posición [0][1]: 0.02
Ingrese el elemento en la posición [0][2]: 4
Ingrese el elemento en la posición [1][0]: 0.02
Ingrese el elemento en la posición [1][1]: 0.05
Ingrese el elemento en la posición [1][2]: 9
La matriz ingresada es:
1 2 4
2 5 9
10.01 0.02 4.01
10.02 0.05 9.01
mY = 0.01
0.01 = 0.01 / 0.01
0.02 = 0.02 / 0.01
4.0 = 4.0 / 0.01
m = 0
0.02 = 1.0 * -0.02 + 0.02
0.05 = 2.0 * -0.02 + 0.05
9.0 = 400.0 * -0.02 + 9.0
10.0 2.0 400.01
10.0 0.010000000000000002 1.01
mY = 0.010000000000000002
0.0 = 0.0 / 0.010000000000000002
0.010000000000000002 = 0.010000000000000002 / 0.010000000000000002
1.0 = 1.0 / 0.010000000000000002
m = 1
1.0 = 0.0 * -2.0 + 1.0
2.0 = 1.0 * -2.0 + 2.0
400.0 = 99.99999999999999 * -2.0 + 400.0
11.0 0.0 200.00000000000003
10.0 1.0 99.99999999999999
BUILD SUCCESSFUL (total time: 3 seconds)

```

2.5. Socialización de los resultados

En esta etapa, los estudiantes de POO realizaron una presentación del producto final a los estudiantes de álgebra lineal (Figura 4).

Figura 4

Socialización de resultados de los estudiantes de la asignatura de programación a los estudiantes de álgebra lineal



2.6. Evaluación de los resultados

Para la evaluación de resultados, se diseñaron dos cuestionarios que fueron respondidos por ambos grupos. Esta evaluación tuvo como finalidad conocer la percepción de los estudiantes en el desarrollo de competencias para la formación profesional utilizando el ABP.

Los cuestionarios de evaluación consideraron las competencias que se desarrollaron y las que se debían fortalecer. De acuerdo con el plan de estudios vigente de la licenciatura en Sistemas Computacionales Administrativos de la Universidad Veracruzana, campus Xalapa, México, (Universidad Veracruzana, 2025), las competencias epistémicas del algoritmo de Gauss–Jordan permite resolver problemáticas organizacionales, entre las que se encuentran:

- Análisis del proceso administrativo.
- Gestión de las tecnologías de la información y comunicación (TIC).
- Desarrollo de proyectos tecnológicos.
- Análisis e interpretación de datos.
- Desarrollo de medios digitales educativos.
- Modelado y desarrollo de *startups*.
- Programación de sistemas de información que satisfaga los requerimientos de los usuarios.

Entre las competencias axiológicas que puede abonar este proyecto se encuentran:

- Trabajo en equipo.
- Honestidad en el manejo de datos.
- Creatividad para la resolución de problemas.
- Retribución social del conocimiento.
- Colaboración y tolerancia en el trabajo grupal.

2.7. Recursos utilizados

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo en uno de los centros de cómputo de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Veracruzana, México. Este centro está dotado por el *hardware* y el *software* que se utilizó para realizar el proyecto (Tabla 2).

Tabla 2

Recursos de hardware y software utilizados

Hardware	Software
iMac Retina 4k, 2019	Java 1.8
Procesador: 3.6 Ghz Intel Core i3	NetBeans 21
Memoria: 16 Gb 24° Mhz	

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

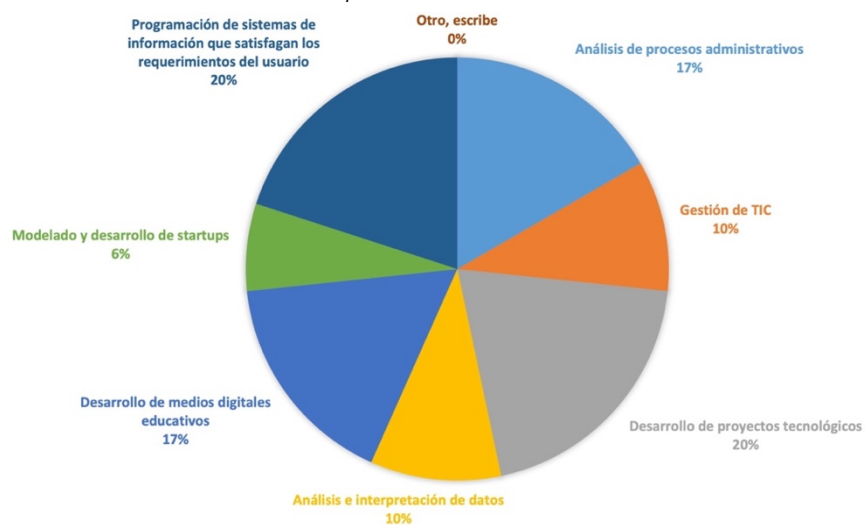
Como se mencionó previamente, la evaluación de los resultados se realizó desde dos enfoques. El primero se enfocó en evaluar la percepción de los estudiantes de POO sobre el desarrollo de competencias al emplear ABP y, el segundo, evaluó la percepción de los estudiantes de álgebra lineal al presentarles otra forma, sistematizada, de resolver ecuaciones lineales.

3.1. Evaluación de estudiantes de POO

De acuerdo con las respuestas proporcionadas por los estudiantes, el 100% consideró que el ABP aporta al desarrollo de competencias en su formación profesional. La *programación de sistemas de información que satisfagan los requerimientos del usuario* y el *desarrollo de proyectos tecnológicos* fueron las competencias que los estudiantes consideraron que más desarrollaron (Figura 5).

Figura 5

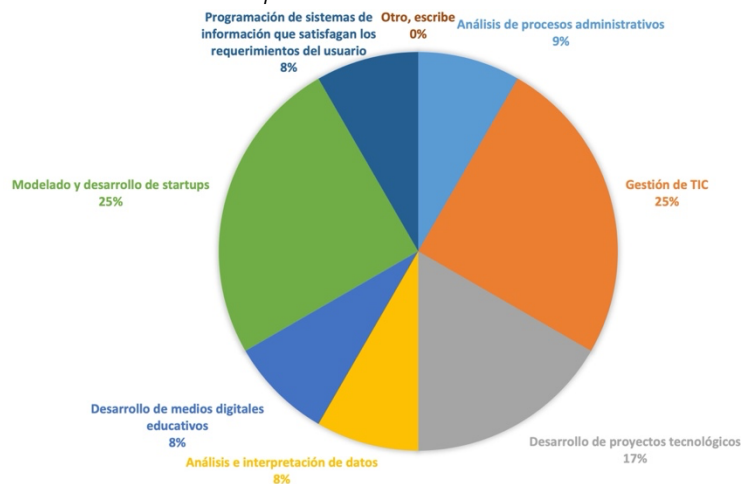
Competencias que los estudiantes consideran que se desarrollaron con ABP



Asimismo, los estudiantes señalaron que es necesario reforzar algunas competencias como la *gestión de TIC* y el *modelado y desarrollo de startups* (Figura 6)

Figura 6

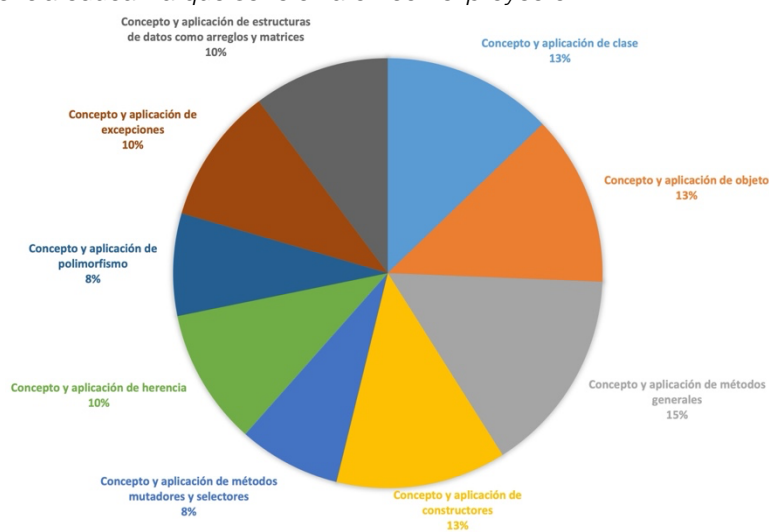
Competencias que los estudiantes consideran que se deben reforzar



También se les preguntó sobre los contenidos de la experiencia educativa de POO que consideran que se reforzaron con este proyecto. De manera general, se observó que el *concepto y la aplicación de métodos generales* fue el que más se atendió, pues el 15% de los alumnos lo seleccionó (Figura 7).

Figura 7

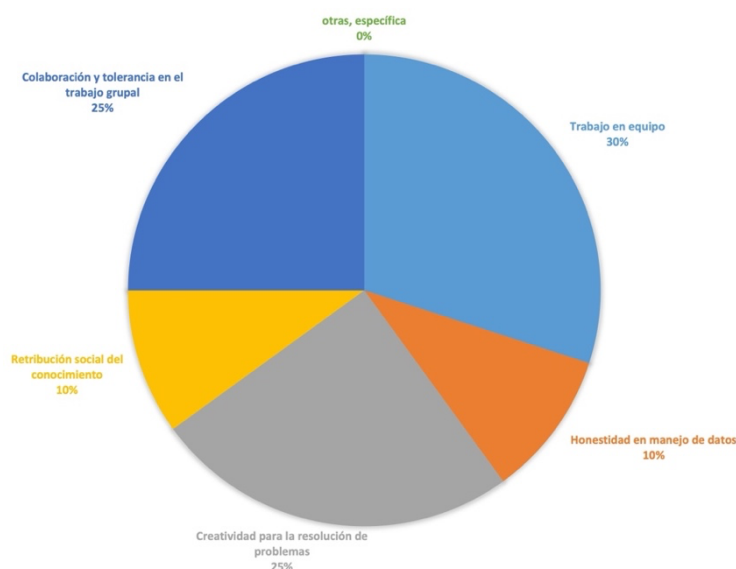
Contenidos de la experiencia educativa que se reforzaron con el proyecto



Las competencias axiológicas también fueron evaluadas por los estudiantes, pues el 30% de ellos coincidió en que el *trabajo en equipo* se reforzó, pero también la *colaboración y la tolerancia en el trabajo grupal* y la *creatividad para resolución de problemas* con el 25% cada una (Figura 8).

Figura 8

Competencias axiológicas que los estudiantes consideran que reforzaron con el proyecto



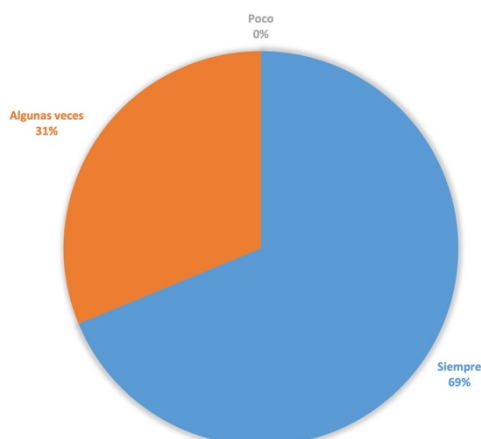
Otra de las preguntas que respondieron los estudiantes se enfocó en identificar qué otras aplicaciones se pueden resolver con la POO. Las respuestas más destacadas fueron: *problemas relacionados con el clima*, *todo tipo de problemas* y *problemas de optimización*. Asimismo, se les preguntó a los estudiantes sobre las debilidades que identificaron con esta metodología para resolver problemas. Las respuestas más destacadas fueron: *a veces sería falta de conocimiento sobre el tema abordado*; *si no eres autodidacta y no sabes trabajar en equipo, se complica*; y *creo yo que ninguna si le entiende muy bien*. Finalmente, el 100% de los estudiantes se consideraron muy satisfechos con su participación en el proyecto.

3.2. Evaluación de los estudiantes de álgebra lineal

El 69% de los estudiantes consideró que este tipo de proyectos aporta al desarrollo de competencias en su formación profesional. Sin embargo, el 31% indicaron que solo se desarrollan algunas de las competencias (Figura 9).

Figura 9

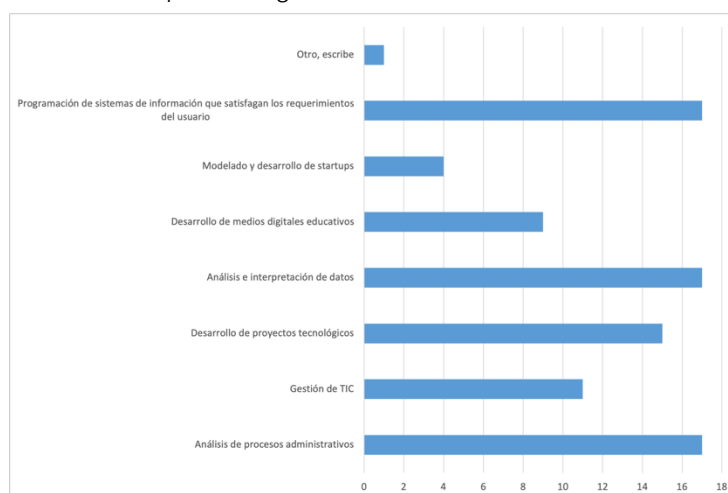
Respuestas de los estudiantes que consideran que la enseñanza basada en proyectos aporta al desarrollo de competencias en su formación profesional



El 19% de los estudiantes consideró que las competencias que desarrollan al emplear el algoritmo de Gauss-Jordan en problemáticas organizacionales son: *análisis del proceso administrativo*, y *análisis e interpretación de datos*, mientras que en menor medida se desarrolla el modelado y diseño de *startups* (Figura 10).

Figura 10

Competencias que se desarrollan al emplear el algoritmo de Gauss-Jordan



El 47% de los estudiantes consideró que la presentación del proyecto *siempre* reforzó las temáticas de ecuaciones lineales, matrices, matrices escalonadas y reducidas, y el método de Gauss-Jordan, mientras que el 3% consideró que se reforzó *poco* y el 50% contestó que solo *algunas veces* (Figura 11). Por otro lado, cuando se les preguntó a los estudiantes sobre su interés en participar en este tipo de proyectos; el 47%, estuvo de *acuerdo*; el 41%, sugirió que solo *algunas veces*; y el 13%, *pocas veces* (Figura 12).

Figura 11

Refuerzo en las temáticas de álgebra lineal

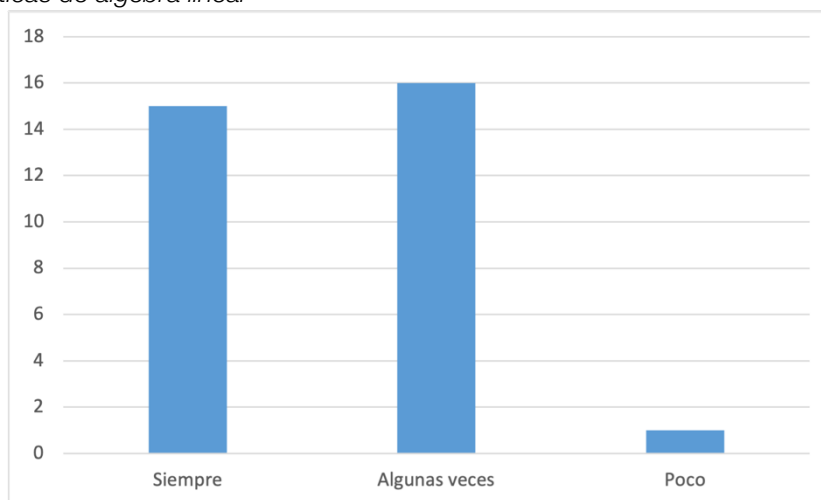
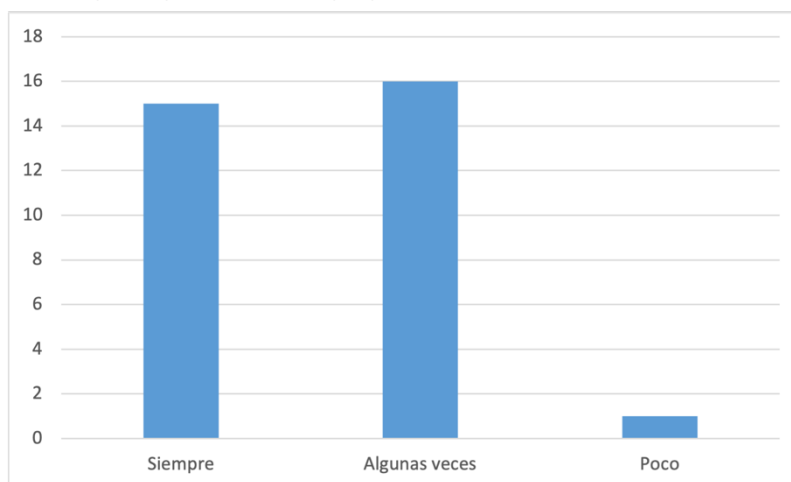


Figura 12

Intención de los estudiantes en participar en futuros proyectos



De acuerdo con los estudiantes, la mayoría estuvo de acuerdo con que la competencia axiológica del *trabajo en equipo* junto con la *creatividad para la resolución de problemas* son las que más se desarrollaron (Figura 13). Al preguntarles a los estudiantes sobre el tipo de problemáticas que consideran se pueden resolver con el algoritmo de Gauss-Jordan la mayoría respondió que *problemas de optimización lineal* (Figura 14).

Figura 13

Competencias axiológicas desarrolladas

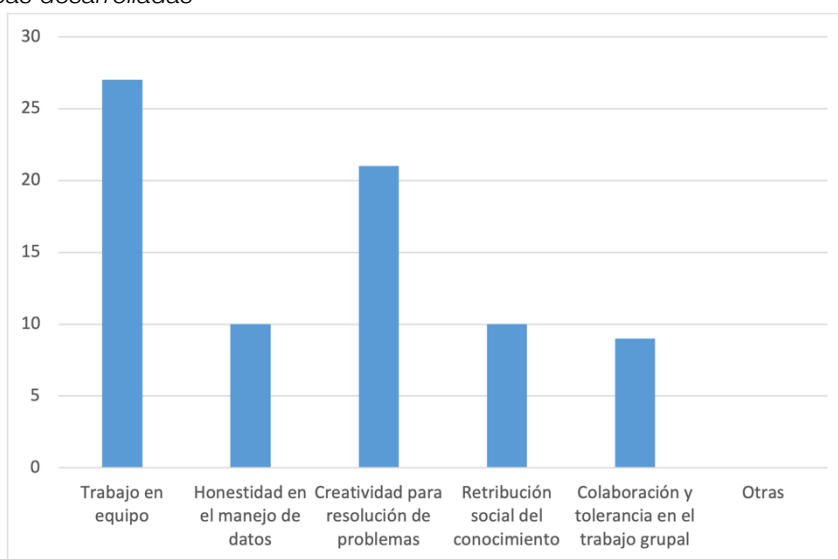
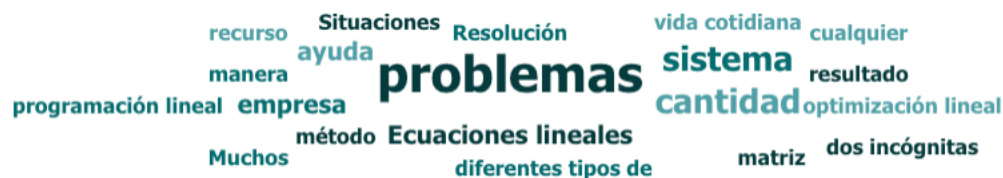


Figura 14

Nube de palabras desde las respuestas de los estudiantes acerca de los problemas que se pueden resolver con el algoritmo Gauss-Jordan



4. CONCLUSIONES

La implementación del ABP, que integra el algoritmo de Gauss-Jordan con la POO, demostró ser un enfoque efectivo que se orienta a superar la fractura en entre el saber y el hacer en la formación de los estudiantes de la Licenciatura en Sistemas Computacionales Administrativos. El proyecto logró los tres ejes planteados: que los

estudiantes llevaran a la práctica la identificación de la relación entre la teoría y la práctica, el desarrollo de diversas habilidades y, finalmente, la promoción de la reflexión.

La evolución de los resultados, realizada desde la perspectiva de los estudiantes de POO y de álgebra lineal, arrojó hallazgos significativos, entre ellos: el 100% de los estudiantes consideró que el ABP contribuye al desarrollo de sus competencias profesionales. El 20% de los participantes señaló que las competencias que se desarrollaron más fueron: la *programación de sistemas de información* y el *desarrollo de proyectos tecnológicos*.

En cuanto a los contenidos de la POO, el concepto y la aplicación de métodos generales fue el que más se reforzó. Además, las competencias axiológicas como el *trabajo en equipo*, la colaboración, la *tolerancia en el trabajo grupal* y la *creatividad en la resolución de problemas* mostrando un refuerzo considerable. El 100% de los estudiantes manifestó estar *muy satisfecho* con su participación.

En relación con los estudiantes de la asignatura de álgebra lineal, la socialización del proyecto se consideró valiosa, debido a que el 69% de los estudiantes consideró que estos proyectos siempre aportan a su formación. Identificaron que la aplicación de Gauss-Jordan analiza procesos administrativos e interpreta datos. El 47% de ellos también estuvo de acuerdo en participar en futuros proyectos de este tipo.

Si bien este estudio confirmó el valor del ABP para la integración de conocimientos, se reconocieron algunas limitaciones inherentes a su diseño que abren varias investigaciones futuras que logren continuar afianzando los objetivos del ABP. En este sentido, se sugiere como futuras líneas de investigación, reforzar las competencias que los estudiantes identificaron como menos desarrollo, como la gestión de las TIC, y el modelado y desarrollo de *startups*, quizá a través de proyectos de mayor complejidad y con la inclusión de actores externos para lograr un ambiente de cliente real. También se plantea explorar el impacto a largo plazo de esta estrategia en el perfil de egreso, así como su aplicación en la resolución de otro tipo de problemáticas como la programación lineal.

REFERENCIAS

Arias Flores, H., Jadán Guerrero, J., y Gómez Luna, L. (2019). Innovación educativa en el aula mediante Design Thinking y Game Thinking. *HAMUT'AY: Revista de divulgación científica de la Universidad Alas Peruanas*, 6(1), 82.
<https://doi.org/10.21503/hamu.v6i1.1576>

Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. In *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.

Aguilera-Rueda, V. J., García Álvarez, I., Hernández García, R. A., Domínguez Domínguez, C. F. (2025). Gauss-Jordan y programación orientada a objetos: Una estrategia de aprendizaje basado en proyectos. *Transdigital*, 6(12), e546.
<https://doi.org/10.56162/transdigital546>

- Barrera Arcaya, F., Venegas-Muggli, J. I., y Ibacache Plaza, L. (2022). El efecto del Aprendizaje Basado en Proyectos en el rendimiento académico de los estudiantes. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 21(46), 277–291.
- Burgos-Leiva, C. A., Rementeria-Piñones, J. A., Espinoza-Oyazún, J. C., y Rodríguez-García, A. B. (2021). Aprendizaje basado en proyectos aplicados en la asignatura de materiales de construcción. *Formación Universitaria*, 14(2), 105–112.
- Causil Vargas, L. A., y Rodríguez De la Barrera, A. E. (2021). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): experimentación en laboratorio, una metodología de enseñanza de las Ciencias Naturales. *Plumilla Educativa*, 105–128.
<https://doi.org/10.30554/pe.1.4204.2021>
- Chang, S.-C., & Wongwatkit, C. (2024). Effects of a peer assessment-based scrum project learning system on computer programming's learning motivation, collaboration, communication, critical thinking, and cognitive load. *Education and Information Technologies*, 29(6), 7105–7128. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12084-x>
- Chero-Santisteban, Y. A., Moreno-Núñez, P. J., Saldaña-Taboada, H. J., & Nina-Cuchillo, E. E. (2025). Impacto del aula invertida en el pensamiento crítico de estudiantes en una universidad privada de Lima (Perú). *Formación Universitaria*, 18(2), 11–24.
- Cruz Rosas, J., y Oседа Gago, D. (2021). Design thinking en la creatividad de los estudiantes de administración de empresas, en una universidad de Trujillo – 2020. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(4), 5352–5365.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.694
- Elera Castillo, R. S., Mera Rodas, A., Montenegro Fernández, M. Y., & Gonzáles Soto, V. A. (2023). Revisión del impacto de aula invertida como estrategia de aprendizaje. *Revista Científica de La UCSA*, 10(2), 123–137.
- Espinoza-Freire, E. E. (2022). Aprendizaje por descubrimiento Vs aprendizaje tradicional. *Revista Transdisciplinaria de Estudios Sociales y Tecnológicos*, 2(1), 73–81. <https://doi.org/10.58594/rtest.v2i1.38>
- Featherstone, M. (2025). Teaching Programming in Higher Education Using a Hybrid Project-Based Learning Approach. *IEEE-Transactions on Education*, 68(4), 377–386. <https://doi.org/10.1109/TE.2025.3577406>
- Gómez Escobar, A., y Simón-Medina, N. (2022). Las Matemáticas pueden ser divertidas. Un caso práctico mediante Aprendizaje-Servicio en la Universidad. *Revista Complutense de Educación*, 33(3), 425–434.
<https://doi.org/10.5209/rced.74267>
- Gómez León, Y., Granda Dihigo, A., & Ramos Concepción, H. M. (2023). Contribución del aprendizaje basado en proyectos a la asignatura Sistemas de Bases de Datos II. *Revista Cubana de Educación Superior*, 42(3), 97–102.
<https://observatorio.anec.cu/uploads/030dcd7d-4fc7-44ca-88de-3f59a7eae04b.pdf>
- Hernández-Gil, C., y Núñez-López, J. A. (2020). Design thinking aplicado al mejoramiento de las competencias ciudadanas en universitarios: voto popular. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 11(1), 85–98.
<https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n1.2020.11685>
- Huerta Camones, R. T., Gutiérrez Deza, L. I. R., Salas Andía, M. F., Giles Nonalaya, M. I., y Huerta Camones, C. V. (2023). Aula invertida en el aprendizaje remoto de los estudiantes de una Universidad pública en el contexto del COVID-19.
-
- Aguilera-Rueda, V. J., García Álvarez, I., Hernández García, R. A., Domínguez Domínguez, C. F. (2025). Gauss-Jordan y programación orientada a objetos: Una estrategia de aprendizaje basado en proyectos. *Transdigital*, 6(12), e546.
<https://doi.org/10.56162/transdigital546>

Horizontes. *Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 7(28), 1042–1059.
<https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i28.573>

Ibarra-Zapata, R.-E., Castillo-Cornelio, J.-O., Trujillo-Natividad, P.-C., García-Villegas, C., Yanac-Montesino, R., y Pando, B. (2021). Enseñanza-aprendizaje de programación de computadoras: avances en la última década. *Revista Científica*, 42(3), 290–303. <https://doi.org/10.14483/23448350.18339>

Lertsakulbunlue, S., & Kantiwong, A. (2025). Evaluating the dependability of peer assessment in project-based learning for pre-clinical students: a generalizability theory approach. *BMC Medical Education*, 25(1), 260.
<https://doi.org/10.1186/s12909-025-06772-0>

Ma, L., & Huang, L. (2024). Research on the Application of Project Teaching Method in the New Model of Software Engineering Course. *Scalable Computing: Practice and Experience*, 25(1), 229–240.
<https://doi.org/10.12694/scpe.v25i1.2287>

Mantilla, G., Ariza, K., Santamaría, A., y Moreno, S. (2021). Educación médica basada en competencias: Revisión de enfoque. *Universitas Médica*, 62(2). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed62-2.emed>

Martínez Valdés, M. G. (2021). Aprendizaje basado en proyectos como estrategia de formación profesional. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(23). <https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1093>

Melnik, A. D., Merenkov, A. V., & Sandler, D. G. (2025). Project-Based Learning in Advanced Engineering Schools: Keeping Personal Education Ahead of the Curve. *Integration of Education*, 29(2), 282–299. <https://doi.org/10.15507/1991-9468.029.202502.282-299>

Moreno-Acosta, J., y Zabala-Vargas, S. A. (2022). Efecto sobre la motivación y el rendimiento académico al aplicar aprendizaje basado en juegos en la enseñanza de las redes definidas por software. *Formación Universitaria*, 15(4), 81–94.

Naseer, F., Tariq, R., Alshahrani, H. M., Alruwais, N., & Al-Wesabi, F. N. (2025). Project based learning framework integrating industry collaboration to enhance student future readiness in higher education. *Scientific Reports*, 15(1), 24985.
<https://doi.org/10.1038/s41598-025-10385-4>

Phoonson, N., Suksaen, K., Piputsoongnern, R., & Boonkwang, K. (2025). *Enhancing Learning Outcomes in Object-Oriented Programming through Project-Based Learning Integrated with the 5E Instructional Model: A Study in a Computer Science Program* [Sesión de congreso]. 10th International STEM Education Conference, Pattaya, Tailandia.
<https://doi.org/10.1109/iSTEM-Ed65612.2025.11129306>

Piñero Charlo, J. C., Canto López, M. del C., & Caballero Leiva, C. (2024). Tratando la ansiedad matemática de maestros en formación mediante Aprendizaje Basado en Juegos: estudio de un caso. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 38.

Rekalde Rodríguez, I., y García Víchez, J. (2015). El Aprendizaje Basado en Proyectos: un constante desafío. *Innovación Educativa*, 25. <https://doi.org/10.15304/ie.25.2304>

Aguilera-Rueda, V. J., García Álvarez, I., Hernández García, R. A., Domínguez Domínguez, C. F. (2025). Gauss-Jordan y programación orientada a objetos: Una estrategia de aprendizaje basado en proyectos. *Transdigital*, 6(12), e546.
<https://doi.org/10.56162/transdigital546>

- Resch, K., & Schritteser, I. (2023). Using the Service-Learning approach to bridge the gap between theory and practice in teacher education. *International Journal of Inclusive Education*, 27(10), 1118–1132.
- Suárez Lantarón, B. (2023). Uso de metodologías activas en las aulas: experiencia educativa de aprendizaje-servicio y fotovoz. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 21(1), 53–69. <https://doi.org/10.4995/redu.2023.19310>
- Tang, T., Abuhmaid, A. M., Olaimat, M., Oudat, D. M., Aldhaeebi, M., & Bamanger, E. (2023). Efficiency of flipped classroom with online-based teaching under COVID-19. *Interactive Learning Environments*, 31(2), 1077–1088.
- Universidad Veracruzana. (2025). Sistemas computacionales administrativos. *Página web oficial de la Universidad Veracruzana*. <https://www.uv.mx/fca/licenciaturas/sistemas/>
- Urrea-Polo, K. (2022). Influencia del Aprendizaje Basado en Proyectos en la Enseñanza-Aprendizaje de Historia. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 14(2), 22–28. <https://doi.org/10.37843/rted.v14i2.310>
- Vargas, J. D., Arregocés, I. C., Solano, A. D., y Peña, K. K. (2021). Aprendizaje basado en proyectos soportado en un diseño tecno-pedagógico para la enseñanza de la estadística descriptiva. *Formación Universitaria*, 14(6), 77–86.
- Villanueva Morales, C., Ortega Sánchez, G., y Díaz Sepúlveda, L. (2022). Aprendizaje Basado en Proyectos: metodología para fortalecer tres habilidades transversales. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 21(45), 433–445. <https://doi.org/10.21703/0718-5162.v21.n45.2022.022>
- Vitchenko, A., Vitchenko, A., Zamotaieva, N., Khrystiuk, S., & Nikolayenko, V. (2022). Designing Integral Learning Outcomes in Higher Education Within the Frameworks of the Competency-Based Approach. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 22(6). <https://doi.org/10.33423/jhetp.v22i6.5223>
- Wu, T.-T., Sari, N. A. R. M., Putri, A. P. R. Z., Chen, H.-R., & Huang, Y.-M. (2025). Fostering undergraduate accounting students' educational attainment through CT-enhanced collaborative project-based learning. *The International Journal of Management Education*, 23(3), 101195. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2025.101195>
- Younis, A. A., Sunderraman, R., Metzler, M., & Bourgeois, A. G. (2021). Developing parallel programming and soft skills: A project based learning approach. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 158, 151–163.
- Zhang, J., Chen, J., Guo, H., Liu, W., & Li, M. (2025). The integrated teaching practice of medical cloud dictionary development and project-based learning. *BMC Medical Education*, 25(1), 30. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06621-6>



Transdigital[®]

editorial

La Editorial *Transdigital* publica libros de carácter científico y académico. Se pueden publicar tesis de posgrado, una vez sometidas al sistema de evaluación de pares de doble ciego. Servicios:

- Gestión del International Standard Book Number (ISBN), del Digital Object Identifier (DOI) y del código de barras.
- Diseño gráfico
- Servicio de corrección de estilo y redacción.
- Dictaminación de la revisión por pares en doble ciego hecha por miembros del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) de México.
- Alojamiento permanente del libro en la editorial *Transdigital* (www.editorial-transdigital.org)
- Distribución gratuita en *Dialnet*, *Google Books*, *Google Play* y *SCRIBD*.
- Distribución a precio mínimo en *Amazon Kindle* (cuota que pagan los lectores de *Kindle*).

La editorial *Transdigital* está en el Registro en el Padrón Nacional de Editores como agente editor Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales, S. C., con el Dígito Identificador 978-607-99594. Además, está afiliada a la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana (CANIEM) con el número 4069, de conformidad con el artículo 17 de la Ley de Cámaras Empresariales y sus Confederaciones en vigor. Y está en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) de la SECIHTI de México con el folio: RENIECYT 2400068.



Transdigital[®]

congreso virtual

El Congreso Virtual *Transdigital* se realiza anualmente de manera totalmente virtual (www.congreso-transdigital.org). Este evento tiene el objetivo de reunir resultados parciales o finales de investigaciones empíricas, documentales o ensayos científicos sobre temas y desafíos que involucran a la tecnología y la transformación digital en sociedad.

Está dirigido a investigadores(as), docentes de todas las modalidades y niveles del sistema educativo, estudiantes de pregrado y posgrado, gestores(as) educativos(as), directivos(as) y demás profesionales interesados(as) en la investigación empírica y documental sobre el uso de la tecnología y la transformación digital en diversos ámbitos sociales, por ejemplo, la salud, el ocio, el turismo, las finanzas, la educación, el desarrollo comunitario, la industria, etcétera.

La inscripción por texto, con un máximo de tres autores(as) da el derecho de publicar la ponencia como capítulo de libro académico en la editorial *Transdigital*, una vez que ha sido admitida por el Comité Científico; además se otorgan certificados de ponencia y asistencia. Ese libro cuenta con International Standard Book Number (ISBN), Digital Object Identifier (DOI) y código de barras.

El Congreso Virtual *Transdigital* es una iniciativa que está inscrita en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) de la SECIHTI de México con el folio: RENIECYT 2400068.



Transdigital[®]

revista científica

La revista científica *Transdigital* es una publicación semestral bajo el modelo de publicación continua, de manera que se reciben textos durante todo el año. Es editada por la Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales S.C. Evalúa los textos con el sistema de pares de doble ciego. Se admiten Artículos de investigación y Ensayos científicos originales.

El proceso de publicación es expedito y, en promedio, los textos se publican tres meses después de que han sido recibidos. El Consejo científico y el Comité editorial se compone por distinguidas y distinguidos académicos de talla nacional e internacional. Cuenta con la Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2022-020912091600-102, International Standard Serial Number (ISSN) 2683-328X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Hasta ahora, está indizada en Latindex, Dialnet, ERIHPLUS, REDIB, EuroPub, LivRe, AURA, Academic Resource Index (ResearchBib), MIAR, OpenAire-Explore, Refseek, Sherpa Romeo, Elektronische Zeitschriftenbibliothek, ZDB Zeitschriften Datenbank, WorldCat, Dimensions, The University of Liverpool, Discovery, Erasmus University Rotterdam, Mir@bel, REBIUN, DARDO, UOCI, LatinRev, ROAD, Google Scholar, Crossref, Scite, Lens, Internet Archive, BASE, etc.

El costo de publicación puede ser consultado en: www.revista-transdigital.org