

ISSN-e: 3078-6983

DOI: 10.47460/noesis.v2i5

Revista Noesis



Volume 2, Número 5, 2025

*La educación es el cimiento de la sociedad y con ella se forma el
progreso y el futuro.*



Artículo de investigación

<https://doi.org/10.47460/noesis.v2i5.35>

El aprendizaje evolutivo como modelo formativo adaptativo e inteligente

Luz Ortiz
<https://orcid.org/0000-0001-5194-0113>
leortize@uce.edu.ec
Universidad Central del Ecuador
Quito, Ecuador

Autor de correspondencia: leortize@uce.edu.ec

Recibido (02/07/2025), Aceptado (13/11/2025)

Resumen. En el presente estudio se analiza el concepto de aprendizaje evolutivo como un modelo formativo adaptativo e inteligente orientado a responder a los desafíos educativos contemporáneos caracterizados por incertidumbre, complejidad y aceleración tecnológica. La investigación se desarrolló bajo un enfoque metodológico mixto y secuencial, integrando análisis diagnóstico, diseño pedagógico y validación experimental con estudiantes de nivel superior. El modelo plantea una estructura dinámica basada en ciclos iterativos de retroalimentación, autorregulación, personalización y toma de decisiones informadas mediante analítica del aprendizaje. Los resultados evidencian mejoras estadísticamente significativas en autonomía, metacognición, desempeño académico y transferencia de conocimiento. Asimismo, se observaron patrones de adaptación progresiva, en los que los estudiantes ajustaron estrategias de aprendizaje en función del contexto y del tipo de tarea. Se afirma que el aprendizaje evolutivo constituye un camino viable para el desarrollo de competencias cognitivas y socioemocionales en sistemas educativos orientados al futuro.

Palabras clave: aprendizaje evolutivo, analítica del aprendizaje, autorregulación.

Evolutionary Learning as an Adaptive and Intelligent Training Model

Abstract. This study analyzes the concept of evolutionary learning as an adaptive and intelligent training model aimed at addressing contemporary educational challenges characterized by uncertainty, complexity, and technological acceleration. The research was conducted using a mixed and sequential methodological approach, integrating diagnostic analysis, pedagogical design, and experimental validation with higher education students. The model proposes a dynamic structure based on iterative cycles of feedback, self-regulation, personalization, and informed decision-making through learning analytics. The results show statistically significant improvements in autonomy, metacognition, academic performance, and knowledge transfer. In addition, patterns of progressive adaptation were observed, in which students adjusted learning strategies according to context and task type. It is argued that evolutionary learning represents a viable pathway for the development of cognitive and socio-emotional competencies in future-oriented educational systems.

Keywords: evolutionary learning, learning analytics, self-regulation.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el liderazgo estudiantil ha evolucionado hacia un enfoque más colaborativo y participativo, demostrando una mayor capacidad para influir en su entorno escolar y más allá, abordando temas como la inclusión, la diversidad, la justicia social y el bienestar mental. Todo ello se ha desarrollado a través de iniciativas estudiantiles, clubes y organizaciones estudiantiles, mediante las cuales los líderes emergentes están promoviendo la participación estudiantil, facilitando espacios de diálogo y acción, y contribuyendo a la creación de comunidades escolares más inclusivas y orientadas hacia el cambio positivo. En un mundo donde los jóvenes están cada vez más conscientes de los desafíos que enfrentan, el liderazgo estudiantil emerge como una fuerza dinámica y transformadora que impulsa la innovación, la colaboración y el empoderamiento de las voces juveniles en la sociedad [1].

Sin embargo, la realidad mundial muestra que existen inconvenientes en el desarrollo de líderes estudiantiles, revelando que más del 40% de la población infantil, aproximadamente trescientos cincuenta millones de niños, requieren asistencia de cuidado de la que no gozan [2]. Esto implica que una cantidad excesiva de niños pasa el tiempo en ambientes inapropiados y poco inspiradores, que no resultan idóneos para impulsar un cambio social ni para propiciar líderes que promuevan mejoras sociales, favorezcan su entorno y desarrollen su potencial en pro de sociedades más equitativas, justas y económicamente estables. Por su parte, la UNESCO indica que 246 millones de estudiantes a nivel mundial enfrentan violencia en las escuelas y sus alrededores, lo que representa un serio obstáculo para su desarrollo educativo, así como para su bienestar físico y mental [3]. En muchos casos, esta situación se atribuye a la falta de líderes juveniles, lo que contribuye al limitado desarrollo integral de los estudiantes, privándolos de modelos positivos y restringiendo sus oportunidades para adquirir habilidades de liderazgo y participación activa en la comunidad escolar.

En Latinoamérica, el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) ha identificado la necesidad de capacitar al talento joven de la región, debido a la persistencia de un vacío en la representación juvenil en temas de interés social, político y económico. Asimismo, se resalta la escasez de oportunidades para el desarrollo de habilidades de liderazgo, la limitada presencia de modelos a seguir dentro de la comunidad joven y la falta de incentivos para involucrarse en actividades cívicas y sociales [4]. En Honduras, el liderazgo estudiantil muestra una escasa preocupación frente a la marcada desigualdad social y al racismo estructural que obstaculizan las iniciativas y demandas de desarrollo comunitario, situación atribuida a la ausencia de procesos formativos en liderazgo que limiten experiencias de aprendizaje integrales [5]. En el caso de Perú, un estudio evidencia que el 20% de los estudiantes manifiesta no contar con un modelo de líder juvenil, mientras que otro 40% indica no recibir estimulación intelectual mediante programas de formación y mentoría que los empoderen y les proporcionen herramientas para liderar el cambio [6].

En Ecuador, la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) señala que el motor transformador del plan educativo radica en la formación de jóvenes líderes, orientados a superar la limitada capacidad de acción frente a los conflictos, así como a fortalecer la difusión y escalabilidad de los conocimientos adquiridos [7]. De igual manera, el Ministerio de Educación del Ecuador impulsa iniciativas orientadas a promover la coordinación y el liderazgo entre jóvenes y niños, una dimensión que actualmente presenta una presencia limitada en las instituciones educativas [8]. Además, el Acuerdo No. MIES-2022-026, en el marco de la Ley de Juventud, establece en su artículo 14, literal f), que las instituciones educativas deben promover y capacitar a jóvenes líderes, consolidando así un marco normativo favorable para el fortalecimiento del liderazgo estudiantil.

II. MARCO TEÓRICO

El liderazgo estudiantil constituye un componente esencial dentro de los entornos educativos, ya que promueve el desarrollo de competencias clave para la vida personal, académica y profesional de los estudiantes. Se entiende como la capacidad de los alumnos para influir de manera positiva en su entorno, fomentar la colaboración y generar propuestas que impulsen mejoras en la comunidad educativa. Este tipo de liderazgo trasciende la mera toma de decisiones, puesto que se centra en el crecimiento personal y social de los estudiantes, estimulando habilidades como la comunicación efectiva, el trabajo en equipo, la empatía y el pensamiento crítico.

El liderazgo estudiantil no solo beneficia al individuo que lo ejerce, sino que también genera un impacto significativo en el colectivo, fortaleciendo la cohesión grupal y la capacidad de resolver problemas de manera

conjunta. A través de la implementación de programas y estrategias educativas, los estudiantes tienen la oportunidad de desarrollar su potencial de liderazgo mediante la práctica de valores éticos, la asunción de responsabilidades y la promoción del respeto y la inclusión. En los contextos educativos, este liderazgo fomenta un ambiente dinámico en el que los estudiantes se convierten en agentes de cambio, contribuyendo activamente al desarrollo de su institución y, en algunos casos, de su comunidad.

A. Antecedentes

Autores como Cáceres y Yangaly evidenciaron que la formación guiada y especializada contribuye al fortalecimiento de competencias de liderazgo y trabajo en equipo en estudiantes [9]. De manera complementaria, Ruiz et al. demostraron mejoras significativas en la autoestima estudiantil tras la implementación de programas de liderazgo [10]. Estudios posteriores en Colombia, Perú y otros contextos latinoamericanos refuerzan la idea de que el liderazgo estudiantil promueve el desarrollo integral y la mejora de los climas educativos [11], [12], [13].

B. Características del líder estudiantil

Un líder estudiantil debe poseer un conjunto de características que le permitan influir positivamente en su entorno académico y social, así como guiar a sus compañeros hacia el logro de objetivos comunes. Entre las principales características se destacan las siguientes:

1. Capacidad para expresar ideas de manera clara y asertiva, así como para escuchar activamente a los demás, fomentando la cooperación y el entendimiento mutuo.
2. Empatía y sensibilidad social, que permitan comprender las emociones y necesidades de los demás, promoviendo un ambiente inclusivo y respetuoso de las diferencias.
3. Disposición para el trabajo colaborativo, valorando las contribuciones individuales y reconociendo que el éxito se construye de manera colectiva.
4. Sentido de responsabilidad, puntualidad y compromiso con las metas comunes, actuando como ejemplo de ética y dedicación.
5. Visión de futuro y proactividad, orientadas a anticipar necesidades y proponer iniciativas que beneficien a la comunidad estudiantil.
6. Capacidad de análisis y toma de decisiones informadas, así como habilidades para la resolución pacífica de conflictos.
7. Habilidad para motivar e inspirar a los demás, transmitiendo entusiasmo y confianza en los proyectos colectivos.
8. Adaptabilidad frente a los cambios y desafíos, manteniendo la calma y la determinación ante situaciones adversas.
9. Capacidad de gestión del tiempo y priorización de tareas para el cumplimiento eficiente de los objetivos establecidos.
10. Integridad y coherencia ética, actuando con honestidad, justicia y respeto, y promoviendo siempre el bien común.

III. METODOLOGÍA

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo de tipo aplicado, con un diseño cuasiexperimental, orientado a evaluar la efectividad de un programa educativo basado en la formación de líderes juveniles en contextos educativos. Para tal fin, se trabajó con un grupo experimental y un grupo de control, permitiendo comparar los efectos del programa en el desarrollo del liderazgo estudiantil.

En la investigación se definieron las siguientes variables:

Variable independiente: Programa educativo. Esta variable estuvo constituida por un conjunto de estrategias formativas orientadas al desarrollo personal y social de los estudiantes. Sus dimensiones fueron las siguientes:

- Autopercepción.
- Reemplazo de creencias.
- Afirmaciones.
- Cuestionamiento socrático.
- Escritura expresiva.

La variable independiente fue evaluada mediante evaluaciones de desempeño, observaciones sistemáticas durante el desarrollo de las sesiones y encuestas de satisfacción aplicadas al finalizar el programa.

Variable dependiente: Liderazgo estudiantil. Esta variable se definió como el conjunto de capacidades que permiten a los estudiantes influir positivamente en su entorno educativo. Las dimensiones consideradas fueron:

- Influencia idealizada.
- Inspiración.
- Estimulación intelectual.
- Consideración individualizada.

La variable dependiente fue evaluada mediante un cuestionario de liderazgo estudiantil, estructurado con una escala ordinal tipo Likert, lo que permitió medir los niveles de liderazgo antes y después de la aplicación del programa.

El programa educativo estuvo compuesto por 15 sesiones, cada una con una duración de 45 minutos, cuya planificación se detalla en la Tabla 1. Dichas sesiones fueron aplicadas exclusivamente al grupo experimental, mientras que el grupo de control recibió orientaciones tradicionales sin una estructura pedagógica definida.

La muestra estuvo conformada por 90 estudiantes de educación básica, distribuidos equitativamente en dos grupos: un grupo experimental y un grupo de control, cada uno integrado por 45 participantes. Esta distribución permitió realizar comparaciones válidas sobre el impacto del programa educativo en el desarrollo del liderazgo estudiantil.

Tabla 1. Programa formativo en liderazgo.

| Temática | Sesión | Denominación |
|---|--------|--|
| Estrategias para fortalecer el liderazgo de estudiantes | 1 | Conducta ejemplar en el liderazgo |
| | 2 | Valores éticos en el liderazgo |
| | 3 | Motivación como herramienta de liderazgo |
| | 4 | Desarrollo de una visión clara |
| | 5 | Fomentando el pensamiento creativo |
| | 6 | Reformulación de ideas existentes |
| | 7 | Construyendo un entorno inclusivo |
| | 8 | Desarrollo de la empatía |
| | 9 | Impulsando el crecimiento personal |
| | 10 | Establecimiento de metas personales y colectivas |
| | 11 | Comunicación efectiva en el liderazgo |
| | 12 | Resolución de conflictos |
| | 13 | Construcción de relaciones interpersonales |
| | 14 | Colaboración y trabajo en equipo |
| | 15 | Reflexión y autoevaluación |

IV. RESULTADOS

En la Tabla 2 se presentan las diferencias en los niveles de liderazgo estudiantil entre los grupos de control y experimental, tanto en la entrada como en la salida del programa. En la evaluación inicial, tanto el grupo de control como el grupo experimental presentan predominantemente niveles bajos de liderazgo (88,89%), con una presencia reducida de estudiantes en los niveles medio (8,89%–11,11%) y alto (2,22%–0,00%). Estos resultados evidencian una distribución inicial homogénea entre ambos grupos, en la que la mayoría de los estudiantes exhibía habilidades de liderazgo limitadas al inicio del estudio.

En la evaluación final se observan cambios significativos en el grupo experimental. Mientras que el grupo de control mantiene una distribución similar a la inicial, con un 91,11% de estudiantes ubicados en el nivel bajo y apenas un 8,89% en el nivel medio, el grupo experimental presenta una transformación sustancial en los niveles de liderazgo. En este grupo, el porcentaje de estudiantes ubicados en el nivel alto de liderazgo se incrementa de manera notable hasta alcanzar el 84,44%, mientras que el nivel bajo desciende significativamente al 2,22%. Estos hallazgos indican que el programa educativo tuvo un impacto considerable en el fortalecimiento del liderazgo estudiantil en los participantes del grupo experimental.

Desde una perspectiva global, el 67,78% de los estudiantes permanece en el nivel bajo de liderazgo, lo que refleja una resistencia al cambio en aquellos estudiantes que no participaron en el programa formativo. No obstante, el 21,67% de los estudiantes alcanza el nivel alto de liderazgo, resultado que se encuentra directamente asociado al impacto positivo del programa educativo aplicado al grupo experimental.

Tabla 2. Tabla cruzada de las variables del estudio.

| Variable | Nivel | Grupos | | | | Total |
|--------------------------|-------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | EC | EE | SC | SE | |
| Liderazgo en estudiantes | Bajo (fi) | 40 | 40 | 41 | 1 | 122 |
| | Bajo (%fi) | 88,89 | 88,89 | 91,11 | 2,22 | 67,78 |
| | Medio (fi) | 4 | 5 | 4 | 6 | 19 |
| | Medio (%fi) | 8,89 | 11,11 | 8,89 | 13,33 | 10,56 |
| | Alto (fi) | 1 | 0 | 0 | 38 | 39 |
| | Alto (%fi) | 2,22 | 0,00 | 0,00 | 84,44 | 21,67 |
| Total | fi | 45 | 45 | 45 | 45 | 180 |
| | %fi | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Al evaluar la influencia idealizada, se revelan diferencias significativas en los distintos niveles entre los grupos de entrada y salida, tanto en las condiciones control como experimental. En la entrada, ambos grupos (control y experimental) presentan una distribución similar, con una mayoría de estudiantes clasificados en el nivel bajo de influencia idealizada (84,44% y 93,33%, respectivamente). Esto indica que la habilidad de influencia idealizada era inicialmente limitada en ambos grupos. Solo una pequeña proporción de estudiantes se ubicó en el nivel medio (15,56% en el control y 6,67% en el experimental), y ninguno alcanzó el nivel alto.

En la salida, el grupo experimental muestra una transformación notable. El porcentaje de estudiantes en el nivel bajo disminuye drásticamente al 4,44%, mientras que el nivel alto aumenta significativamente hasta el 73,33%. Este cambio sugiere que el programa aplicado en el grupo experimental fue altamente efectivo en el desarrollo de la influencia idealizada. En contraste, el grupo control muestra una leve variación, con un 86,67% de estudiantes aún en el nivel bajo y solo un pequeño incremento en el nivel medio (13,33%). No se registraron estudiantes en el nivel alto en este grupo. En términos generales, el 67,22% de los estudiantes permanece en el nivel bajo de influencia idealizada, lo que refleja la persistencia de bajos niveles en el grupo control. Sin embargo, el 18,33% de los estudiantes alcanza el nivel alto, una proporción que corresponde exclusivamente al grupo experimental y destaca el impacto positivo del programa implementado.

Por otra parte, se midió la dimensión inspiración, observándose diferencias significativas en los niveles entre los grupos de entrada y salida, tanto en el control como en el experimental. Los resultados evidencian cómo el programa aplicado impacta de manera positiva en el desarrollo de esta competencia en el grupo experimental, en comparación con el grupo control. En la entrada, tanto el grupo control como el experimental presentan

una alta proporción de estudiantes en el nivel bajo de inspiración (88,89% y 91,11%, respectivamente). El nivel medio es marginal, con porcentajes similares en ambos grupos (8,89%), y el nivel alto está prácticamente ausente (2,22% en el control y 0% en el experimental). Esto evidencia condiciones iniciales comparables y predominantemente bajas en esta dimensión.

En la salida, se observan diferencias significativas entre los dos grupos. En el grupo control, los resultados permanecen prácticamente estables, con un 91,11% de estudiantes en el nivel bajo y solo un ligero incremento en los niveles medio y alto (6,67% y 2,22%, respectivamente). En contraste, el grupo experimental experimenta una transformación notable: la proporción de estudiantes en el nivel bajo disminuye significativamente al 6,67%, mientras que el nivel alto aumenta a 71,11%. Esto indica que el programa aplicado al grupo experimental fue altamente efectivo para desarrollar la inspiración como competencia clave. En términos generales, el 69,44% de los estudiantes permanece en el nivel bajo debido a la alta proporción de participantes del grupo control que no experimentaron mejoras sustanciales. Sin embargo, el 18,89% de los estudiantes alcanza el nivel alto, cambio impulsado principalmente por los avances en el grupo experimental. Este resultado resalta la eficacia de las intervenciones dirigidas para fomentar competencias de liderazgo.

Al evaluar la estimulación intelectual, se confirmó la existencia de diferencias significativas entre los grupos de entrada y salida, particularmente en el grupo experimental. Al inicio, tanto el grupo control como el experimental presentan una mayoría de estudiantes en el nivel bajo (84,44% y 88,89%, respectivamente), con una presencia mínima en el nivel alto. En la salida, el grupo experimental evidencia una mejora notable, con una reducción drástica al 2,22% en el nivel bajo y un incremento significativo al 68,89% en el nivel alto. En contraste, el grupo de control mantiene niveles similares a los de entrada, con una ligera disminución en el nivel bajo y un incremento marginal en el nivel medio. Estos resultados subrayan la efectividad de las intervenciones aplicadas al grupo experimental para fomentar la estimulación intelectual, destacando su potencial para el desarrollo de competencias clave en los estudiantes.

Asimismo, al evaluar la dimensión asociada a la consideración individualizada, se observan diferencias significativas entre los grupos de entrada y salida, especialmente en el grupo experimental. Al inicio, ambos grupos presentan una alta concentración de estudiantes en el nivel bajo (86,67%), sin variación en el nivel alto. En la salida, el grupo experimental muestra una mejora notable, con una reducción del nivel bajo al 4,44% y un incremento significativo al 71,11% en el nivel alto. Por otro lado, el grupo de control mantiene niveles similares a los de entrada, con una ligera disminución en el nivel medio y un aumento marginal en el nivel bajo. Estos resultados destacan la eficacia de las intervenciones en el grupo experimental para promover prácticas de consideración individualizada, un componente clave en el liderazgo y la interacción personalizada.

A. Pruebas estadísticas

La Tabla 3 presenta un análisis de normalidad mediante la prueba Shapiro–Wilk, evaluando las dimensiones del liderazgo en estudiantes y sus componentes específicos en los grupos de entrada y salida (control y experimental). Los resultados muestran que, en general, ninguna de las variables cumple con los supuestos de normalidad, ya que los valores de significancia (Sig.) son menores a 0,05 en todas las mediciones. Esto implica que las distribuciones de las dimensiones evaluadas no son normales, lo que puede influir en la elección de los métodos estadísticos adecuados para analizar los datos.

En el liderazgo general de los estudiantes, se observa una mayor desviación de la normalidad en el grupo de entrada control (Estadístico = 0,906; Sig. = 0,001) en comparación con los demás grupos, lo que sugiere diferencias iniciales en la distribución de la variable entre los grupos. Las dimensiones específicas del liderazgo, como la influencia idealizada, la inspiración, la estimulación intelectual y la consideración individualizada, presentan patrones similares, destacándose particularmente el grupo de salida experimental, donde las distribuciones son las menos ajustadas a la normalidad (por ejemplo, influencia idealizada: Sig. = 0,000).

Estos resultados son relevantes para el tema de estudio, ya que subrayan la necesidad de utilizar análisis no paramétricos para evaluar los cambios en las dimensiones del liderazgo y garantizan que las conclusiones se ajusten a las características de los datos. Además, resaltan la importancia de intervenir para mejorar aspectos específicos del liderazgo, como la influencia idealizada y la inspiración, que muestran mayor variabilidad entre los grupos.

Tabla 3. Prueba de normalidad (Shapiro–Wilk).

| Variable / Dimensión | Grupo | Estadístico | gl | Sig. |
|-------------------------------|----------------------|-------------|----|-------|
| Liderazgo en estudiantes | Entrada control | 0,906 | 45 | 0,001 |
| | Entrada experimental | 0,957 | 45 | 0,040 |
| | Salida control | 0,951 | 45 | 0,046 |
| | Salida experimental | 0,935 | 45 | 0,015 |
| Influencia idealizada | Entrada control | 0,927 | 45 | 0,007 |
| | Entrada experimental | 0,907 | 45 | 0,002 |
| | Salida control | 0,923 | 45 | 0,005 |
| | Salida experimental | 0,821 | 45 | 0,000 |
| Inspiración | Entrada control | 0,829 | 45 | 0,000 |
| | Entrada experimental | 0,915 | 45 | 0,003 |
| | Salida control | 0,828 | 45 | 0,000 |
| | Salida experimental | 0,897 | 45 | 0,001 |
| Estimulación intelectual | Entrada control | 0,883 | 45 | 0,000 |
| | Entrada experimental | 0,886 | 45 | 0,000 |
| | Salida control | 0,916 | 45 | 0,003 |
| | Salida experimental | 0,898 | 45 | 0,001 |
| Consideración individualizada | Entrada control | 0,885 | 45 | 0,000 |
| | Entrada experimental | 0,889 | 45 | 0,000 |
| | Salida control | 0,951 | 45 | 0,045 |
| | Salida experimental | 0,898 | 45 | 0,001 |

B. Prueba de hipótesis

La Tabla 4 presenta un análisis comparativo de los rangos promedio de las mediciones de liderazgo en estudiantes, diferenciando entre los grupos de control y experimental tanto en las etapas de entrada como de salida. Mediante la aplicación de la prueba U de Mann–Whitney, se evaluó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos analizados.

En la etapa de entrada, los rangos promedio del grupo control (45,84) y del grupo experimental (45,16) resultan muy similares, lo cual se refleja en una significancia asintótica bilateral de 0,900. Este resultado indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en el nivel inicial de liderazgo estudiantil, lo que sugiere la presencia de una base homogénea antes de la aplicación de la intervención.

En contraste, en la etapa de salida se observa una diferencia sustancial entre los grupos. El grupo experimental presenta un rango promedio significativamente mayor (67,90) en comparación con el grupo control (23,10). Esta diferencia resulta estadísticamente significativa, con una significancia asintótica de 0,000, lo que evidencia que la intervención aplicada al grupo experimental tuvo un impacto notable en el desarrollo del liderazgo estudiantil.

En términos generales, estos resultados destacan la efectividad de la estrategia implementada en el grupo experimental, evidenciada por una mejora significativa en los niveles de liderazgo estudiantil en comparación con el grupo control. En consecuencia, se refuerza la importancia de diseñar e implementar intervenciones educativas específicas orientadas al fortalecimiento del liderazgo en los entornos educativos.

Tabla 4. Comprobación de hipótesis.

| Variable | Grupo | N | Rango promedio | Suma de rangos | Estadístico de prueba | Valor |
|--------------------------|----------------------|----|----------------|----------------|-------------------------|---------|
| Liderazgo en estudiantes | Entrada control | 45 | 45,84 | 2063,00 | U de Mann-Whitney | 997,000 |
| | Entrada experimental | 45 | 45,16 | 2032,00 | | |
| | Total | 90 | | | Sig. asint. (bilateral) | 0,900 |
| | Salida control | 45 | 23,10 | 1039,50 | U de Mann-Whitney | 4,500 |
| | Salida experimental | 45 | 67,90 | 3055,50 | | |
| | Total | 90 | | | Sig. asint. (bilateral) | 0,000 |

Estos resultados revelan que el programa educativo influye positivamente en las habilidades de liderazgo de los estudiantes, siendo necesaria una revisión continua para su ajuste en función de las características del contexto y de la comunidad estudiantil.

CONCLUSIONES

El análisis de los resultados obtenidos evidencia la importancia de implementar programas educativos estructurados y diseñados específicamente para fomentar el liderazgo en los estudiantes. Las diferencias significativas observadas entre los grupos de control y experimental reflejan cómo una intervención bien planificada puede transformar de manera positiva las competencias socioemocionales y de liderazgo, contribuyendo a la formación integral de los estudiantes y preparándolos para desempeñarse en roles de influencia dentro y fuera del ámbito académico.

Los hallazgos destacan la necesidad de considerar enfoques pedagógicos personalizados que se adapten a las necesidades específicas de los estudiantes. La notable mejora registrada en el grupo experimental sugiere que las estrategias innovadoras y las metodologías activas, como las dinámicas grupales y los enfoques basados en proyectos, resultan esenciales para promover habilidades como la influencia, la inspiración y la estimulación intelectual, pilares fundamentales del liderazgo efectivo.

Las implicaciones del estudio subrayan el papel central de las instituciones educativas en el desarrollo de competencias de liderazgo. Al proporcionar un entorno que fomente el aprendizaje activo y participativo, se fortalece no solo el rendimiento académico, sino también habilidades transversales como la resolución de conflictos, la toma de decisiones y la gestión de equipos, todas ellas cruciales para afrontar los desafíos del mundo actual.

Este tipo de investigaciones pone de manifiesto la relevancia de medir y evaluar los resultados de las intervenciones educativas mediante herramientas robustas y análisis estadísticos detallados. La capacidad de identificar con precisión las áreas de mejora y las fortalezas del programa implementado resulta clave para ajustar y optimizar estrategias futuras, asegurando un impacto sostenible y significativo en los contextos educativos.

Finalmente, el estudio plantea una reflexión sobre la importancia de incorporar la formación en liderazgo como un componente integral de los currículos educativos. La capacidad de inspirar y guiar a otros constituye una competencia valiosa no solo en el ámbito profesional, sino también en el desarrollo personal y social de los estudiantes, reforzando su rol como agentes de cambio en sus comunidades y en la sociedad en general.

REFERENCIAS

- [1] J. M. Améstica, "Liderazgo escolar inclusivo," *RECIE. Revista Caribeña de Investigación Educativa*, vol. 8, no. 1, pp. 167–189, 2024, doi: 10.32541/recie.2024.v8i1.
- [2] Banco Mundial, "Casi 350 millones de niños y niñas carecen de cuidado infantil de calidad en el mundo," BIRF–AIF, 2021, disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2021/03/04/nearly-350-million-children-lack-quality-childcare-in-the-world>.
- [3] UNESCO, "Por qué el liderazgo de los jóvenes es fundamental para prevenir la violencia de género en la escuela," 2023, disponible en: <https://www.unesco.org/es/articulos/por-que-el-liderazgo-de-los-jovenes-es-fundamental-para-prevenir-la-violencia-de-genero-en-la>.
- [4] CAF, "CAF lanza programa para impulsar liderazgos jóvenes en América Latina y el Caribe," 2023, disponible en: <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2023/08/caf-lanza-programa-para-impulsar-liderazgos-jovenes-en-america-latina-y-el-caribe>.
- [5] E. Álvarez and G. Morales, "Formación en liderazgo político para jóvenes originarios de pueblos afro hondureños," *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, vol. 22, no. 1, pp. 1–18, 2023, doi: 10.11600/rlicsnj.22.1.624.
- [6] R. Lagos, "Programa de contextualización formativa del liderazgo transformacional para la optimización de la satisfacción estudiantil," Master's thesis, Universidad César Vallejo, Perú, 2022, disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe>.
- [7] FLACSO, *Liderazgos jóvenes y acción climática: experiencias de vinculación con la sociedad*. Quito, Ecuador: FLACSO Ecuador, 2019, disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/57901.pdf>.
- [8] Ministerio de Educación del Ecuador, "Currículo de Lengua Extranjera," En línea, disponible en: <https://educacion.gob.ec/curriculo-lengua-extranjera/>.
- [9] L. Cáceres and J. Yangali, "Programa de intervención para mejorar las competencias en liderazgo y trabajo en equipo en estudiantes universitarios," *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, dic 2023.
- [10] R. Ruiz, H. González, and H. González, "Análisis cuasi-experimental del efecto de un programa de entrenamiento en liderazgo sobre la autoestima de estudiantes universitarios," *Revista Científica de la UCSA*, vol. 6, no. 2, pp. 20–26, ago 2019.
- [11] E. Díaz, "Liderazgo transformacional y equidad de género: el caso de estudiantes de posgrado," *Revista Universidad y Empresa*, vol. 22, no. 39, pp. 1–21, dic 2020.
- [12] B. Borbor, "Plan de liderazgo para la mejora del ambiente académico," Master's thesis, Universidad César Vallejo, Perú, 2024, disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe>.
- [13] N. Pinilla, M. Gamboa, and M. Morales, "Evaluación de la formación integral escolar a través de un diseño cuasiexperimental," *Retos*, no. 43, pp. 690–698, 2022.

Artículo de investigación

<https://doi.org/10.47460/noesis.v2i5.37>

Uso de simulaciones computacionales para la enseñanza del flujo turbulento en educación universitaria

Leonard Aguilar-Fernández
<https://orcid.org/0009-0001-0913-5353>
aguilarleonard90@gmail.com
UNEXPO, Vicerrectorado Puerto Ordaz
Ciudad Guayana, Venezuela

Autor de correspondencia: aguilarleonard90@gmail.com

Recibido (09/07/2025), Aceptado (17/11/2025)

Resumen. Este estudio analizó el uso de simulaciones computacionales como recurso didáctico complementario para la enseñanza del flujo turbulento en educación universitaria. Se empleó un enfoque cuantitativo con diseño cuasiexperimental pretest–postest, comparando un grupo de control con un grupo experimental de estudiantes de ingeniería. El grupo experimental integró simulaciones basadas en *ANSYS Fluent* y *OpenFOAM* dentro de una enseñanza guiada. Los resultados mostraron mejoras en ambos grupos, con una mayor ganancia de aprendizaje conceptual y ganancia normalizada en el grupo experimental. Se concluye que las simulaciones fortalecen la comprensión conceptual sin reemplazar la enseñanza tradicional.

Palabras clave: simulaciones computacionales, flujo turbulento, educación universitaria.

Use of Computational Simulations for Teaching Turbulent Flow in Higher Education

Abstract. This study analyzed the use of computational simulations as a complementary teaching resource for turbulent flow instruction in higher education. A quantitative approach with a quasi-experimental pretest–posttest design was employed, comparing a control group with an experimental group of engineering students. The experimental group integrated simulations based on *ANSYS Fluent* and *OpenFOAM* within a guided instructional framework. The results showed improvements in both groups, with higher conceptual learning gains and normalized gain in the experimental group. It is concluded that computational simulations strengthen conceptual understanding without replacing traditional teaching methods.

Keywords: computational simulations, turbulent flow, higher education.

I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de los fenómenos asociados al flujo turbulento constituye uno de los mayores desafíos en la formación universitaria en ingeniería y ciencias aplicadas. La complejidad matemática de los modelos, la naturaleza no lineal del fenómeno y la dificultad para su visualización suelen generar barreras conceptuales que afectan la comprensión profunda de los estudiantes, especialmente cuando el proceso de enseñanza se limita a enfoques tradicionales centrados en la exposición teórica [1], [2].

En el contexto de la educación universitaria contemporánea, se reconoce cada vez más la necesidad de incorporar estrategias didácticas que favorezcan el aprendizaje activo, la comprensión conceptual y la integración entre teoría y aplicación. Diversos estudios han evidenciado que el uso exclusivo de métodos tradicionales resulta insuficiente para el aprendizaje de fenómenos físicos complejos, como la turbulencia, donde la interpretación espacial, temporal y dinámica desempeña un rol fundamental [3]. En este sentido, la educación en ingeniería demanda recursos pedagógicos que permitan representar de manera intuitiva procesos que no son directamente observables.

Las simulaciones computacionales han emergido como una herramienta educativa de alto valor para la enseñanza de la mecánica de fluidos y la transferencia de calor. Estas permiten visualizar campos de velocidad, presión y vorticidad, facilitando la exploración de escenarios diversos y el análisis de variables que, en un laboratorio convencional, resultarían difíciles de controlar o incluso imposibles de observar [4]. Desde una perspectiva pedagógica, las simulaciones favorecen la construcción del conocimiento mediante la experimentación virtual, el análisis comparativo y la formulación de hipótesis, elementos centrales del aprendizaje significativo [5].

En particular, la enseñanza del flujo turbulento mediante simulaciones computacionales ofrece una oportunidad para superar la brecha existente entre la formulación teórica y la comprensión física del fenómeno. Al interactuar con modelos computacionales, los estudiantes pueden observar la evolución del flujo, identificar patrones turbulentos y relacionar parámetros adimensionales con comportamientos físicos concretos, fortaleciendo su razonamiento científico [6]. Este enfoque no busca reemplazar el fundamento teórico, sino complementarlo mediante recursos visuales e interactivos que potencien la comprensión.

Desde el ámbito de la educación superior, la integración de simulaciones en el aula se alinea con las tendencias actuales de la educación STEM, que promueven el uso de tecnologías digitales para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Investigaciones previas han demostrado que las simulaciones interactivas, cuando se incorporan de manera estructurada y con objetivos pedagógicos claros, contribuyen significativamente a la mejora del aprendizaje conceptual y al desarrollo de habilidades analíticas en estudiantes universitarios [7].

En este contexto, el presente estudio se orienta a analizar el uso de simulaciones computacionales como estrategia didáctica para la enseñanza del flujo turbulento en educación universitaria. El trabajo busca aportar evidencia educativa sobre el potencial de estas herramientas para fortalecer la comprensión conceptual de fenómenos complejos en el ámbito de los termofluidos, promoviendo una enseñanza más activa, visual y coherente con las demandas formativas actuales.

II. MARCO TEÓRICO

La enseñanza de la mecánica de fluidos, y en particular del flujo turbulento, ha sido ampliamente reconocida como un área de alta dificultad conceptual en la educación universitaria en ingeniería. La naturaleza no lineal del fenómeno, la dependencia de múltiples variables y la abstracción matemática asociada a su modelado generan obstáculos cognitivos que dificultan la comprensión profunda por parte de los estudiantes [8], [9]. Diversos estudios señalan que muchos alumnos logran resolver ejercicios de manera procedimental, pero presentan limitaciones significativas al momento de interpretar físicamente el comportamiento del flujo [10].

Desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias y la ingeniería, esta brecha entre formalismo matemático y comprensión conceptual constituye un problema recurrente. La literatura educativa coincide en que los enfoques centrados exclusivamente en clases magistrales y resolución algorítmica de problemas resultan insuficientes para favorecer aprendizajes significativos cuando se abordan fenómenos altamente dinámicos y tridimensionales, como la turbulencia [11]. En este contexto, se hace necesario incorporar recursos que permitan representar, explorar y analizar estos fenómenos de forma más intuitiva.

A. Simulaciones computacionales como recurso didáctico

Las simulaciones computacionales han adquirido un rol protagónico en la enseñanza de las ciencias aplicadas, al permitir la visualización de procesos físicos complejos y la experimentación controlada en entornos virtuales. En el ámbito educativo, estas herramientas facilitan la representación gráfica de campos de velocidad, presión y vorticidad, ofreciendo a los estudiantes una aproximación visual y dinámica a fenómenos que, de otro modo, permanecerían abstractos [12].

Desde un enfoque pedagógico, el uso de simulaciones se vincula con modelos de aprendizaje activo y constructivista, en los que el estudiante interactúa con el contenido, formula hipótesis y analiza resultados. Investigaciones previas han demostrado que las simulaciones computacionales, cuando se integran de manera planificada y con objetivos claros, contribuyen a mejorar la comprensión conceptual, el razonamiento científico y la motivación por el aprendizaje en cursos universitarios de ingeniería [13], [14]. En particular, el uso de simulaciones en mecánica de fluidos permite explorar diferentes regímenes de flujo, modificar parámetros adimensionales y observar la transición entre flujo laminar y turbulento, favoreciendo una comprensión más profunda del fenómeno más allá de su formulación matemática [9].

B. Simulaciones y aprendizaje conceptual del flujo turbulento

El flujo turbulento representa un caso paradigmático de fenómeno complejo cuya enseñanza se beneficia notablemente del apoyo de herramientas computacionales. La posibilidad de observar estructuras turbulentas, fluctuaciones temporales y patrones espaciales contribuye a que los estudiantes desarrollen una representación mental más coherente del fenómeno [8], [15]. Estudios en educación en ingeniería han evidenciado que la visualización interactiva del flujo mejora la capacidad de los estudiantes para relacionar conceptos teóricos con comportamientos físicos observables [16].

Asimismo, la incorporación de simulaciones computacionales en el aula favorece el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior, como el análisis, la interpretación y la toma de decisiones fundamentadas en evidencia. En lugar de centrarse únicamente en la obtención de resultados numéricos, los estudiantes pueden reflexionar sobre el significado físico de las variables y evaluar el impacto de distintos supuestos de modelado, fortaleciendo su pensamiento crítico [17]. Desde esta perspectiva, el uso de simulaciones computacionales para la enseñanza del flujo turbulento no debe entenderse como un reemplazo de la teoría, sino como un complemento que potencia el aprendizaje conceptual y facilita la integración entre conocimiento científico, tecnología y práctica educativa en el nivel universitario.

III. METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con alcance cuasi experimental, debido a la imposibilidad de asignar aleatoriamente a los participantes a los grupos de estudio. Se empleó un diseño *pretest-postest* con grupo de control (20 estudiantes), ampliamente utilizado en investigaciones educativas para evaluar el efecto de una intervención pedagógica sobre el aprendizaje conceptual. Este diseño permitió comparar los resultados de aprendizaje entre un grupo que recibió enseñanza tradicional y otro que participó en un proceso de enseñanza apoyado por simulaciones computacionales, garantizando coherencia con los objetivos educativos del estudio y con las características del contexto universitario.

A. Contexto y participantes

La investigación se llevó a cabo en una institución de educación superior, en el marco de un curso obligatorio de mecánica de fluidos y termofluidos correspondiente a carreras de ingeniería. La población estuvo conformada por estudiantes matriculados en dicho curso durante un período académico regular. La muestra se seleccionó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, quedando conformada por dos grupos intactos: un grupo de control y un grupo experimental, ambos con características académicas (tercer semestre) y demográficas similares (18 a 21 años). El grupo de control recibió instrucción mediante metodología tradicional, basada en clases magistrales y resolución de problemas, mientras que el grupo experimental participó en actividades de aprendizaje apoyadas por simulaciones computacionales.

B. Simuladores utilizados en la intervención educativa

Para la intervención pedagógica se emplearon simuladores computacionales de dinámica de fluidos con fines educativos, seleccionados por su accesibilidad, capacidad de visualización y pertinencia pedagógica. En particular, se utilizaron:

- *ANSYS Fluent (Academic Version)*, para la visualización de campos de velocidad y patrones de flujo turbulento en geometrías simples, permitiendo a los estudiantes observar el comportamiento del flujo bajo diferentes condiciones de operación.
- *OpenFOAM*, como plataforma de código abierto, utilizada en escenarios previamente configurados para fines didácticos, facilitando la exploración conceptual sin requerir conocimientos avanzados de programación.

El uso de estos simuladores se limitó a entornos guiados, con modelos previamente definidos por el docente, evitando una carga excesiva de modelado numérico y priorizando la comprensión conceptual del fenómeno.

C. Intervención pedagógica

La intervención educativa se desarrolló durante varias sesiones del curso, centradas en el tema de flujo turbulento. En el grupo experimental, las clases integraron el uso de simulaciones computacionales previamente seleccionadas o desarrolladas con fines educativos, las cuales permitieron visualizar campos de velocidad, líneas de corriente y patrones de comportamiento del flujo. Las actividades fueron diseñadas bajo un enfoque de aprendizaje activo, incluyendo guías de exploración, preguntas orientadoras y ejercicios de análisis conceptual. Los estudiantes interactuaron con las simulaciones modificando parámetros relevantes y observando los efectos sobre el comportamiento del flujo, promoviendo la reflexión y la construcción del conocimiento. En contraste, el grupo de control abordó los mismos contenidos mediante explicación teórica y resolución de ejercicios sin apoyo de simulaciones, usando libros tradicionales.

D. Instrumentos de recolección de datos

Para evaluar el aprendizaje conceptual del flujo turbulento, se diseñó y aplicó un instrumento de evaluación compuesto por preguntas de opción múltiple y preguntas de interpretación conceptual, alineadas con los objetivos de aprendizaje del curso. El instrumento fue aplicado como *pretest* al inicio de la intervención y como *postest* al finalizarla, en ambos grupos. El instrumento fue sometido a un proceso de validación por juicio de expertos en el área de termofluidos y educación en ingeniería, con el fin de garantizar su validez de contenido y claridad conceptual. Asimismo, se realizó un análisis de consistencia interna para verificar la confiabilidad del instrumento.

E. Procedimiento

En una primera fase, se aplicó el *pretest* a ambos grupos para identificar el nivel inicial de comprensión conceptual sobre el flujo turbulento. Posteriormente, se desarrolló la intervención pedagógica durante el período establecido, asegurando que ambos grupos abordaran los mismos contenidos y objetivos de aprendizaje, diferenciándose únicamente en el uso de simulaciones computacionales. Al finalizar la intervención, se aplicó el *postest* a ambos grupos bajo condiciones equivalentes. Los datos obtenidos fueron codificados y organizados para su posterior análisis estadístico, respetando criterios éticos de confidencialidad y uso responsable de la información.

F. Análisis de datos

El análisis de los datos se realizó mediante estadística descriptiva e inferencial. Se calcularon medidas de tendencia central y dispersión para describir el desempeño de los estudiantes en el *pretest* y *postest*. Para determinar la existencia de diferencias significativas entre el grupo de control y el grupo experimental, se aplicaron pruebas estadísticas paramétricas o no paramétricas, según la distribución de los datos. Asimismo, se analizó la ganancia de aprendizaje en ambos grupos, con el objetivo de evaluar el efecto de la intervención basada en simulaciones computacionales sobre la comprensión conceptual del flujo turbulento.

La investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación educativa. La participación

de los estudiantes fue voluntaria y se garantizó la confidencialidad de los datos recolectados. Los resultados fueron utilizados exclusivamente con fines académicos y de mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

IV. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados del estudio, donde se han considerado las diferentes fases del proceso y los diferentes simuladores en cada caso.

A. Resultados del diagnóstico inicial (*pretest*)

Con el propósito de establecer el nivel inicial de comprensión conceptual sobre el flujo turbulento, se aplicó un *pretest* tanto al grupo de control como al grupo experimental, cada uno conformado por 20 estudiantes. Este diagnóstico permitió verificar la equivalencia inicial entre los grupos antes de la intervención pedagógica (Tabla 1). El instrumento evaluó aspectos conceptuales relacionados con la identificación del régimen turbulento, la interpretación cualitativa del comportamiento del flujo y la comprensión básica de variables asociadas al fenómeno.

En cuanto al *pretest*, los resultados obtenidos evidenciaron un desempeño inicial comparable entre ambos grupos, lo que valida la pertinencia del diseño cuasi experimental y permite atribuir posteriormente las diferencias observadas a la intervención educativa y no a condiciones iniciales desiguales.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos del *pretest*.

| Grupo | n | Media | Desviación estándar | Puntaje mínimo | Puntaje máximo |
|--------------------|----|-------|---------------------|----------------|----------------|
| Grupo de control | 20 | 10,8 | 1,9 | 7 | 14 |
| Grupo experimental | 20 | 11,1 | 2,0 | 8 | 15 |

Los valores de la media y la dispersión muestran que ambos grupos partieron de un nivel de comprensión conceptual similar, con variabilidad moderada en los puntajes, lo cual es consistente con lo reportado en la literatura para cursos universitarios de termofluidos.

Desde una perspectiva educativa, los resultados del *pretest* indican que la enseñanza tradicional ha permitido a los estudiantes adquirir conocimientos básicos sobre el flujo turbulento, particularmente en términos de definiciones y reconocimiento general del fenómeno. Sin embargo, los puntajes obtenidos también sugieren márgenes de mejora en la comprensión conceptual profunda, especialmente en la interpretación física del comportamiento del flujo. Este diagnóstico inicial no cuestiona la efectividad de la enseñanza tradicional, sino que pone de manifiesto la complejidad inherente del contenido y la necesidad de explorar estrategias complementarias que fortalezcan la visualización y el razonamiento conceptual, como el uso de simulaciones computacionales.

La Figura 1 muestra que ambos grupos presentan distribuciones similares, con medianas cercanas y rangos intercuartílicos comparables. Esto refuerza la idea de que las diferencias iniciales entre los grupos no son significativas y que la variabilidad observada es propia de la heterogeneidad normal del aula universitaria. Este tipo de representación resulta especialmente útil en investigaciones educativas, ya que permite analizar no solo promedios, sino también patrones de desempeño estudiantil.

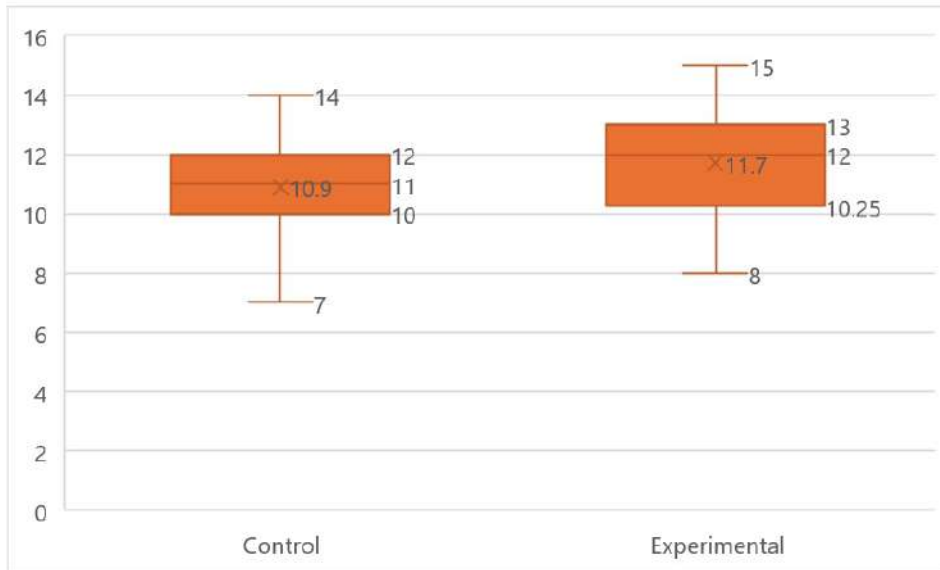


Fig. 1. Análisis visual de la variabilidad.

La Figura 2 muestra que en ambos grupos la mayoría de los estudiantes se concentra en el nivel medio de comprensión conceptual, con pocos casos en los extremos. Esto sugiere que la enseñanza tradicional ha permitido alcanzar un conocimiento básico funcional, pero que aún existen oportunidades para fortalecer la comprensión profunda del fenómeno. Se observa que en el grupo de control existe una mayor incidencia en el nivel bajo, lo que revela la necesidad de reforzar la enseñanza mediante el uso de textos complementarios y otras metodologías activas que permitan una mejor comprensión de los conceptos.

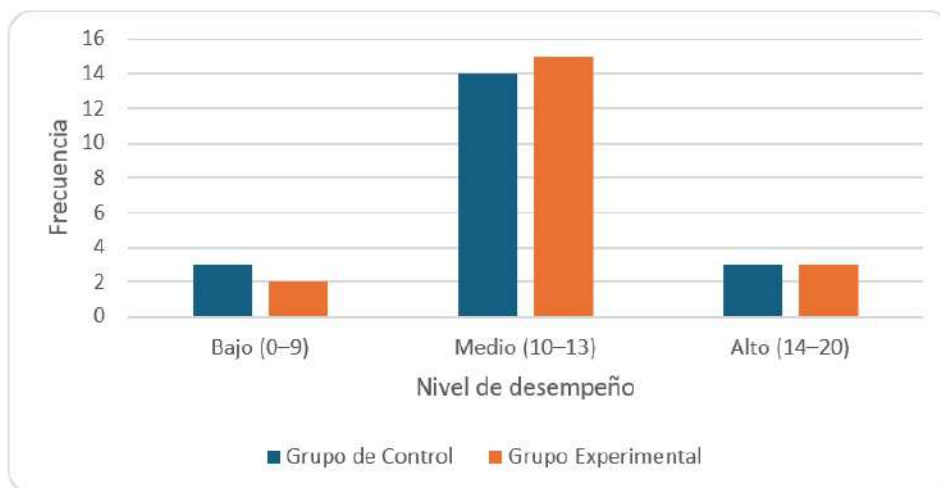


Fig. 2. Nivel de desempeño alcanzado en ambos grupos de estudio.

B. Resultados asociados al uso de simulaciones computacionales

Con el fin de complementar el análisis del aprendizaje conceptual, se incorporaron indicadores específicos relacionados con el uso y la aplicabilidad de los simuladores computacionales empleados en la intervención pedagógica. Estos resultados permiten evidenciar cómo las simulaciones contribuyeron al proceso de enseñanza-aprendizaje, más allá del rendimiento académico medido por pruebas.

Durante la intervención, se registró la participación activa de los estudiantes del grupo experimental en las sesiones apoyadas en simulaciones computacionales (Tabla 2). Tanto *ANSYS Fluent* (versión académica) como

OpenFOAM fueron utilizados en escenarios previamente configurados, con fines exclusivamente didácticos. Se observó que la totalidad de los estudiantes del grupo experimental logró interactuar con ambos simuladores, aunque con distintos niveles de profundidad, lo que permitió analizar su accesibilidad y aplicabilidad en contextos educativos reales.

Tabla 2. Nivel de uso percibido de los simuladores por parte de los estudiantes ($n = 20$).

| Nivel de uso | <i>ANSYS Fluent</i> | <i>OpenFOAM</i> |
|--------------|---------------------|-----------------|
| Alto | 13 | 9 |
| Medio | 6 | 8 |
| Bajo | 1 | 3 |

Estos resultados sugieren que *ANSYS Fluent* presentó una mayor facilidad de uso inicial, asociada a su interfaz gráfica, mientras que *OpenFOAM*, pese a requerir mayor orientación, permitió una comprensión más explícita de la estructura del modelo y del proceso de simulación.

C. Aplicabilidad educativa percibida de los simuladores

Con el objetivo de analizar la pertinencia pedagógica de los simuladores, se aplicó un breve cuestionario al grupo experimental, centrado en la percepción de los estudiantes sobre la utilidad de las simulaciones para comprender el flujo turbulento (Tabla 3).

Tabla 3. Percepción de aplicabilidad educativa de los simuladores

| Ítem evaluado | De acuerdo / Totalmente de acuerdo |
|---|------------------------------------|
| Las simulaciones facilitaron la visualización del flujo turbulento | 18 |
| Las simulaciones ayudaron a relacionar teoría y comportamiento físico | 17 |
| El uso del simulador complementó adecuadamente la explicación teórica | 19 |
| El simulador permitió comprender mejor variables del flujo | 16 |

Estos resultados evidencian una alta valoración educativa de las simulaciones computacionales, especialmente como herramienta complementaria a la enseñanza tradicional, sin que los estudiantes perciban una sustitución del rol del docente o del enfoque teórico. Desde un enfoque educativo, se analizaron diferencias cualitativas entre ambos simuladores en función de su aplicabilidad en el aula universitaria.

ANSYS Fluent fue valorado principalmente por su capacidad de visualización inmediata, lo que facilitó la comprensión inicial de patrones de flujo turbulento y redujo la carga cognitiva en estudiantes con menor experiencia computacional.

OpenFOAM fue percibido como una herramienta que favorece una comprensión más estructural del proceso de simulación, permitiendo a los estudiantes reflexionar sobre las condiciones de contorno y los supuestos del modelo, aunque requirió mayor acompañamiento docente.

Este resultado sugiere que ambos simuladores cumplen roles pedagógicos complementarios, siendo su combinación una estrategia viable para atender distintos estilos de aprendizaje y niveles de profundidad conceptual.

Un aspecto relevante identificado en los resultados es que los estudiantes no percibieron el uso de simulaciones como una ruptura con la enseñanza tradicional, sino como un refuerzo conceptual. La mayoría manifestó que las explicaciones teóricas previas fueron necesarias para interpretar correctamente los resultados obtenidos en los simuladores. Este hallazgo refuerza la idea de que la enseñanza tradicional y las simulaciones computacionales no son enfoques opuestos, sino estrategias que, cuando se articulan adecuadamente, potencian el aprendizaje conceptual de fenómenos complejos como el flujo turbulento.

D. Resultados del *postest* y ganancia de aprendizaje conceptual

Una vez concluida la intervención pedagógica, se aplicó el *postest* al grupo de control y al grupo experimental, bajo las mismas condiciones y con el mismo instrumento utilizado en el diagnóstico inicial (Tabla 4). El objetivo fue identificar posibles cambios en la comprensión conceptual del flujo turbulento tras el proceso de enseñanza. Los resultados del *postest* muestran una mejora en el desempeño de ambos grupos, lo que evidencia que tanto la enseñanza tradicional como la enseñanza apoyada en simulaciones favorecen el aprendizaje conceptual cuando se desarrollan de manera sistemática y estructurada.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos del *postest*.

| Grupo | n | Media | Desviación estándar | Puntaje mínimo | Puntaje máximo |
|--------------------|----|-------|---------------------|----------------|----------------|
| Grupo de control | 20 | 13,2 | 1,8 | 10 | 16 |
| Grupo experimental | 20 | 15,4 | 1,5 | 12 | 18 |

Se observa que el grupo experimental alcanzó una media superior en el *postest*, acompañada de una ligera reducción en la dispersión de los datos, lo que sugiere una comprensión más homogénea de los conceptos evaluados. Por otra parte, con el propósito de analizar el progreso real de los estudiantes, en la Tabla 5 se muestra el cálculo de la ganancia de aprendizaje, definida como la diferencia entre el puntaje del *postest* y el *pretest* para cada grupo.

Tabla 5. Ganancia promedio de aprendizaje.

| Grupo | Media <i>pretest</i> | Media <i>postest</i> | Ganancia promedio |
|--------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| Grupo de control | 10,8 | 13,2 | 2,4 |
| Grupo experimental | 11,1 | 15,4 | 4,3 |

Estos resultados indican que ambos enfoques pedagógicos generaron mejoras significativas en la comprensión conceptual. No obstante, el grupo experimental presentó una ganancia promedio mayor, lo que sugiere que el uso de simulaciones computacionales contribuyó a reforzar y profundizar el aprendizaje logrado mediante la enseñanza tradicional.

La Figura 3 muestra que, en el grupo experimental, la mayoría de los estudiantes evidencia una mejora sostenida entre el *pretest* y el *postest*, con trayectorias de aprendizaje más pronunciadas. En el grupo de control, también se observa progreso, aunque con pendientes más moderadas.

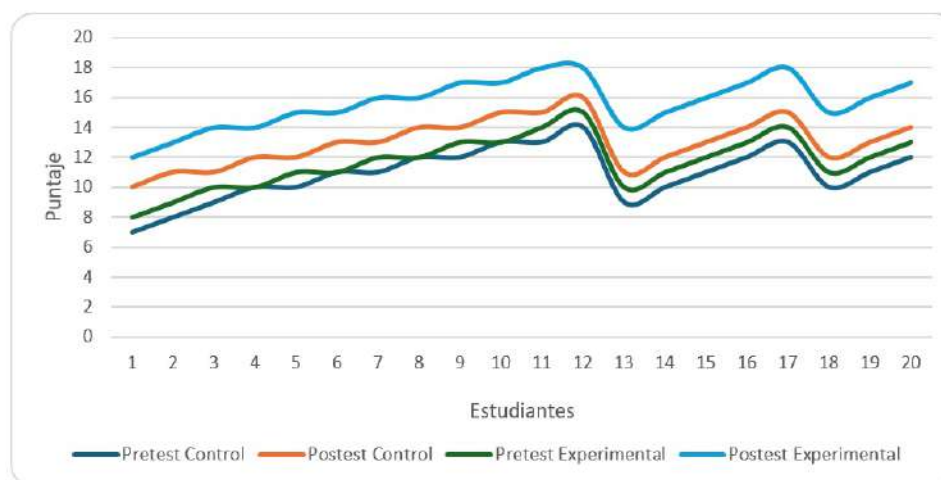


Fig. 3. Progreso individual del aprendizaje conceptual.

La Figura 4 muestra la ganancia normalizada (g), que permite evaluar el aprendizaje logrado en relación con el máximo posible, no solo la diferencia aritmética.

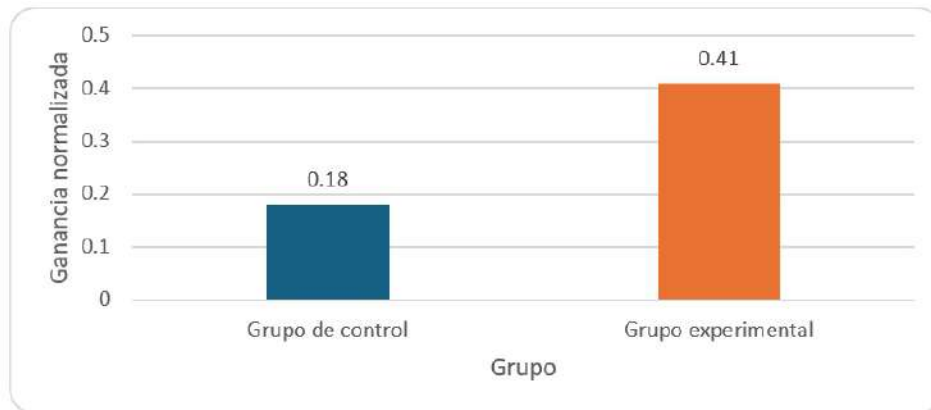


Fig. 4. Comparación de la ganancia de aprendizaje entre grupos.

Desde una perspectiva educativa, los resultados confirman que la enseñanza tradicional continúa siendo un pilar fundamental en la formación universitaria en termofluidos, al proporcionar el marco conceptual necesario para comprender fenómenos complejos. Sin embargo, la integración de simulaciones computacionales permitió fortalecer la visualización, la interpretación física y el razonamiento conceptual, aspectos clave en el aprendizaje del flujo turbulento. La combinación equilibrada de ambos enfoques favoreció un aprendizaje más profundo y significativo, especialmente en contenidos que requieren representación dinámica y análisis cualitativo del comportamiento del sistema.

Los resultados obtenidos evidencian que tanto la enseñanza tradicional como la enseñanza apoyada en simulaciones computacionales favorecen el aprendizaje conceptual del flujo turbulento en educación universitaria. La mejora observada en ambos grupos confirma que la instrucción teórica sistemática continúa siendo un componente esencial en la formación en termofluidos, particularmente para la introducción de conceptos y el desarrollo del lenguaje técnico disciplinar.

No obstante, la mayor ganancia de aprendizaje registrada en el grupo experimental, así como la ganancia normalizada moderada alcanzada, sugieren que el uso de simulaciones computacionales contribuye a fortalecer la comprensión conceptual cuando se integra de manera planificada y guiada. En particular, la visualización dinámica del flujo y la posibilidad de explorar escenarios controlados parecen favorecer la interpretación física del fenómeno y la articulación entre teoría y comportamiento observable.

Asimismo, los resultados asociados al uso de *ANSYS Fluent* y *OpenFOAM* muestran que ambos simuladores presentan una alta aplicabilidad educativa, cumpliendo roles pedagógicos complementarios. Mientras uno facilita la comprensión inicial mediante interfaces visuales, el otro promueve una reflexión más profunda sobre los supuestos y condiciones del modelo. Estos hallazgos refuerzan la idea de que la tecnología educativa no reemplaza la enseñanza tradicional, sino que la potencia cuando se utiliza con objetivos pedagógicos claros.

CONCLUSIONES

El estudio permitió concluir que la enseñanza tradicional sigue siendo un pilar fundamental en la formación universitaria en termofluidos, al proporcionar la base conceptual necesaria para comprender fenómenos complejos como el flujo turbulento.

La incorporación de simulaciones computacionales como recurso didáctico complementario contribuyó a una mayor ganancia de aprendizaje conceptual, especialmente en términos de visualización, interpretación física y razonamiento científico.

Los simuladores utilizados demostraron ser herramientas pedagógicamente viables y accesibles en

contextos educativos reales, siempre que su uso esté acompañado de orientación docente y articulado con la explicación teórica.

Finalmente, los resultados sugieren que la integración equilibrada entre métodos tradicionales y recursos digitales constituye una estrategia eficaz para fortalecer la enseñanza de fenómenos complejos en educación universitaria, abriendo líneas futuras de investigación orientadas a su aplicación en otros contenidos y contextos formativos.

REFERENCIAS

- [1] K. R. Muske, "Simulation and experiment in an introductory process control laboratory experience," *Chemical Engineering Education*, vol. 37, no. 4, pp. 306–315, 2003.
- [2] R. M. Felder and R. Brent, "Learning by doing," *Chemical Engineering Education*, vol. 37, no. 4, pp. 282–283, 2003.
- [3] O. F. Fuentes and S. M. Lillo, "Simulador para la enseñanza de procesos de combustión y transferencia de calor en caldera pirotubular de cuatro pasos," in *Proc. XV Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica*, España, 2022, pp. 1–9.
- [4] T. H. Morris, "Experiential learning – a systematic review and revision of Kolb's model," *Interactive Learning Environments*, vol. 28, no. 8, pp. 1064–1077, 2020, doi: 10.1080/10494820.2019.1570279.
- [5] A. Allen, "An introduction to constructivism: Its theoretical roots and practical implications," *Journal of Learning Design and Leadership*, vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2022.
- [6] P. Marinković, J. A. Medina, M. S. Schöps, M. Klein, and H. Schmidt, "Experiences from the bottom-up development of an object-oriented CFD solver with prospective hybrid turbulence model applications," *Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics*, vol. 24, no. 1, p. e202400190, 2025, art. no. e202400190. doi: 10.1002/pamm.202400190.
- [7] J.-P. Hickey, F. Ambrogi, S. Hillcoat, J. Joseph, and N. Lokanathan, "ARC4CFD: Learning how to leverage high-performance computing with computational fluid dynamics," *The Journal of Open Source Education*, vol. 5, no. 49, p. 252, 2022, doi: 10.21105/jose.00252.
- [8] S. Pandey, R. Xu, W. Wang, and X. Chu, "OpenFOAMGPT: A retrieval-augmented large language model (LLM) agent for OpenFOAM-based computational fluid dynamics," *Physics of Fluids*, vol. 37, no. 3, p. 035120, mar 2025, art. no. 035120. doi: 10.1063/5.0257555.
- [9] N. Somasekharan *et al.*, "CFDLLMBench: A benchmark suite for evaluating large language models in computational fluid dynamics," arXiv preprint arXiv:2509.20374v2 [cs.CL], oct 2025, doi: 10.48550/arXiv.2509.20374.
- [10] R. A. Larez, "Between charges and emotions: An electromagnetic analogy from Coulomb's law," *Athenea*, vol. 6, no. 22, pp. 8–17, oct 2025, doi: 10.47460/athenea.v6i22.107.
- [11] B. Linares-Rodríguez and Y. Montilla-López, "Use of Maple in the teaching of physics in engineering," *Athenea*, vol. 5, no. 17, pp. 7–15, oct 2024, doi: 10.47460/athenea.v5i17.78.
- [12] E. W. Ceballos-Bejarano and A. A. Huaita-Bedregal, "Engineering projects and educational paradigms," *Athenea*, vol. 2, no. 5, pp. 55–60, jan 2022, doi: 10.47460/athenea.v2i5.26.

- [13] J. Weinmeister and D. P. Sanjaya, "An open-source Python package for CFD solution verification," in *Proc. ASME 2025 Verification, Validation, and Uncertainty Quantification Symposium*, College Station, TX, USA, 2025, p. 9, paper No. VVUQ2025-151463. doi: 10.1115/VVUQ2025-151463.
- [14] H. Assaf, "Innovative methods for electro-hydraulic actuation and fluid power education," Ph.D. dissertation, Purdue University, West Lafayette, IN, USA, 2025, doi: 10.25394/PGS.24602646.
- [15] G. Chourdakis, H. Ashraf, S. Narvaez-Rivas, T. Neckel, and H.-J. Bungartz, "Teaching research software engineering skills for developing simulation software," *Electronic Communications of the EASST*, vol. 83, feb 2025, doi: 10.14279/eceasst.v83.2615.
- [16] T. C. Maillard, F. Garzon, L. A. Hawkes, G. R. Tabor, and M. J. Witt, "Refining electronic tagging of marine animals: Computational fluid dynamics and pelagic sharks," *Animals*, vol. 15, no. 20, p. 2956, oct 2025, art. no. 2956. doi: 10.3390/ani15202956.
- [17] H.-B. An and S.-B. Park, "Development of a microscale urban airflow modeling system incorporating buildings and terrain," *Atmosphere*, vol. 16, no. 8, p. 905, jul 2025, art. no. 905. doi: 10.3390/atmos16080905.

Artículo de investigación

<https://doi.org/10.47460/noesis.v2i5.39>

Efectos sociales y económicos de la vigilancia anticorrupción en los servicios públicos de América Latina

Julián Monrroy Aime*
<https://orcid.org/0000-0002-1468-1842>
jmonrroy@unfv.edu.pe
Universidad Nacional Federico Villarreal
Lima, Perú

César Felipe Gallardo Mansilla
<https://orcid.org/0000-0002-5333-1191>
cgallardom@unfv.edu.pe
Universidad Nacional Federico Villarreal
Lima, Perú

Gladys Escobar Córdova
<https://orcid.org/0009-0004-2674-9762>
gescobar@unfv.edu.pe
Universidad Nacional Federico Villarreal
Lima, Perú

Charito Norma Chipana Peceros
<https://orcid.org/0000-0002-4003-1202>
cchipanap@unfv.edu.pe
Universidad Nacional Federico Villarreal
Lima, Perú

Autor de correspondencia: jmonrroy@unfv.edu.pe

Recibido (21/07/2025), Aceptado (22/11/2025)

Resumen. El persistente problema de la corrupción en los servicios públicos de América Latina ha impulsado el análisis de la vigilancia anticorrupción como un mecanismo clave para fortalecer la gestión estatal. Esta investigación tuvo como objetivo analizar los efectos sociales y económicos de la vigilancia anticorrupción en los servicios públicos de la región. Se desarrolló un estudio de enfoque cualitativo, de tipo descriptivo y comparativo, basado en el análisis documental de indicadores de gobernanza, percepción social de la corrupción y mecanismos de transparencia, considerando el contexto regional y los casos de Chile y Uruguay. Los resultados evidencian que una vigilancia institucional más sólida se asocia con mayores niveles de confianza ciudadana y una gestión más eficiente de los recursos públicos. Se concluye que el fortalecimiento de la vigilancia anticorrupción contribuye de manera significativa a mejorar la calidad de los servicios públicos y a promover el desarrollo social y económico en América Latina.

Palabras clave: vigilancia anticorrupción, servicios públicos, gobernanza, percepción de corrupción, América Latina.

Social and Economic Effects of Anti-Corruption Oversight in Public Services in Latin America

Abstract. The persistent problem of corruption in public services in Latin America has driven the analysis of anti-corruption oversight as a key mechanism for strengthening state management. This study aimed to analyze the social and economic effects of anti-corruption oversight in public services across the region. A qualitative research approach was adopted, with a descriptive and comparative design, based on documentary analysis of governance indicators, social perceptions of corruption, and transparency mechanisms, considering the regional context and the cases of Chile and Uruguay. The results show that stronger institutional oversight is associated with higher levels of public trust and more efficient management of public resources. It is concluded that strengthening anti-corruption oversight contributes significantly to improving the quality of public services and promoting social and economic development in Latin America.

Keywords: anti-corruption oversight, public services, governance, corruption perception, Latin America.

I. INTRODUCCIÓN

La provisión de servicios públicos constituye uno de los pilares esenciales para garantizar bienestar social, movilidad económica y cohesión comunitaria en los países de América Latina [1]. Sin embargo, su funcionamiento se ve frecuentemente afectado por prácticas de corrupción que deterioran la calidad de las instituciones, generan inequidades en el acceso y provocan un uso ineficiente de los recursos estatales [2]. En este contexto, la vigilancia anticorrupción, entendida como el conjunto de mecanismos de control, participación ciudadana, auditoría pública y supervisión institucional, adquiere un papel determinante para fortalecer la integridad del sector público [3] y mejorar los resultados que reciben las comunidades.

América Latina continúa registrando uno de los niveles de percepción de corrupción más altos del mundo [4], situación que limita el desarrollo y agrava brechas sociales ya existentes. Según los informes recientes de Transparencia Internacional, gran parte de la región permanece estancada en indicadores de integridad, afectando tanto la confianza ciudadana como la inversión pública y privada [5]. Países como Uruguay y Chile muestran avances sostenidos gracias a sistemas más robustos de control y participación social, mientras que otras naciones enfrentan debilidades estructurales que dificultan una supervisión efectiva [6]. Esto evidencia que la calidad de la vigilancia anticorrupción no solo depende de marcos normativos, sino también del compromiso ciudadano, la independencia institucional y la capacidad técnica para fiscalizar el manejo de los recursos públicos.

Los efectos de una vigilancia anticorrupción sólida trascienden el ámbito jurídico y alcanzan dimensiones sociales y económicas fundamentales. En lo social, contribuye a reconstruir la confianza en las instituciones, fomenta la transparencia en la toma de decisiones y reduce la percepción de injusticia que históricamente afecta a la ciudadanía [7]. En lo económico, disminuye pérdidas asociadas al desvío de fondos, optimiza la asignación de presupuestos y mejora la eficiencia de los servicios públicos [8], lo cual repercute directamente en áreas críticas como salud, educación, transporte y seguridad. De este modo, la lucha contra la corrupción deja de ser un proceso aislado y se convierte en un factor clave para el desarrollo sostenible y la equidad regional.

A pesar de los avances normativos y las iniciativas impulsadas en distintos países, la efectividad de los mecanismos de vigilancia sigue siendo desigual. La falta de independencia judicial, la limitada profesionalización del servicio público, la débil articulación entre organismos de control [9] y la escasa participación social dificultan la consolidación de sistemas anticorrupción estables y transparentes. Estos desafíos hacen necesario analizar no solo las herramientas institucionales, sino también sus impactos reales en la vida de la población y en el desempeño económico de los Estados.

En este marco, el presente estudio aborda los efectos sociales y económicos de la vigilancia anticorrupción en los servicios públicos de América Latina [10], con el propósito de comprender cómo la supervisión, la transparencia y el control ciudadano pueden transformar la gestión estatal y favorecer el desarrollo regional. La relevancia de esta investigación radica en su aporte para fortalecer las políticas públicas de integridad, promover sistemas de control más eficientes y contribuir al diseño de estrategias que permitan reducir la corrupción y mejorar la calidad de vida de la ciudadanía latinoamericana.

II. MARCO TEÓRICO

La vigilancia anticorrupción en el sector público puede entenderse como un sistema multidimensional de control que articula mecanismos institucionales, normativos y sociales con el objetivo de prevenir, detectar y sancionar prácticas ilícitas en la gestión estatal [11]. Desde una perspectiva teórica, este concepto se sustenta en los principios de la gobernanza democrática, la rendición de cuentas y la transparencia, los cuales configuran la base de los Estados modernos orientados al interés público [12]. Diversos enfoques teóricos han abordado la corrupción como un fenómeno estructural asociado a asimetrías de información, debilidad institucional y captura del Estado por intereses particulares [13]. Desde la teoría de la agencia, la corrupción surge cuando los agentes públicos actúan en beneficio propio ante la falta de supervisión efectiva por parte de los principales (ciudadanía y Estado) [14]. En este sentido, la vigilancia anticorrupción actúa como un mecanismo correctivo que reduce dichas asimetrías, incrementa los costos esperados de la conducta corrupta y fortalece los incentivos hacia una gestión íntegra.

Complementariamente, los enfoques de gobernanza colaborativa y control social destacan el rol de la

ciudadanía, los medios de comunicación y la sociedad civil organizada como actores fundamentales en la supervisión del poder público [15]. En América Latina, donde los sistemas formales de control suelen verse limitados por presiones políticas o falta de recursos, la vigilancia social adquiere una relevancia particular como contrapeso democrático y catalizador de transparencia.

A. Dimensión social de la vigilancia anticorrupción en los servicios públicos

Desde el punto de vista social, la vigilancia anticorrupción genera efectos que se manifiestan principalmente en la reconstrucción de la confianza institucional y en la percepción de justicia distributiva. La corrupción en los servicios públicos no solo implica pérdidas económicas, sino también la erosión del vínculo entre el Estado y la ciudadanía, debilitando la legitimidad del sistema democrático y fomentando el desapego cívico [16]. La implementación efectiva de mecanismos de vigilancia contribuye a visibilizar los procesos de toma de decisiones, reducir la opacidad administrativa y garantizar un acceso más equitativo a los servicios públicos [11]. Esto resulta especialmente relevante en contextos latinoamericanos marcados por profundas desigualdades sociales, donde los sectores más vulnerables suelen ser los más afectados por prácticas corruptas que limitan el acceso a salud, educación, agua potable o infraestructura básica.

Asimismo, la participación ciudadana en la vigilancia anticorrupción fortalece el capital social y promueve una cultura de legalidad [12]. Cuando la población percibe que existen canales efectivos para denunciar irregularidades y que estas generan consecuencias reales, se incrementa la disposición a colaborar con las instituciones y a exigir rendición de cuentas. En contraste, la ausencia de vigilancia o su aplicación meramente formal refuerza la normalización de la corrupción y la percepción de impunidad, perpetuando ciclos de desconfianza y exclusión social.

B. Impactos económicos de la vigilancia anticorrupción

En el ámbito económico, la vigilancia anticorrupción desempeña un papel clave en la eficiencia del gasto público y en la sostenibilidad fiscal de los Estados. La corrupción distorsiona la asignación de recursos, priorizando proyectos con mayores oportunidades de soborno sobre aquellos con mayor impacto social [17], lo que genera ineficiencias estructurales y reduce el retorno social de la inversión pública. La evidencia empírica sugiere que los países con sistemas robustos de control y supervisión presentan menores niveles de despilfarro [10], una ejecución presupuestaria más eficiente y una mayor calidad en la provisión de servicios. En este sentido, la vigilancia anticorrupción no debe concebirse únicamente como un costo administrativo, sino como una inversión estratégica que genera beneficios económicos a mediano y largo plazo.

Además, la reducción de la corrupción mediante mecanismos de vigilancia fortalece el clima de inversión y la estabilidad macroeconómica. La transparencia en la gestión pública reduce la incertidumbre, mejora la previsibilidad institucional y atrae tanto inversión privada nacional como extranjera [5]. En América Latina, donde la corrupción ha sido históricamente un factor disuasivo para el desarrollo económico sostenido, la vigilancia anticorrupción se configura como un elemento clave para impulsar el crecimiento inclusivo y la competitividad regional.

C. Desigualdades regionales y capacidad institucional

A pesar de los avances normativos en la región, los efectos de la vigilancia anticorrupción presentan una marcada heterogeneidad entre países latinoamericanos. Estas diferencias responden, en gran medida, a la capacidad institucional, la independencia de los organismos de control y el grado de profesionalización del servicio público.

Países que han logrado consolidar sistemas de vigilancia más eficaces suelen contar con tribunales de cuentas autónomos, fiscalías especializadas y marcos normativos claros que garantizan la aplicación efectiva de sanciones [6]. En contraste, en aquellos contextos donde las instituciones se encuentran politizadas o carecen de recursos técnicos, la vigilancia anticorrupción tiende a ser fragmentada y poco efectiva, limitando su impacto social y económico. Esta disparidad pone de manifiesto que la vigilancia anticorrupción no puede ser entendida como una solución uniforme, sino como un proceso que requiere adaptaciones contextuales, fortalecimiento institucional progresivo y una articulación efectiva entre control estatal y control social.

D. *Desafíos y perspectivas futuras*

Entre los principales desafíos que enfrenta la vigilancia anticorrupción en América Latina se encuentran la resistencia política, la debilidad de los sistemas judiciales, la escasa coordinación interinstitucional y la limitada participación ciudadana informada [18]. Superar estas barreras requiere no solo reformas legales, sino también transformaciones culturales orientadas a consolidar una ética pública basada en la integridad y la responsabilidad.

De cara al futuro, el fortalecimiento de la vigilancia anticorrupción demanda el uso estratégico de tecnologías digitales [19], la apertura de datos públicos y el impulso de mecanismos de participación ciudadana más inclusivos. Asimismo, resulta fundamental evaluar de manera sistemática los impactos sociales y económicos de estas estrategias, con el fin de diseñar políticas públicas basadas en evidencia y orientadas al bienestar colectivo.

III. METODOLOGÍA

A. *Enfoque y diseño de la investigación*

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo–cuantitativo de carácter documental, orientado al análisis de los efectos sociales y económicos de la vigilancia anticorrupción en los servicios públicos de América Latina. El predominio del análisis cuantitativo se sustenta en el uso de indicadores internacionales estandarizados, mientras que el componente cualitativo cumple una función interpretativa y contextual, permitiendo profundizar en el significado social e institucional de los resultados observados.

El estudio adoptó un diseño no experimental, dado que no se manipularon variables ni se intervinieron los fenómenos analizados, y un alcance descriptivo–analítico con componente explicativo, en tanto se identificaron patrones regionales y se examinó la relación entre los niveles de vigilancia anticorrupción y sus efectos sociales y económicos, a partir de evidencia secundaria previamente validada. Asimismo, se incorporó un enfoque comparativo, mediante el análisis de casos ilustrativos (Chile y Uruguay), que permitió contrastar el desempeño promedio de América Latina con experiencias nacionales caracterizadas por mayores niveles de control institucional y transparencia, fortaleciendo así la interpretación de las tendencias regionales identificadas.

B. *Unidad de análisis y ámbito de estudio*

La unidad de análisis estuvo constituida por los países de América Latina, considerados desde una perspectiva regional, con el objetivo de identificar regularidades y diferencias estructurales en materia de vigilancia anticorrupción y calidad institucional. De manera complementaria, se examinaron los casos de Chile y Uruguay como referentes empíricos, seleccionados por su desempeño consistente en indicadores internacionales de gobernanza y control de la corrupción, lo que permitió ilustrar cómo sistemas de vigilancia más consolidados se asocian con mejores resultados sociales e institucionales dentro del contexto latinoamericano.

El ámbito temporal del estudio comprendió el período 2021–2024, seleccionado en función de la disponibilidad, actualización y comparabilidad de los datos procedentes de las fuentes internacionales utilizadas.

C. *Fuentes de datos*

La investigación se basó exclusivamente en fuentes secundarias, de carácter oficial y académico, seleccionadas por su rigurosidad metodológica, reconocimiento internacional y uso recurrente en estudios comparativos sobre gobernanza y corrupción. Las principales fuentes de información fueron:

- Los *Worldwide Governance Indicators* (WGI), empleados para evaluar dimensiones clave de la calidad institucional y la vigilancia anticorrupción a nivel país.
- El *Global Corruption Barometer* (GCB), utilizado para analizar la percepción social de la corrupción en instituciones públicas de América Latina.
- Informes del *Open Government Partnership* (OGP), con énfasis en el caso de Uruguay (2021–2024), orientados a examinar mecanismos de transparencia, participación ciudadana y rendición de cuentas.
- Literatura académica indexada, empleada como soporte teórico y analítico para la interpretación de los hallazgos.

El uso de estas fuentes responde a la limitada disponibilidad de datos primarios homogéneos y comparables sobre vigilancia anticorrupción en la región, restricción ampliamente reconocida en la literatura especializada y que justifica el enfoque documental adoptado.

D. Variables de estudio

Variable independiente

Nivel de vigilancia anticorrupción, operacionalizado a través de:

- Indicadores de control de la corrupción, eficacia del gobierno, estado de derecho y voz y responsabilidad (WGI).
- Existencia y funcionamiento de mecanismos de vigilancia institucional y participación ciudadana, identificados a partir de los compromisos y reportes del OGP.

Variables dependientes

Efectos sociales:

- Percepción ciudadana de corrupción en instituciones públicas.
- Niveles de confianza en actores estatales y en los servicios públicos.

Efectos económicos:

- Eficiencia de la gestión pública, inferida a partir de indicadores de gobernanza.
- Calidad de la provisión de servicios públicos, analizada de manera indirecta mediante el desempeño institucional reportado.

E. Técnicas de análisis

Se aplicaron las siguientes técnicas:

- Análisis descriptivo de indicadores, para identificar patrones y tendencias regionales.
- Análisis comparativo, contrastando el promedio regional de América Latina con los casos ilustrativos de Chile y Uruguay.
- Análisis documental cualitativo, orientado a examinar políticas públicas, mecanismos de vigilancia anticorrupción y esquemas de participación ciudadana.

Este enfoque metodológico permitió integrar evidencia cuantitativa y cualitativa de manera coherente, fortaleciendo la validez interpretativa de los resultados y asegurando consistencia entre el diseño de la investigación y los hallazgos reportados.

IV. RESULTADOS

La comparación regional basada en los indicadores de Gobernanza Mundial (WGI) permite identificar una relación directa entre los niveles de vigilancia anticorrupción y el desempeño social y económico de los servicios públicos en América Latina (Tabla 1). Los países con mayores niveles de control de la corrupción, como Uruguay y Chile, exhiben también una mayor eficacia gubernamental, un estado de derecho más consolidado y mejores condiciones para la provisión de servicios públicos confiables, lo que repercute positivamente en la cohesión social, la confianza ciudadana y la eficiencia del gasto público.

En contraste, la mayoría de los países latinoamericanos se concentran en rangos medios o bajos, especialmente en control de la corrupción y estabilidad política. Estas debilidades estructurales limitan el impacto de los mecanismos de vigilancia anticorrupción, generando efectos económicos adversos como ineficiencia en la asignación de recursos, sobrecostos en los servicios públicos y pérdida de legitimidad institucional. Asimismo, desde una perspectiva social, la baja efectividad de la vigilancia se asocia con mayores niveles de desconfianza ciudadana, desigualdad en el acceso a los servicios y percepción de impunidad. La evidencia comparativa sugiere que la vigilancia anticorrupción no produce efectos aislados, sino que actúa como un mecanismo transversal que fortalece la calidad institucional, potencia la eficacia de los servicios públicos y contribuye al desarrollo social y económico sostenible en la región.

Tabla 1. Indicadores de gobernanza y vigilancia institucional

| País | Voz y responsabilidad | Estabilidad política | Eficacia del gobierno | Estado de derecho | Control de la corrupción |
|-------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------|
| Uruguay | Muy alto | Alto | Alto | Alto | Muy alto |
| Chile | Alto | Medio | Alto | Alto | Alto |
| Costa Rica | Alto | Medio | Medio-alto | Medio-alto | Medio-alto |
| Colombia | Medio | Bajo-medio | Medio | Medio | Bajo-medio |
| Perú | Medio | Bajo-medio | Medio | Bajo-medio | Bajo |
| México | Medio | Bajo | Bajo-medio | Bajo | Bajo |
| Brasil | Medio | Bajo | Medio | Bajo-medio | Bajo |
| Argentina | Medio | Bajo-medio | Bajo-medio | Bajo-medio | Bajo |
| Ecuador | Medio | Bajo | Bajo-medio | Bajo | Bajo |
| Promedio América Latina | Medio | Bajo-medio | Medio | Medio | Bajo-medio |

Fuente: Worldwide Governance Indicators – Banco Mundial [20]

La Tabla 2 evidencia una percepción elevada y transversal de corrupción en instituciones clave para el funcionamiento del Estado y la provisión de servicios públicos. Destacan, en primer lugar, la policía y los representantes electos, ambos con un 47 % de percepción de alta corrupción, lo que resulta especialmente crítico al tratarse de actores centrales en la garantía del orden público, la seguridad ciudadana y la representación democrática. Este nivel de desconfianza social compromete la legitimidad institucional y debilita la relación entre el Estado y la ciudadanía.

Asimismo, los gobiernos locales (45 %) y el ejecutivo nacional (43 %) presentan valores elevados, lo que sugiere que la percepción de corrupción no se limita a un nivel específico de gobierno, sino que atraviesa distintas escalas de la administración pública. Esta situación tiene implicaciones económicas directas, como la ineficiencia en la asignación de recursos, el incremento de costos en la prestación de servicios y la reducción de la efectividad de las políticas públicas.

Por otro lado, aunque con porcentajes ligeramente menores, los jueces y magistrados (40 %) y los funcionarios públicos (37 %) también muestran niveles preocupantes de desconfianza, lo que afecta la credibilidad del sistema judicial y administrativo, pilares fundamentales para el control institucional y la vigilancia anticorrupción. En contraste, los líderes religiosos registran el menor nivel de percepción de corrupción (25 %), lo que evidencia una diferenciación clara en la confianza social según el tipo de institución. Los resultados reflejan que la percepción de corrupción se concentra principalmente en aquellas instituciones con mayor capacidad de decisión, control de recursos y poder coercitivo, reforzando la necesidad de fortalecer los mecanismos de vigilancia anticorrupción, la transparencia y la rendición de cuentas como estrategias clave para mejorar tanto los resultados sociales como económicos de los servicios públicos en América Latina.

Tabla 2. Percepción social de la corrupción en América Latina

| Institución | Porcentaje de población que percibe alta corrupción (%) |
|-------------------------|---|
| Policía | 47 |
| Representantes electos | 47 |
| Gobierno local | 45 |
| Ejecutivo nacional | 43 |
| Jueces y magistrados | 40 |
| Funcionarios públicos | 37 |
| Autoridades tributarias | 36 |
| Líderes religiosos | 25 |

Fuente: Global Corruption Barometer – Transparency International [20]

A. Índice de Percepción de la Corrupción (CPI) y efectos en América Latina

El Índice de Percepción de la Corrupción (CPI) constituye uno de los instrumentos empíricos más robustos y utilizados a nivel internacional para evaluar la corrupción en el sector público, permitiendo comparaciones directas entre países y regiones. En el caso de América Latina, los resultados más recientes evidencian una marcada heterogeneidad regional, con implicaciones sociales y económicas directas sobre la calidad de los servicios públicos y la efectividad de los mecanismos de vigilancia anticorrupción.

Los datos muestran que países como Uruguay y Chile alcanzan los puntajes más elevados de la región, lo que indica menores niveles de percepción de corrupción y una mayor confianza en las instituciones públicas. Este desempeño se asocia con sistemas de control más consolidados, mayor transparencia administrativa y una provisión de servicios públicos relativamente más eficiente. En contraste, la mayoría de los países latinoamericanos se sitúan en rangos bajos o medio-bajos del índice, reflejando problemas estructurales persistentes en materia de integridad institucional.

Desde una perspectiva social, estos resultados se traducen en niveles diferenciados de confianza ciudadana, participación cívica y legitimidad del Estado. En términos económicos, una menor percepción de corrupción se vincula con mejor uso del gasto público, menor ineficiencia administrativa y mayor capacidad estatal para implementar políticas públicas efectivas. En consecuencia, el CPI permite evidenciar que la vigilancia anticorrupción no solo cumple una función normativa, sino que genera impactos concretos en el desarrollo social y económico, particularmente en contextos donde los servicios públicos son un eje central del bienestar colectivo.

La Tabla 3 presenta una comparación de países seleccionados de América Latina a partir del Índice de Percepción de la Corrupción (CPI), que evalúa la corrupción percibida en el sector público en una escala de 0 a 100. Los resultados confirman la existencia de brechas significativas entre los países de la región, destacándose Uruguay y Chile con los niveles más bajos de percepción de corrupción, en contraste con países como Perú y México, que registran puntajes considerablemente inferiores.

Esta distribución refuerza la idea de que los efectos de la vigilancia anticorrupción son desiguales, dependiendo de la fortaleza institucional, la efectividad de los mecanismos de control y la transparencia en la gestión pública. En el marco de los servicios públicos, los países con mejores puntajes tienden a mostrar mayor eficiencia administrativa y mayor confianza social, mientras que aquellos con puntajes bajos enfrentan mayores desafíos en términos de legitimidad, calidad del servicio y sostenibilidad económica.

Tabla 3. Índice de Percepción de la Corrupción en países seleccionados de América Latina (CPI)

| País | Puntaje CPI (0-100) | Nivel de percepción de corrupción |
|-------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Uruguay | 73 | Bajo |
| Chile | 66 | Bajo-medio |
| Colombia | 40 | Medio |
| Argentina | 37 | Medio-alto |
| Brasil | 36 | Medio-alto |
| Perú | 33 | Alto |
| México | 31 | Alto |
| Promedio América Latina | < 45 | Medio-alto |

Asimismo, el análisis de la percepción social evidencia que una proporción significativa de la población latinoamericana identifica altos niveles de corrupción en instituciones estratégicas para el funcionamiento del Estado, tales como la policía, los representantes electos y los gobiernos locales. Esta percepción no constituye únicamente un indicador de malestar ciudadano, sino que refleja un impacto social directo que se manifiesta en la erosión de la confianza pública, el debilitamiento de la legitimidad estatal y una relación cada vez más frágil entre la ciudadanía y las instituciones encargadas de la provisión de servicios públicos.

En esta línea, la persistencia de dichas percepciones sugiere que la existencia de mecanismos formales de control y vigilancia anticorrupción no garantiza, por sí sola, su efectividad. Cuando estos mecanismos no se

traducen en resultados tangibles, visibles y comprensibles para la población, su capacidad de generar confianza se ve considerablemente limitada. La brecha entre el diseño normativo y la experiencia ciudadana cotidiana emerge, así como uno de los principales desafíos para las políticas anticorrupción en la región.

El caso de Uruguay ilustra de manera elocuente que la articulación coherente entre vigilancia anticorrupción, transparencia institucional y participación ciudadana puede contribuir a la construcción de entornos institucionales más sólidos y legitimados socialmente. La implementación sostenida de planes anticorrupción, el seguimiento sistemático de compromisos públicos y la activa participación de la sociedad civil se asocian con mayores niveles de confianza institucional, así como con una percepción más favorable sobre la integridad del sector público.

En este sentido, los resultados ponen de manifiesto que la vigilancia anticorrupción trasciende su función meramente administrativa o técnica, y asume un rol social estratégico, al fortalecer los vínculos entre el Estado y la ciudadanía, promover la rendición de cuentas y contribuir a la cohesión social. No se trata únicamente de prevenir prácticas indebidas, sino de generar condiciones institucionales que refuercen la credibilidad del sistema público en su conjunto.

En términos generales, los países que han desarrollado sistemas de vigilancia más robustos e integrales tienden a presentar un mejor desempeño institucional, menores niveles de percepción social de corrupción y condiciones más favorables para la cohesión social y la eficiencia económica. No obstante, a pesar de estas experiencias positivas, América Latina enfrenta aún desafíos estructurales persistentes, vinculados a la debilidad institucional, la inestabilidad política y la limitada participación ciudadana, que continúan restringiendo el alcance y la efectividad de las estrategias anticorrupción en la región.

CONCLUSIONES

El presente estudio permitió analizar los efectos sociales y económicos de la vigilancia anticorrupción en los servicios públicos de América Latina, evidenciando que la calidad de los mecanismos de control institucional constituye un factor determinante para el desempeño del sector público y la confianza ciudadana. A partir del análisis regional y del examen comparativo de los casos de Chile y Uruguay, se identificaron diferencias significativas en la efectividad de la vigilancia anticorrupción dentro de la región.

En términos sociales, los resultados muestran que la debilidad de los sistemas de vigilancia anticorrupción en gran parte de América Latina se asocia con altos niveles de percepción de corrupción, lo que impacta negativamente en la legitimidad de las instituciones públicas y en la cohesión social. La persistente desconfianza hacia actores clave del Estado, como gobiernos locales, fuerzas de seguridad y representantes electos, evidencia que la corrupción no solo constituye un problema administrativo, sino también un fenómeno social que afecta la relación entre el Estado y la ciudadanía. Desde una perspectiva económica, la investigación confirma que la falta de control efectivo sobre la gestión pública genera ineficiencias en el uso de los recursos estatales, afectando la calidad y cobertura de los servicios públicos. En contraste, los países que presentan mayores niveles de vigilancia institucional, como Chile y Uruguay, muestran mejores resultados en la asignación de recursos, mayor estabilidad institucional y condiciones más favorables para la inversión pública y privada.

Asimismo, el análisis del caso uruguayo pone de manifiesto la importancia de la participación ciudadana, la transparencia y el seguimiento institucional como elementos clave para fortalecer la vigilancia anticorrupción. La evidencia sugiere que los mecanismos de control resultan más efectivos cuando se articulan con una sociedad civil activa y con sistemas de rendición de cuentas accesibles y sistemáticos. De manera general, el estudio concluye que la vigilancia anticorrupción constituye una herramienta estratégica para el desarrollo sostenible en América Latina, cuyos efectos trascienden el ámbito jurídico y administrativo. Fortalecer estos mecanismos no solo contribuye a reducir prácticas corruptas, sino que también promueve una gestión pública más eficiente, equitativa y orientada al bienestar social.

Finalmente, se destaca la necesidad de avanzar hacia políticas públicas que integren independencia institucional, profesionalización del servicio público y participación social, como condiciones fundamentales para consolidar sistemas anticorrupción efectivos. Si bien existen avances en algunos países, los desafíos estructurales aún presentes en la región hacen imprescindible continuar investigando y fortaleciendo los mecanismos de vigilancia como base para mejorar la calidad de los servicios públicos y la calidad de vida de la ciudadanía latinoamericana.

REFERENCIAS

- [1] A. T. Nieto, J. N. Amézquita, and M. Vásquez, "Governance of metropolitan areas for delivery of public services in Latin America," *Region*, vol. 5, no. 3, pp. 49–73, 2018.
- [2] M. Neshkova and V. Kalesnikaite, "Corruption and citizen participation in local government: Evidence from Latin America," *Governance*, vol. 32, no. 4, pp. 677–693, 2019.
- [3] M. Baltabayevich, "The importance of public oversight in combating and preventing corruption," *Spanish Journal of Innovation and Integrity*, no. 47, pp. 66–73, 2025.
- [4] G. C. Cárdenas, S. G. Gámez, and A. S. Suárez, "A synthetic indicator of corruption for Latin America: A global vision," *Competitiveness Review: An International Business Journal*, vol. 28, no. 2, pp. 194–212, 2018.
- [5] N. Dassen, J. Vieyra, E. Molina, Á. Ramírez, L. Díaz, S. Elena, E. Casadei, A. N. de Barros, T. Alvim, O. Bellettini, R. De Michele, M. Restrepo, S. Tschorne, and J. Riaño, *Open Government and Targeted Transparency: Trends and Challenges for Latin America and the Caribbean*. Washington, DC, USA: Inter-American Development Bank, 2012.
- [6] Z. Daniel, "Corruption in two Latin American nations: The experiences of Brazil and Chile in comparative analysis," in *Corruption in Two Latin American Nations*. Bingley, UK: Emerald Publishing Limited, 2021, vol. 34, pp. 79–98.
- [7] M. Mahpudin and R. Hidayati, "Enhancing anti-corruption literacy and strengthening the strategic role of youth organizations in government oversight in Serang City," *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, vol. 4, no. 3, pp. 551–559, 2025.
- [8] R. Dzhumashev, "Corruption and growth: The role of governance, public spending, and economic development," *Economic Modelling*, vol. 37, pp. 202–215, 2014.
- [9] M. Kamto, "Reaffirming public-service values and professionalism," *International Review of Administrative Sciences*, vol. 63, no. 3, pp. 295–308, 1997.
- [10] C. Cruz-Rubio, "Políticas anticorrupción: ¿qué puede funcionar para combatir la corrupción sistémica en América Latina? Respuestas sistémicas de gobierno abierto e integridad pública," in *Solidaridad e instituciones en América Latina*. Madrid, España: Fundación Carolina, 2025, pp. 40–55.
- [11] A. Paterson, F. Changwony, and P. Miller, "Accounting control, governance and anti-corruption initiatives in public sector organisations," *The British Accounting Review*, vol. 51, no. 5, p. 100844, 2019, art. no. 100844.
- [12] G. Mudacumura, "Accountability and transparency: Cornerstones of development and democratic governance," in *Public Administration, Governance and Globalization*. Cham, Switzerland: Springer, 2013, pp. 37–55.
- [13] J. Hellman, G. Jones, D. Kaufmann, and M. Schankerman, "Seize the state, seize the day: An empirical analysis of state capture and corruption in transition economies," World Bank, Policy Research Working Paper 2444, 2000.
- [14] M. Al-Faryan, "Agency theory, corporate governance and corruption: An integrative literature review approach," *Cogent Social Sciences*, vol. 10, no. 1, p. 2337893, 2024, art. no. 2337893.

- [15] N. Bautista-Beauchesne, "Building anti-corruption agency collaboration and reputation: Hanging together or separately hanged," *Regulation & Governance*, vol. 16, no. 4, pp. 1399–1419, 2022.
- [16] E. M. Uslaner, "Trust and corruption," in *The New Institutional Economics of Corruption*. London, UK: Routledge, 2004, pp. 90–106.
- [17] V. Tanzi and H. Davoodi, "Corruption, public investment, and growth," in *The Welfare State, Public Investment, and Growth*. Tokyo, Japan: Springer Japan, 1998.
- [18] A. Carballo, "Poverty and corruption in Latin America: Challenges for a sustainable development strategy," *Revista Opera*, no. 10, pp. 41–65, 2010.
- [19] A. Halai, V. Halai, R. Hrechaniuk, and K. Datsko, "Digital anti-corruption tools and their implementation in various legal systems around the world," *SHS Web of Conferences*, vol. 100, p. 03005, 2021, art. no. 03005.
- [20] World Bank, "Worldwide governance indicators," En línea, Washington, DC, USA, 2023, disponible en: <https://www.worldbank.org/en/publication/worldwide-governance-indicators>.

Integración de la bioingeniería en la educación superior: desafíos pedagógicos y oportunidades formativas en entornos STEM

Integration of Bioengineering in Higher Education: Pedagogical Challenges and Training Opportunities in STEM Environments

Wilfredo Fariñas-Coronado¹, wfarinas@upr.edu, <https://orcid.org/0000-0003-2095-5755>

¹Polytechnic University of Puerto Rico, Puerto Rico, Estados Unidos.

Recibido(23/07/2025), Aceptado (22/11/2025)

Resumen. La bioingeniería se ha consolidado como un campo interdisciplinar clave en la educación superior, especialmente en entornos STEM. Este estudio analizó, mediante una revisión documental, los principales desafíos pedagógicos y las oportunidades formativas asociadas a su integración educativa. Los resultados evidencian un predominio de metodologías activas, como la simulación, los laboratorios virtuales y el uso de *wearables*, las cuales favorecen la comprensión de contenidos complejos y la motivación estudiantil. Se concluye que la efectividad de estas estrategias depende de su adecuada articulación pedagógica y de la incorporación de dimensiones éticas y sociales en la formación bioingenieril.

Palabras clave: bioingeniería, entornos STEM, metodologías activas, innovación pedagógica.

Abstract. Bioengineering has become a key interdisciplinary field in higher education, particularly within STEM environments. This study analyzed, through a documentary review, the main pedagogical challenges and training opportunities associated with its educational integration. The results reveal a predominance of active learning methodologies, such as simulation, virtual laboratories, and the use of *wearables*, which enhance the understanding of complex content and increase student motivation. It is concluded that the effectiveness of these strategies depends on their appropriate pedagogical articulation and on the incorporation of ethical and social dimensions in bioengineering education.

Keywords: bioengineering, STEM environments, active learning methodologies, pedagogical innovation.

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la bioingeniería se ha consolidado como uno de los campos más dinámicos e interdisciplinarios del conocimiento científico y tecnológico, al articular principios de la ingeniería con las ciencias biológicas, médicas y de la salud [1]. Su rápido desarrollo ha dado lugar a innovaciones significativas en áreas como los dispositivos biomédicos, la ingeniería de tejidos, los biosensores, la bioinformática y la inteligencia artificial aplicada a sistemas biológicos. Este escenario plantea nuevos retos no solo a nivel tecnológico, sino también en el ámbito educativo, particularmente en la formación de profesionales capaces de desenvolverse en entornos altamente complejos, cambiantes y multidisciplinarios.

En el contexto de la educación superior, la incorporación de la bioingeniería exige repensar los modelos pedagógicos tradicionales, que históricamente han privilegiado la enseñanza fragmentada por disciplinas, con

escasa integración entre teoría, práctica y reflexión ética [2], [3]. La naturaleza híbrida de la bioingeniería demanda enfoques formativos que promuevan el pensamiento sistémico, la resolución de problemas reales, la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios y la comprensión de los impactos sociales de la tecnología. En este sentido, los entornos educativos basados en STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) surgen como un marco propicio para la integración de saberes, al fomentar aprendizajes activos, contextualizados y orientados a la innovación [4].

No obstante, la integración efectiva de la bioingeniería en los programas de educación superior enfrenta desafíos pedagógicos significativos. Entre ellos se encuentran la actualización curricular, la formación docente en enfoques interdisciplinarios, la limitada disponibilidad de infraestructura especializada y la necesidad de equilibrar el rigor científico con metodologías educativas innovadoras [5]. A ello se suma la creciente preocupación por la formación ética y social del futuro bioingeniero, en un contexto donde las aplicaciones tecnológicas inciden directamente en la vida, la salud y el bienestar humano.

Paralelamente, este escenario abre oportunidades formativas relevantes, especialmente a través del uso de metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos, la simulación computacional, los laboratorios virtuales y la integración de herramientas digitales avanzadas [6]. Estas estrategias permiten superar, en parte, las limitaciones materiales, al tiempo que fortalecen competencias clave como el pensamiento crítico, la creatividad, la toma de decisiones y la responsabilidad social [7]. De este modo, la educación en bioingeniería no solo se orienta a la adquisición de conocimientos técnicos, sino también al desarrollo integral del estudiante como agente de innovación y transformación social.

II. METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de carácter documental, orientado al análisis de la integración de la bioingeniería en la educación superior y de los desafíos pedagógicos y oportunidades formativas que emergen en entornos STEM. El estudio adoptó un diseño no experimental y descriptivo-analítico, dado que se basó en la revisión, selección e interpretación de fuentes secundarias previamente publicadas, sin manipulación de variables. La unidad de análisis estuvo constituida por estudios académicos, informes institucionales y documentos normativos relacionados con la enseñanza de la bioingeniería, la educación en ingeniería y los enfoques STEM en educación superior. Se consideraron publicaciones correspondientes al período 2015–2024, con el fin de recoger tendencias contemporáneas y enfoques pedagógicos actuales.

El análisis de la información se llevó a cabo mediante una lectura crítica y comparativa de los documentos seleccionados, identificando categorías temáticas relacionadas con desafíos pedagógicos (interdisciplinariedad, formación docente, currículo, ética) y oportunidades formativas (metodologías activas, simulación, aprendizaje basado en proyectos, uso de tecnologías digitales). Los resultados se organizaron de manera sintética, priorizando la coherencia conceptual y la relevancia para el contexto de la educación superior STEM. Este enfoque metodológico permitió generar una visión integrada y reflexiva sobre la enseñanza de la bioingeniería, adecuada a los objetivos de un artículo corto y sustentada en evidencia académica actual.

III. RESULTADOS

La evidencia revisada indica que la integración de la bioingeniería en la educación superior se consolida principalmente mediante estrategias de aprendizaje activo, destacando la simulación, el uso de *wearables* y biosensores, los laboratorios virtuales, el aprendizaje basado en proyectos y los enfoques transdisciplinarios orientados a problemas reales del sistema de salud. En conjunto, los estudios coinciden en que estas metodologías

facilitan la comprensión de contenidos complejos y fortalecen dimensiones clave del aprendizaje, como la motivación, el interés y la percepción de relevancia profesional. En particular, la incorporación de tecnologías bioingenieriles en experiencias contextualizadas se asocia con mejoras en la percepción del aprendizaje y con una mayor conexión entre la formación académica y la práctica profesional, mientras que los entornos de simulación y la virtualización de prácticas han demostrado ser eficaces para sostener y enriquecer la experiencia formativa, especialmente en contextos de educación remota. De manera complementaria, la literatura evidencia una expansión del uso educativo de biosensores hacia la analítica del aprendizaje, lo que abre oportunidades para innovar en evaluación y personalización formativa, aunque también plantea desafíos éticos y pedagógicos. Finalmente, la orientación transdisciplinar emerge como un rasgo distintivo de la formación en bioingeniería, al articular saberes de distintas ingenierías para abordar problemáticas complejas del ámbito sanitario y reforzar su pertinencia social en entornos STEM.

La Tabla 1 resume el corpus de evidencia utilizado en este artículo corto, destacando el enfoque didáctico, el contexto de aplicación y el tipo de resultado reportado por cada estudio. En términos comparativos, se aprecia que la innovación más frecuente se concentra en estrategias de aprendizaje activo (simulación, laboratorios virtuales, aprendizaje basado en proyectos y experiencias con dispositivos), con resultados reportados principalmente a través de percepciones estudiantiles y de egresados, retroalimentación del alumnado y evaluación por desempeño del curso, además de revisiones sistemáticas orientadas a mapear tendencias.

Tabla 1. Principales aportes encontrados en la documentación

| Ref. | Enfoque didáctico | Contexto / curso | Tipo de evidencia reportada | Resultado educativo reportado (síntesis) |
|------|--|--|--|--|
| [1] | Aprendizaje basado en proyectos (PBL) | <i>Biosensors and Transducers</i> (pregrado, BME) | Evaluación por resultados de curso + retroalimentación | Mejora de comprensión profunda y pensamiento crítico |
| [2] | Laboratorio remoto + simulación gamificada | Laboratorio integrador BME durante COVID-19 | Resultados de implementación + retroalimentación estudiantil | Continuidad del aprendizaje práctico en entornos remotos |
| [3] | Aprendizaje experiencial con <i>wearables</i> | <i>Biomedical signals & systems analysis</i> (BME) | Percepción de aprendizaje + análisis de curso | Aumento de motivación, relevancia e interés |
| [4] | Experiencial transdisciplinar | Curso electivo de gestión hospitalaria (BME + Ing. Industrial) | Evaluación formativa y sumativa + encuesta | Mejor preparación para sistemas sanitarios complejos |
| [5] | Laboratorios virtuales | Curso médico de pregrado | Estudio de caso + retroalimentación del alumnado | Mejora del proceso y resultados de aprendizaje |
| [6] | Biosensores y <i>wearables</i> en educación (revisión) | Revisión de literatura | Revisión sistemática | Identificación de tendencias y desafíos éticos |
| [7] | Simulación educativa | Modelado de sistemas sanitarios (BME) | Encuesta a egresados ($n = 78$) | Alta efectividad percibida para aprendizaje y práctica profesional |

La Figura 1 muestra la distribución temporal de los estudios considerados en la revisión, correspondientes al período 2020–2025. Se observa una concentración creciente de publicaciones en los años más recientes, particularmente a partir de 2023, lo que evidencia el interés sostenido y emergente por la integración de la bioingeniería en contextos educativos STEM. Este incremento coincide con la aceleración de procesos de innovación pedagógica impulsados por la virtualización de la enseñanza, la incorporación de tecnologías digitales y la necesidad de adaptar la formación bioingenieril a entornos más flexibles e interdisciplinarios.

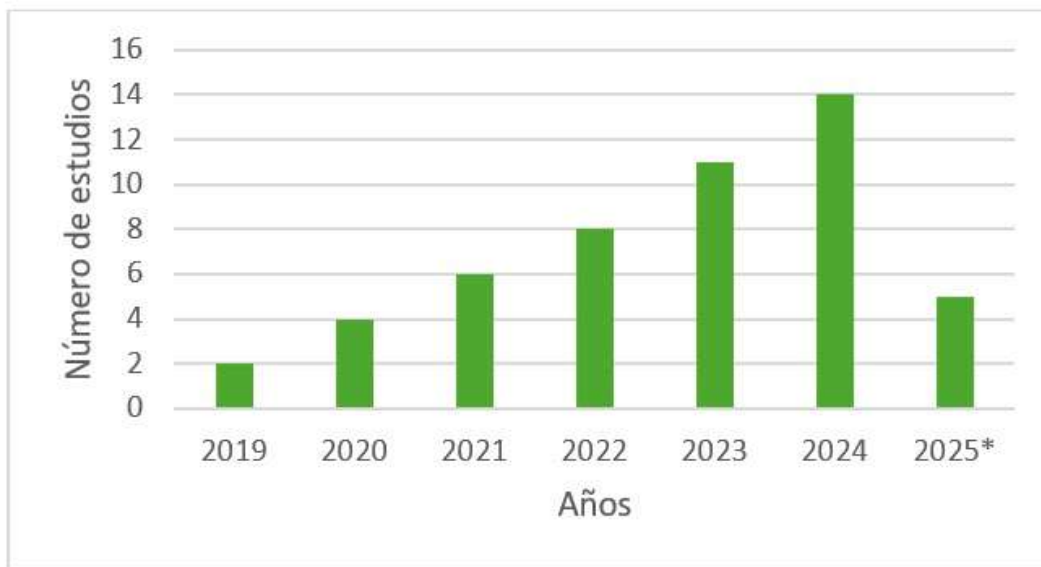


Fig. 1. Estudios analizados por año (extracto del corpus documental).

CONCLUSIONES

Los resultados evidencian que la integración de la bioingeniería en la educación superior se encuentra en un proceso de consolidación pedagógica, impulsado principalmente por metodologías activas y por el uso de tecnologías propias del campo, como la simulación, los laboratorios virtuales y los dispositivos *wearables*. Estas estrategias han demostrado ser especialmente efectivas para abordar la complejidad conceptual de la bioingeniería y para fortalecer la motivación y la percepción de relevancia profesional en los estudiantes.

Asimismo, la revisión documental confirma que los entornos STEM ofrecen un marco adecuado para promover experiencias de aprendizaje interdisciplinarias, siempre que estas se acompañen de un diseño instruccional coherente y de una intencionalidad pedagógica clara. La tecnología, por sí sola, no garantiza mejoras educativas, sino que su impacto depende de la articulación entre objetivos formativos, metodologías y evaluación. El estudio pone de manifiesto que la educación en bioingeniería debe trascender la formación técnica, incorporando dimensiones éticas, sociales y contextuales. En este sentido, el fortalecimiento de modelos formativos integrales representa una oportunidad clave para preparar profesionales capaces de responder a los desafíos científicos y sociales del siglo XXI.

REFERENCIAS

- [1] S. Sankaran, M. Pallikonda Rajasekaran, and C. Sivapragasam, "Project-based learning: A novel approach to teach biosensors and transducers course for engineering students," *Journal of Engineering Education Transformations*, vol. 34, no. 1, pp. 61–69, jul 2020, doi: 10.16920/jeet/2020/v34i1/151945.

- [2] T. E. Allen and S. D. Barker, "BME labs in the era of COVID-19: Transitioning a hands-on integrative lab experience to remote instruction using gamified lab simulations," *Biomedical Engineering Education*, vol. 1, pp. 99–104, 2021, doi: 10.1007/s43683-020-00015-y.
- [3] L. Montesinos, A. Santos-Díaz, D. E. Salinas-Navarro, and L. Cendejas-Zaragoza, "Experiential learning in biomedical engineering education using wearable devices: A case study in a biomedical signals and systems analysis course," *Education Sciences*, vol. 12, no. 9, p. 598, 2022, art. no. 598. doi: 10.3390/educsci12090598.
- [4] L. Montesinos, D. E. Salinas-Navarro, and A. Santos-Díaz, "Transdisciplinary experiential learning in biomedical engineering education for healthcare systems improvement," *BMC Medical Education*, vol. 23, p. 207, 2023, art. no. 207. doi: 10.1186/s12909-023-04171-x.
- [5] M. A. Hernández-Mustieles, Y. E. Lima-Carmona, M. A. Pacheco-Ramírez, A. A. Mendoza-Armenta, J. E. Romero-Gómez, C. F. Cruz-Gómez, D. C. Rodríguez-Alvarado, A. Arceo, J. G. Cruz-Garza, and M. A. Ramírez-Moreno, "Wearable biosensor technology in education: A systematic review," *Sensors*, vol. 24, no. 8, p. 2437, 2024, art. no. 2437. doi: 10.3390/s24082437.
- [6] P. Beatrice, A. Grimaldi, S. Bonometti, E. Caruso, M. Bracale, and A. Montagnoli, "Adding immersive virtual reality laboratory simulations to traditional teaching methods enhances biotechnology learning outcomes," *Frontiers in Education*, vol. 9, p. 1354526, jun 2024, art. no. 1354526. doi: 10.3389/feduc.2024.1354526.
- [7] E. Vallefucio, M. Romano, and A. Pepino, "The effectiveness of simulation in biomedical engineering education: A case study," in *Proc. 17th Int. Conf. on Computer Supported Education (CSEDU 2025)*, vol. 2, 2025, pp. 854–859, doi: 10.5220/0013479800003932.

Normativa de protección de datos y gestión organizacional en las PYMES ecuatorianas: retos regulatorios y capacidades institucionales

Data Protection Regulation and Organizational Management in Ecuadorian SMEs: Regulatory Challenges and Institutional Capacities

Israel Agustín Quiroz Chang¹, israelquiroz1@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9771-2260>

Yuri Maribel Cedeño Mendoza², ycedenom2@uteq.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0006-5379-7377>

Yuri Stefany Quiroz Cedeño³, yuriqc72@uniandes.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0005-0633-4532>

¹Asesores to Pay del Ecuador Cía. Ltda.

²Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ).

³Universidad Regional de los Andes.

^{1,2,3}Quevedo, Ecuador.

*Autor de correspondencia: israelquiroz1@hotmail.com

Recibido(30/08/2025), Aceptado (04/11/2025)

Resumen. La normativa de protección de datos personales ha generado nuevos retos para la gestión organizacional de las PYMES ecuatorianas, especialmente en contextos con capacidades institucionales limitadas. Este estudio analizó los principales desafíos regulatorios asociados a su implementación y su incidencia en los procesos internos de gestión. Mediante un enfoque documental y analítico, se revisaron disposiciones normativas y literatura especializada. Los resultados evidencian que, aunque la normativa fortalece la gobernanza y la protección de derechos, también impone cargas administrativas que requieren fortalecimiento de capacidades institucionales, formación organizacional y adaptación de procesos para una implementación efectiva y sostenible.

Palabras clave: protección de datos, gestión organizacional, pymes ecuatorianas, capacidades institucionales.

Abstract. Personal data protection regulations have introduced new challenges for the organizational management of Ecuadorian SMEs, particularly in contexts with limited institutional capacities. This study analyzed the main regulatory challenges associated with their implementation and their impact on internal management processes. Using a documentary and analytical approach, regulatory provisions and specialized literature were reviewed. The results show that, while the regulations strengthen governance and the protection of rights, they also impose administrative burdens that require the strengthening of institutional capacities, organizational training, and process adaptation to ensure effective and sustainable implementation.

Keywords: data protection, organizational management, Ecuadorian SMEs, institutional capacities.



I. INTRODUCCIÓN

La acelerada transformación digital en Ecuador ha incrementado de manera significativa el volumen y la complejidad del tratamiento de información personal, generando la necesidad de un marco normativo que garantice la protección de los derechos fundamentales en entornos digitales. En este contexto, la promulgación de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (LOPD) constituyó un hito en la gobernanza de la información, al alinear el ordenamiento jurídico nacional con estándares internacionales ampliamente reconocidos, como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) de la Unión Europea [1], [2].

No obstante, la implementación efectiva de esta normativa plantea desafíos relevantes para el tejido empresarial ecuatoriano, caracterizado por una alta concentración de pequeñas y medianas empresas (PYMES), que representan más del 90 % de las unidades productivas del país [3]. A diferencia de las grandes organizaciones, las PYMES suelen operar con estructuras administrativas limitadas, menor capacidad financiera y escasos recursos especializados, lo que condiciona su capacidad de adaptación a nuevas exigencias regulatorias [4].

El problema central radica en la asimilación de la carga regulatoria que introduce el régimen de protección de datos. A las obligaciones tributarias, laborales y societarias preexistentes, se suman ahora requerimientos vinculados a la implementación de medidas técnicas y organizativas, la gestión de riesgos y, en determinados supuestos, la designación de un Delegado de Protección de Datos Personales (DPD), figura clave en los modelos de gobernanza de la información [5]. Estas exigencias adquieren mayor complejidad a partir de las Resoluciones emitidas por la Superintendencia de Protección de Datos Personales (SPDP) en 2025, las cuales precisan criterios de cumplimiento y fortalecen el rol fiscalizador del Estado [6].

En este marco, el presente artículo tiene como objetivo analizar la incidencia del cumplimiento de la LOPD y de la normativa complementaria en la gestión organizacional de las PYMES ecuatorianas, cuestionando si la ausencia de una diferenciación sustancial basada en el tamaño y capacidad institucional de las organizaciones convierte el cumplimiento legal en una carga regulatoria desproporcionada, con potencial impacto en su viabilidad económica y operativa.

La relevancia de este estudio se fundamenta en la necesidad de equilibrar el derecho fundamental a la protección de datos personales con principios como la libertad de empresa, la eficiencia económica y la sostenibilidad organizacional, ejes centrales de la gobernanza contemporánea [7]. El artículo se estructura abordando, en primer lugar, los fundamentos teóricos y normativos del régimen de protección de datos; posteriormente, se expone la metodología empleada; y finalmente, se discuten los resultados en torno a los costos de cumplimiento y las capacidades institucionales requeridas, concluyendo con reflexiones orientadas a una implementación normativa más proporcional y sostenible.

II. METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, de carácter descriptivo y documental, orientado al análisis de la normativa de protección de datos personales y su incidencia en la gestión organizacional de las PYMES ecuatorianas. El estudio adoptó el método analítico-sintético, que permitió descomponer el marco jurídico vigente, identificar sus principales exigencias regulatorias y posteriormente integrarlas en un análisis crítico de sus implicaciones organizacionales e institucionales.

Como fuentes primarias, se examinaron la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, su Reglamento General, y las Resoluciones emitidas por la Superintendencia de

Protección de Datos Personales durante el año 2025, en particular las Resoluciones SPDP-SPD-2025-0003-R, SPDP-SPD-2025-0006-R y SPDP-SPD-2025-0028-R, por su relevancia en la definición de obligaciones, criterios de cumplimiento y mecanismos de supervisión.

Como fuentes secundarias, se analizaron estudios académicos e informes internacionales sobre los efectos económicos y organizacionales de la implementación del Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) en el contexto europeo, así como reportes de organismos multilaterales, como la OCDE y el Banco Mundial, relativos a cargas regulatorias y capacidades institucionales en pequeñas y medianas empresas. Estos insumos permitieron realizar una extrapolación crítica y contextualizada al caso ecuatoriano, considerando las particularidades estructurales del sector PYME.

El análisis se centró en contrastar las exigencias formales de la normativa de protección de datos con las capacidades operativas, financieras y organizacionales de las PYMES en Ecuador, con el fin de identificar posibles tensiones entre el cumplimiento regulatorio, la sostenibilidad empresarial y el fortalecimiento de capacidades institucionales, en coherencia con el objetivo del estudio.

III. RESULTADOS

El año 2025 marcó un punto de inflexión en la operativización del sistema ecuatoriano de protección de datos personales, al pasar de un marco normativo general a un esquema de cumplimiento técnico y organizacional exigente. En este contexto, la Resolución SPDP-SPD-2025-0028-R reglamentó de manera detallada la figura del Delegado de Protección de Datos (DPD), estableciendo plazos perentorios de registro para el sector privado entre noviembre y diciembre de 2025, así como requisitos estrictos de idoneidad profesional, certificación y ausencia de conflictos de interés. Si bien estas disposiciones responden a estándares internacionales de gobernanza de datos, su aplicación homogénea genera tensiones significativas en el sector PYME, donde la estructura organizacional y los recursos disponibles difieren sustancialmente de los de las grandes corporaciones.

En la práctica, los criterios establecidos para el DPD excluyen de facto la posibilidad de que el propietario, gerente o personal interno de una PYME asuma dicha función, obligando a la contratación externa o tercerizada. Esta exigencia transforma una figura concebida como garante de cumplimiento en un costo estructural recurrente, lo que plantea interrogantes sobre la proporcionalidad regulatoria y la capacidad real de las PYMES para internalizar la gobernanza de datos sin afectar su sostenibilidad operativa.

De forma complementaria, la Resolución SPDP-SPD-2025-0003-R introdujo la obligatoriedad de realizar Evaluaciones de Impacto en la Protección de Datos (EIPD) para tratamientos considerados de alto riesgo, mientras que la Resolución SPDP-SPD-2025-0006-R impuso la inclusión de cláusulas contractuales complejas en las relaciones con proveedores y clientes. Estas disposiciones no solo incrementan los costos legales asociados a la redacción y revisión contractual, sino que obligan a una reingeniería de los procesos de gestión, particularmente en áreas como contratación, compras, atención al cliente y gestión de terceros, ámbitos donde las PYMES suelen operar con procedimientos informales o poco sistematizados.

A. *Costos de cumplimiento frente a la realidad económica de las PYMES*

La evidencia comparada proveniente de la experiencia europea con el GDPR demuestra que los costos de cumplimiento son regresivos, afectando de manera proporcionalmente mayor a las pequeñas empresas. En el contexto ecuatoriano, la contratación de un DPD externo certificado, sumada a los costos de formación especializada (con programas que oscilan entre USD 400 y USD 800), asesoría legal y adecuaciones tecnológicas

mínimas, representa una carga financiera significativa que compite directamente con el capital de trabajo necesario para la operación cotidiana del negocio.

A ello se suma el riesgo asociado al régimen sancionatorio previsto en la LOPDP, que contempla multas de entre 0,7 % y 1 % del volumen de negocio para infracciones graves, como la no designación del DPD. Para una PYME con márgenes de rentabilidad reducidos, una sanción de esta magnitud, acompañada de los costos de defensa jurídica y reputacionales, podría comprometer seriamente su solvencia. Aunque al cierre de 2025 no se dispone de estadísticas oficiales sobre sanciones efectivamente impuestas, la sola existencia de este marco punitivo incide en la percepción de riesgo regulatorio y en la toma de decisiones empresariales.

B. La paradoja de la gobernanza: normativa estricta y control limitado

Un elemento crítico identificado es la brecha entre la sofisticación normativa y la capacidad real de fiscalización del Estado. La Superintendencia de Protección de Datos Personales, pese a emitir regulaciones técnicas alineadas con estándares internacionales, enfrenta limitaciones presupuestarias significativas, con un presupuesto aproximado de USD 1,54 millones en 2025, y un rezago en la tramitación de denuncias. Esta situación configura una paradoja de gobernanza, en la que coexisten normas altamente exigentes con un aparato de control institucional débil.

Desde una perspectiva de análisis regulatorio, este escenario puede incentivar comportamientos de cumplimiento formal o cosmético, especialmente en el sector PYME, donde la percepción de una baja probabilidad de fiscalización efectiva reduce los incentivos para una implementación sustantiva de la normativa. En consecuencia, se corre el riesgo de desvirtuar el objetivo central de la protección de datos personales, transformándola en un ejercicio burocrático más que en una práctica organizacional genuina.

C. Incidencia en la gestión organizacional de las PYMES

En el ámbito de la gestión empresarial, el cumplimiento de la LOPDP tiende a ser percibido por las PYMES no como un factor de valor agregado o competitividad, sino como una carga administrativa adicional. A diferencia del cumplimiento tributario, que ha sido ampliamente sistematizado y digitalizado, la gestión de protección de datos exige un criterio técnico-jurídico continuo, difícil de internalizar en organizaciones con estructuras reducidas. Esto obliga a desviar recursos humanos y financieros desde el *core business* hacia actividades de cumplimiento, afectando la eficiencia operativa.

La ausencia de una aplicación explícita del principio de proporcionalidad en las resoluciones de la SPDP, que imponen obligaciones similares a grandes entidades financieras y a pequeñas empresas de comercio electrónico, refuerza la percepción de la normativa como una barrera regulatoria más que como un instrumento de fortalecimiento institucional. En este sentido, los hallazgos sugieren la necesidad de avanzar hacia modelos diferenciados de cumplimiento, que reconozcan las capacidades institucionales reales de las PYMES y permitan compatibilizar la protección de datos personales con la sostenibilidad organizacional y la libertad de empresa.

D. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos confirman que la implementación del régimen ecuatoriano de protección de datos personales, particularmente a partir de las Resoluciones emitidas en 2025, ha desplazado el enfoque normativo desde principios generales hacia exigencias operativas y organizacionales específicas, alineadas con estándares internacionales de gobernanza de datos [1], [2]. Este tránsito resulta consistente con modelos comparados como el GDPR; sin embargo, la evidencia analizada sugiere que su aplicación homogénea genera tensiones significativas

en el sector PYME, donde las capacidades institucionales, financieras y técnicas son estructuralmente limitadas.

En este contexto, la reglamentación de la figura del Delegado de Protección de Datos (DPD) constituye uno de los principales puntos críticos. Si bien la literatura internacional reconoce al DPD como un mecanismo clave para fortalecer la rendición de cuentas y la gestión del riesgo, los resultados muestran que los requisitos de certificación, independencia y ausencia de conflicto de interés establecidos por la Resolución SPDP-SPD-2025-0028-R dificultan su internalización en las PYMES [5]. Esta situación es coherente con la evidencia comparada que indica que los costos asociados a figuras especializadas de cumplimiento tienden a ser regresivos, afectando de manera desproporcionada a las pequeñas organizaciones frente a empresas con estructuras de cumplimiento consolidadas [6], [7].

De manera complementaria, la obligatoriedad de realizar Evaluaciones de Impacto en la Protección de Datos (EIPD) y de incorporar cláusulas contractuales obligatorias, conforme a las Resoluciones SPDP-SPD-2025-0003-R y SPDP-SPD-2025-0006-R, amplía el alcance del cumplimiento más allá del ámbito jurídico, incidiendo directamente en la gestión organizacional [3], [4]. Los resultados evidencian que estas exigencias obligan a una reconfiguración de procesos internos, contratación, gestión de proveedores y atención al cliente, que, en el contexto PYME, suelen caracterizarse por niveles elevados de informalidad y baja sistematización.

Desde una perspectiva económica, los hallazgos se alinean con estudios internacionales que advierten que los costos de cumplimiento regulatorio pueden competir directamente con el capital de trabajo de las PYMES, afectando su sostenibilidad operativa [6]. En el caso ecuatoriano, la combinación de costos de asesoría legal, formación especializada, adecuaciones tecnológicas mínimas y contratación externa del DPD configura un escenario en el que el cumplimiento normativo es percibido como un riesgo financiero, especialmente al considerar el régimen sancionatorio previsto en la LOPDP, que contempla multas proporcionales al volumen de negocio [1]. Aun en ausencia de datos oficiales sobre sanciones impuestas, la sola existencia de este marco punitivo incide en la percepción de riesgo regulatorio y en la toma de decisiones empresariales.

Un aspecto particularmente relevante es la paradoja de la gobernanza regulatoria, evidenciada en la coexistencia de normas técnicas altamente exigentes con capacidades institucionales limitadas de fiscalización. Aunque la Superintendencia de Protección de Datos Personales ha desarrollado un marco regulatorio alineado con estándares internacionales [3], [4], [5], las restricciones presupuestarias y operativas reducen la efectividad del control. Desde una perspectiva de análisis regulatorio, esta asimetría puede incentivar comportamientos de cumplimiento formal o cosmético, especialmente en el sector PYME, donde la percepción de una baja probabilidad de fiscalización efectiva disminuye los incentivos para una implementación sustantiva.

Los resultados ponen de manifiesto que la ausencia de una aplicación explícita del principio de proporcionalidad refuerza la percepción de la normativa como una barrera regulatoria. El tratamiento equivalente de grandes entidades financieras y pequeñas empresas de comercio electrónico desconoce las diferencias estructurales en capacidades institucionales y limita la integración orgánica de la protección de datos en la gestión empresarial [7]. En consecuencia, la discusión sugiere que la efectividad del sistema ecuatoriano de protección de datos depende no solo de la solidez normativa, sino de la adopción de modelos diferenciados de cumplimiento, basados en tamaño, nivel de riesgo y capacidad organizacional, que permitan compatibilizar la protección de derechos fundamentales con la sostenibilidad económica y la libertad de empresa.

CONCLUSIONES

El análisis del marco normativo vigente en Ecuador permite confirmar que la gestión de la protección de datos personales, bajo los parámetros actuales de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales y las Resoluciones emitidas en 2025, representa para las PYMES una carga administrativa y económica significativamente desproporcionada. La exigencia de designar un Delegado de Protección de Datos, junto con la obligatoriedad de realizar evaluaciones de impacto y adaptar integralmente los instrumentos contractuales, demanda capacidades técnicas, organizacionales y financieras que exceden, en la mayoría de los casos, la capacidad operativa real de este sector empresarial.

La inexistencia de un régimen regulatorio diferenciado o simplificado para las PYMES, comparable a los esquemas aplicados en materia tributaria u otras áreas de regulación económica, debilita el principio de eficiencia en la administración pública y tensiona el equilibrio entre la protección de derechos fundamentales y la sostenibilidad empresarial. Si bien la protección de los datos personales constituye un derecho irrenunciable, su implementación normativa debe considerar las características y limitaciones del sujeto regulado para evitar que el cumplimiento legal se convierta en un obstáculo al desarrollo económico formal y a la permanencia de las PYMES en el mercado.

En este contexto, se recomienda a la Superintendencia de Protección de Datos Personales avanzar hacia un enfoque de regulación proporcional y basada en riesgos, mediante la emisión de guías de cumplimiento adaptadas al tamaño, sector y nivel de riesgo de las organizaciones, así como el fortalecimiento de mecanismos preventivos, formativos y de acompañamiento técnico por encima de un enfoque predominantemente sancionador. De no adoptarse estas medidas, Ecuador corre el riesgo de consolidar un marco normativo de avanzada en términos formales, pero limitado en su aplicabilidad práctica, particularmente para el sector que constituye la base del tejido productivo nacional.

REFERENCIAS

- [1] Asamblea Nacional de la República del Ecuador, “Ley orgánica de protección de datos personales,” Registro Oficial Suplemento No. 459, Quito, Ecuador, may 26 2021.
- [2] Presidencia de la República del Ecuador, “Reglamento general a la ley orgánica de protección de datos personales,” Decreto Ejecutivo No. 904, Registro Oficial, Quito, Ecuador, nov 6 2023.
- [3] Superintendencia de Protección de Datos Personales, “Resolución no. SPDP-SPD-2025-0003-R: Guía de gestión de riesgos y evaluación de impacto,” Superintendencia de Protección de Datos Personales, Quito, Ecuador, Tech. Rep., apr 29 2025.
- [4] —, “Resolución no. SPDP-SPD-2025-0006-R: Cláusulas contractuales obligatorias,” Superintendencia de Protección de Datos Personales, Quito, Ecuador, Tech. Rep., apr 29 2025.
- [5] —, “Resolución no. SPDP-SPD-2025-0028-R: Reglamento del delegado de protección de datos personales,” Superintendencia de Protección de Datos Personales, Quito, Ecuador, Tech. Rep., jul 31 2025.
- [6] World Bank Group, “Achieving privacy: Costs of compliance and enforcement of data protection regulation,” World Bank Group, Washington, DC, USA, Tech. Rep., 2021, disponible

en: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/890791616529630648/pdf/Achieving-Privacy-Costs-of-Compliance-and-Enforcement-of-Data-Protection-Regulation.pdf>.

- [7] European Commission, "Tax compliance costs for SMEs: An update and a complement," Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, Brussels, Belgium, Tech. Rep., 2022, disponible en: <https://taxation-customs.ec.europa.eu/system/files/2022-12/221208%20DG%20GROW%20report%20-%202022%20Tax%20Compliance%20Costs%20SMEs.pdf>.

Edited by

