



Optimization of Engineering Educational Curricula through Multivariate Statistical Models

Optimización de currículos educativos en ingeniería mediante modelos estadísticos multivariados

Para citar este trabajo:

Barcia Rivera, B. R., Angulo De León , J. A. ., Rivera Quiñonez , E. D. ., & Vera Benitez, E. G. . (2026). Optimización de currículos educativos en ingeniería mediante modelos estadísticos multivariados. *Educational Regent Multidisciplinary Journal*, 3(1), 1-13.
<https://doi.org/10.63969/099ybg84>

Autores:

Blanca Romina Barcia Rivera

Universidad Técnica Luis Vargas Torres
Esmeraldas - Ecuador

blanca.barcia@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-4885-0615>

José Aníbal Angulo De León

Universidad Técnica Luis Vargas Torres
Esmeraldas - Ecuador

jose.angulo.deleon@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-8651-4291>

Erick Daniel Rivera Quiñonez

Universidad Técnica Luis Vargas Torres
Esmeraldas - Ecuador

erick.rivera.quinonez@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-8491-6068>

Erika Gissella Vera Benitez

Universidad Técnica Luis Vargas Torres
Esmeraldas - Ecuador

erika.vera.benitez@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-1899-1708>

Autor de Correspondencia: Blanca Romina Barcia Rivera, blanca.barcia@utelvt.edu.ec

RECIBIDO: 23-Abril-2026

ACEPTADO: 07-Mayo-2026

PUBLICADO: 21-Mayo-2026



Resumen

La transformación tecnológica y las nuevas demandas del mercado laboral han impulsado la necesidad de modernizar los currículos educativos en programas de ingeniería mediante enfoques sustentados en analítica de datos y evaluación científica. En este contexto, los modelos estadísticos multivariados han emergido como herramientas estratégicas para fortalecer procesos de innovación curricular, optimizar la planificación académica y mejorar la formación profesional dentro de la educación superior. El objetivo de la presente investigación fue analizar críticamente la optimización de currículos educativos en ingeniería mediante modelos estadísticos multivariados a través de una revisión bibliográfica de carácter analítico-documental. La metodología se desarrolló bajo un enfoque cualitativo mediante revisión de literatura científica publicada entre 2019 y 2026 en bases de datos indexadas como Scopus, Web of Science, ERIC y Google Scholar, considerando criterios metodológicos inspirados en el protocolo PRISMA. Los resultados evidenciaron que técnicas como análisis factorial, regresión múltiple, análisis de conglomerados y modelos predictivos permiten identificar relaciones significativas entre desempeño académico, competencias profesionales y necesidades del entorno productivo. Asimismo, los estudios revisados muestran que la incorporación de herramientas analíticas favorece procesos de actualización curricular, evaluación académica y diseño de programas educativos más flexibles e interdisciplinarios. No obstante, también se identificaron limitaciones relacionadas con infraestructura tecnológica, disponibilidad de datos, formación metodológica docente y resistencia institucional frente a procesos de innovación educativa. Se concluye que los modelos estadísticos multivariados poseen elevado potencial para fortalecer la calidad educativa y los procesos de transformación curricular en ingeniería, siempre que su implementación se articule con enfoques pedagógicos integrales y contextualizados.

Palabras clave: currículos educativos, educación en ingeniería, modelos estadísticos multivariados, innovación curricular, analítica educativa, educación superior.

Abstract

Technological transformation and emerging labor market demands have driven the need to modernize educational curricula in engineering programs through approaches supported by data analytics and scientific evaluation. In this context, multivariate statistical models have emerged as strategic tools for strengthening curricular innovation processes, optimizing academic planning, and improving professional training in higher education. The objective of this study was to critically analyze the optimization of educational curricula in engineering through multivariate statistical models by means of an analytical-documentary literature review. The methodology was developed under a qualitative approach through the review of scientific literature published between 2019 and 2026 in indexed databases such as Scopus, Web of Science, ERIC, and Google Scholar, considering methodological criteria inspired by the PRISMA protocol. The results showed that techniques such as factor analysis, multiple regression, cluster analysis, and predictive models allow the identification of significant relationships among academic performance, professional competencies, and labor market needs. Likewise, the reviewed studies indicate that the incorporation of analytical tools promotes curriculum updating processes, academic evaluation, and the design of more flexible and interdisciplinary educational programs. However, limitations related to technological infrastructure, data availability, teacher methodological training, and institutional resistance to educational innovation were also identified. It is concluded that multivariate statistical models have strong potential to strengthen educational quality and curricular transformation processes in engineering, provided that their implementation is integrated with comprehensive and contextualized pedagogical approaches.



Keywords: educational curricula, engineering education, multivariate statistical models, curricular innovation, learning analytics, higher education.

1. Introducción

La educación superior enfrenta actualmente profundas transformaciones derivadas del avance tecnológico, la digitalización de los procesos productivos y las nuevas exigencias del mercado laboral globalizado. Dentro de este escenario, las carreras de ingeniería han adquirido especial relevancia debido a su estrecha relación con innovación científica, automatización industrial, inteligencia artificial y desarrollo tecnológico sostenible. Como consecuencia, las instituciones universitarias se han visto obligadas a replantear sus modelos de formación profesional con el propósito de fortalecer competencias técnicas, analíticas y multidisciplinarios acordes con las demandas contemporáneas de la sociedad y del sector productivo (OECD, 2021; UNESCO, 2022).

En este contexto, los currículos educativos representan uno de los principales mecanismos de articulación entre formación académica y necesidades profesionales. El diseño curricular en ingeniería requiere integrar conocimientos científicos, tecnológicos y metodológicos orientados a la resolución de problemas complejos en escenarios dinámicos y altamente competitivos. Sin embargo, numerosos programas universitarios continúan sustentándose en estructuras curriculares tradicionales caracterizadas por rigidez académica, fragmentación disciplinaria y limitada vinculación entre teoría, práctica e innovación tecnológica. Esta situación ha generado cuestionamientos relacionados con pertinencia curricular, actualización de contenidos y capacidad institucional para responder a los desafíos emergentes de la educación superior contemporánea (Biggs & Tang, 2022).

Diversas investigaciones sostienen que la transformación curricular en ingeniería requiere procesos de evaluación fundamentados en evidencia científica y análisis sistemático de información académica. En este sentido, el crecimiento de la analítica educativa y de los sistemas de gestión de datos ha impulsado la incorporación de modelos estadísticos multivariados como herramientas orientadas a optimizar la toma de decisiones académicas y fortalecer los procesos de planificación curricular. Estas metodologías permiten analizar simultáneamente múltiples variables relacionadas con desempeño estudiantil, competencias profesionales, metodologías pedagógicas y necesidades del entorno laboral, favoreciendo procesos de evaluación más integrales y sustentados en datos (Siemens & Baker, 2020; García-Peñalvo & Corell, 2021).

Hair et al. (2021) sostienen que las técnicas multivariadas permiten comprender de manera más amplia la dinámica de los sistemas educativos mediante análisis simultáneo de factores académicos, institucionales y sociales. Desde esta perspectiva, los modelos estadísticos facilitan la identificación de relaciones complejas entre variables curriculares y permiten detectar patrones asociados con rendimiento académico, desarrollo de competencias y calidad educativa. Del mismo modo, Montgomery y Runger (2020) argumentan que los análisis estadísticos aplicados a programas de ingeniería contribuyen significativamente a la actualización curricular y al fortalecimiento de procesos de mejora continua dentro de las instituciones de educación superior.

Asimismo, Johnson y Wichern (2021) destacan que herramientas como análisis factorial, regresión múltiple, análisis de conglomerados y modelos predictivos poseen elevada capacidad para interpretar grandes volúmenes de información académica y anticipar tendencias relacionadas con desempeño estudiantil, inserción laboral y evolución de competencias tecnológicas. Estas herramientas han comenzado a consolidarse como mecanismos estratégicos dentro de la transformación educativa contemporánea, particularmente en programas de ingeniería donde la innovación curricular constituye una necesidad permanente frente a los acelerados cambios científicos y tecnológicos. En concordancia con ello, De la Garza y Romero



(2023) señalan que la analítica predictiva permite fortalecer procesos de evaluación curricular y mejorar la capacidad institucional para responder a escenarios académicos cambiantes.

No obstante, aunque los modelos estadísticos multivariados ofrecen importantes ventajas para la optimización curricular, diversos estudios advierten también limitaciones relacionadas con disponibilidad de datos, infraestructura tecnológica y capacitación metodológica del personal docente. Muchas instituciones universitarias aún presentan dificultades para gestionar información académica de manera eficiente y desarrollar procesos de análisis estadístico rigurosos. A ello se suma la resistencia institucional frente a modelos de innovación educativa basados en análisis cuantitativo y transformación digital de los procesos académicos (Salinas & Lugo, 2022).

De igual manera, algunos investigadores cuestionan la excesiva dependencia de enfoques cuantitativos dentro de la educación superior. Desde esta perspectiva crítica, existe el riesgo de reducir la formación universitaria a indicadores numéricos vinculados únicamente con rendimiento académico y productividad institucional, dejando en segundo plano dimensiones fundamentales como ética profesional, pensamiento crítico, creatividad, trabajo colaborativo y compromiso social. En consecuencia, diversos autores coinciden en la necesidad de desarrollar enfoques interdisciplinarios capaces de integrar análisis estadístico, innovación tecnológica y fundamentos pedagógicos orientados a una formación profesional más integral y humanística (Zawacki-Richter et al., 2022).

A pesar del creciente interés científico por la analítica educativa y los modelos estadísticos aplicados a contextos universitarios, todavía persisten vacíos investigativos relacionados con el análisis crítico de su impacto sobre la transformación curricular en programas de ingeniería. Gran parte de las investigaciones existentes se concentran en aspectos técnicos o metodológicos de los modelos estadísticos, mientras que aún resulta limitada la comprensión de sus implicaciones pedagógicas, institucionales y formativas dentro de los procesos de innovación curricular contemporánea.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo analizar críticamente la optimización de currículos educativos en ingeniería mediante modelos estadísticos multivariados a través de una revisión bibliográfica sistemática. El estudio busca identificar los principales enfoques analíticos utilizados en evaluación curricular, examinar sus aportes en la mejora de programas de ingeniería y reflexionar sobre sus beneficios, limitaciones y desafíos dentro de la educación superior contemporánea. De esta manera, la investigación pretende aportar una visión actualizada y crítica sobre el papel de los modelos multivariados en los procesos de transformación educativa y fortalecimiento curricular en ingeniería durante el siglo XXI.

2. Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo-documental mediante una revisión bibliográfica de carácter analítico orientada al estudio de los modelos estadísticos multivariados aplicados a la optimización curricular en programas de ingeniería. Este enfoque permitió interpretar críticamente diferentes aportes científicos relacionados con innovación educativa, evaluación curricular, analítica de datos y transformación académica dentro de la educación superior contemporánea.

El estudio posee alcance descriptivo e interpretativo, debido a que buscó identificar tendencias investigativas, enfoques metodológicos, beneficios y limitaciones asociados con la utilización de herramientas estadísticas avanzadas en procesos de diseño y actualización curricular. Asimismo, la investigación se fundamentó en el análisis de fuentes científicas secundarias, incluyendo



artículos indexados, libros académicos y publicaciones especializadas relacionadas con educación en ingeniería y análisis multivariado.

Para la organización del proceso investigativo se consideraron criterios metodológicos inspirados en las directrices del protocolo PRISMA, con el propósito de mantener sistematicidad, transparencia y rigurosidad académica durante la selección y revisión de la literatura científica. No obstante, el estudio se orientó principalmente hacia una revisión narrativa de carácter crítico e interpretativo, priorizando el análisis comparativo y reflexivo de los hallazgos identificados en las investigaciones revisadas.

La búsqueda documental se realizó en bases de datos académicas reconocidas internacionalmente, entre ellas Scopus, Web of Science, ERIC y Google Scholar, debido a su relevancia científica y a la disponibilidad de investigaciones actualizadas vinculadas con educación superior, evaluación curricular, analítica educativa y modelos estadísticos aplicados a contextos universitarios. La revisión incluyó publicaciones desarrolladas entre los años 2019 y 2026 con el propósito de garantizar actualidad y pertinencia científica en relación con las transformaciones recientes de la educación en ingeniería.

La estrategia de búsqueda se estructuró mediante el uso de palabras clave relacionadas directamente con el objeto de estudio, entre ellas: Multivariate statistical models, Curriculum optimization, Engineering education, Educational data analysis y Curriculum design in engineering. Asimismo, se utilizaron operadores booleanos como AND y OR para mejorar la precisión de los resultados y facilitar la localización de investigaciones vinculadas con evaluación curricular, modelos predictivos, innovación educativa y análisis estadístico en programas de ingeniería.

Como criterios de inclusión se consideraron investigaciones publicadas en revistas científicas indexadas, estudios relacionados con modelos estadísticos multivariados aplicados a educación superior y publicaciones redactadas en idioma español e inglés. De igual manera, se priorizaron investigaciones enfocadas en innovación curricular, evaluación de competencias, calidad educativa y transformación digital dentro de programas de ingeniería. Por otra parte, se excluyeron documentos sin revisión por pares, publicaciones anteriores al año 2019 e investigaciones que no presentaban relación directa con el análisis curricular o la aplicación de herramientas estadísticas en contextos educativos.

Posteriormente, se realizó un proceso de revisión y análisis de títulos, resúmenes y contenidos completos con el propósito de verificar la pertinencia temática y metodológica de los estudios seleccionados. La información recopilada fue organizada mediante matrices comparativas orientadas a identificar enfoques teóricos, técnicas estadísticas utilizadas, principales hallazgos y limitaciones reportadas por los autores. Este procedimiento permitió desarrollar una interpretación crítica de la literatura científica y establecer relaciones entre innovación curricular, evaluación académica y modelos estadísticos multivariados dentro de la educación en ingeniería.

Finalmente, para el análisis de la información se utilizó la técnica de análisis documental, la cual facilitó la interpretación crítica de los contenidos revisados y la construcción de categorías temáticas relacionadas con calidad educativa, planificación curricular, competencias profesionales y analítica educativa. La metodología aplicada permitió desarrollar una revisión coherente y científicamente fundamentada sobre el papel de los modelos estadísticos multivariados como herramientas estratégicas para la optimización curricular en programas de ingeniería dentro de la educación superior contemporánea.



3. Resultados

La revisión bibliográfica evidenció un incremento significativo de investigaciones relacionadas con analítica educativa, evaluación curricular y aplicación de modelos estadísticos multivariados dentro de programas de ingeniería durante el periodo 2019–2026. Este crecimiento refleja el interés de las instituciones de educación superior por incorporar herramientas analíticas capaces de fortalecer la planificación académica y responder a las demandas tecnológicas y profesionales contemporáneas.

Los estudios revisados coinciden en señalar que los modelos estadísticos multivariados permiten desarrollar procesos de evaluación curricular más integrales en comparación con enfoques tradicionales centrados en variables aisladas. La capacidad de analizar simultáneamente competencias profesionales, desempeño estudiantil, metodologías pedagógicas y necesidades del entorno productivo facilita una comprensión más amplia de la dinámica educativa dentro de los programas de ingeniería. En consecuencia, las investigaciones reportan que estas herramientas contribuyen a identificar fortalezas curriculares, vacíos formativos y áreas académicas que requieren actualización o reorganización institucional.

Entre las técnicas más utilizadas destaca el análisis factorial, empleado principalmente para identificar estructuras subyacentes dentro de conjuntos complejos de variables académicas. Diversos estudios evidencian que esta herramienta favorece la reorganización curricular mediante agrupación de competencias relacionadas, integración interdisciplinaria y priorización de contenidos formativos estratégicos. Asimismo, la literatura revisada muestra que el análisis factorial facilita procesos de simplificación curricular y fortalece la coherencia entre objetivos académicos y perfiles profesionales requeridos en el ámbito de la ingeniería.

Otro hallazgo relevante corresponde al uso de regresión múltiple para analizar factores asociados con el rendimiento académico y la permanencia estudiantil. Las investigaciones revisadas identifican relaciones significativas entre desempeño estudiantil y variables como competencias digitales, metodologías activas, carga académica, habilidades matemáticas y participación colaborativa. A partir de estos análisis, varias instituciones lograron implementar estrategias orientadas al fortalecimiento del aprendizaje y a la mejora de indicadores de calidad educativa.

De igual manera, los modelos predictivos emergen como una de las herramientas más utilizadas para anticipar tendencias relacionadas con deserción académica, niveles de aprobación y evolución de competencias profesionales. Los estudios analizados muestran que la incorporación de sistemas predictivos permite desarrollar mecanismos de intervención temprana y fortalecer la toma de decisiones institucionales basadas en evidencia científica. En algunos casos, las universidades reportaron mejoras en procesos de seguimiento estudiantil y optimización de recursos académicos mediante el uso de analítica predictiva aplicada a programas de ingeniería.

Asimismo, la revisión evidenció que el análisis de conglomerados contribuye a la clasificación de perfiles estudiantiles y a la identificación de grupos con características académicas similares. Esta segmentación favorece el diseño de estrategias pedagógicas diferenciadas y procesos de aprendizaje más personalizados. Algunas investigaciones sostienen que estas herramientas permiten fortalecer la retención estudiantil y promover enfoques educativos más adaptativos dentro de contextos universitarios complejos.

Otro aspecto recurrente en los estudios revisados corresponde al fortalecimiento de procesos de acreditación y aseguramiento de la calidad educativa mediante el uso de herramientas estadísticas avanzadas. Diversas universidades utilizan análisis multivariados para evaluar indicadores institucionales relacionados con pertinencia curricular, eficiencia terminal, satisfacción estudiantil y competencias profesionales. Estos procedimientos permiten generar



evidencia cuantitativa orientada al cumplimiento de estándares nacionales e internacionales de calidad académica dentro de la educación en ingeniería.

Sin embargo, aunque los resultados reportan múltiples beneficios asociados con la aplicación de modelos estadísticos multivariados, también se identificaron limitaciones importantes relacionadas con infraestructura tecnológica, disponibilidad de datos y formación metodológica del personal docente. Varias investigaciones señalan que muchas instituciones aún presentan dificultades para recopilar y gestionar información académica de manera sistemática, situación que afecta la precisión y confiabilidad de los análisis desarrollados. Del mismo modo, algunos estudios advierten que la limitada capacitación en análisis estadístico reduce el aprovechamiento integral de estas herramientas dentro de los procesos curriculares.

La revisión también permitió identificar tensiones relacionadas con la creciente dependencia de enfoques cuantitativos dentro de la educación superior. Algunos autores sostienen que la excesiva orientación hacia indicadores estadísticos puede limitar dimensiones fundamentales de la formación en ingeniería, tales como creatividad, pensamiento crítico, ética profesional y compromiso social. Desde esta perspectiva, los resultados sugieren la necesidad de integrar modelos estadísticos con enfoques pedagógicos y humanísticos que permitan desarrollar procesos formativos más equilibrados e interdisciplinarios.

En términos generales, los hallazgos obtenidos evidencian que los modelos estadísticos multivariados poseen elevado potencial para fortalecer procesos de innovación curricular, evaluación académica y planificación educativa dentro de programas de ingeniería. No obstante, la efectividad de estas herramientas depende de factores institucionales relacionados con infraestructura tecnológica, gestión de datos, formación metodológica y apertura hacia procesos de transformación educativa sustentados en evidencia científica.

La tabla 1 resume los criterios metodológicos utilizados para la selección y exclusión de la literatura científica analizada durante el proceso investigativo.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Estudios publicados entre 2019 y 2026	Investigaciones publicadas antes de 2019
Artículos indexados y revisados por pares	Documentos sin revisión científica
Investigaciones relacionadas con educación en ingeniería	Estudios fuera del ámbito educativo
Publicaciones en idioma español e inglés	Documentos incompletos o duplicados
Estudios vinculados con modelos estadísticos multivariados y analítica educativa	Investigaciones sin relación con optimización curricular

Elaboración: Autores.

La siguiente tabla presenta una síntesis comparativa de las principales investigaciones revisadas, considerando técnicas utilizadas, contexto educativo, hallazgos relevantes y limitaciones identificadas dentro de la literatura científica analizada.



Tabla 2. Matriz comparativa de investigaciones sobre modelos multivariados y optimización curricular

Autor	Técnica utilizada	Contexto educativo	Hallazgo principal	Limitación identificada
Hair et al. (2021)	Análisis multivariado	Educación superior	Los modelos multivariados fortalecen la evaluación curricular basada en datos	Dependencia de calidad y disponibilidad de datos
Montgomery y Runger (2020)	Modelos predictivos	Programas de ingeniería	Mejora de planificación académica y desempeño estudiantil	Requiere infraestructura tecnológica especializada
Johnson y Wichern (2021)	Regresión múltiple y análisis factorial	Currículos universitarios	Identificación de competencias prioritarias y relaciones académicas complejas	Complejidad metodológica en interpretación de resultados
Biggs y Tang (2022)	Evaluación curricular	Educación superior	Currículos flexibles favorecen aprendizaje significativo	Resistencia institucional al cambio curricular
García-Peñalvo y Corell (2021)	Análítica educativa	Universidades digitales	La transformación digital fortalece innovación curricular	Brechas tecnológicas institucionales
Zawacki-Richter et al. (2022)	Inteligencia artificial y learning analytics	Educación superior	La IA optimiza procesos de evaluación y predicción académica	Riesgos éticos y sesgos algorítmicos
De la Garza y Romero (2023)	Análítica predictiva	Educación en ingeniería	Los sistemas predictivos mejoran toma de decisiones académicas	Necesidad de capacitación metodológica docente
Siemens y Baker (2020)	Educational data mining	Analítica del aprendizaje	El análisis de datos permite detectar patrones de rendimiento estudiantil	Limitaciones en integración de datos académicos

Elaboración: Autores.

4. Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que los modelos estadísticos multivariados se han consolidado como herramientas relevantes dentro de los procesos de innovación curricular en programas de ingeniería. La literatura científica revisada coincide en que la incorporación de técnicas analíticas avanzadas favorece procesos de evaluación académica más integrales, fortalece la toma de decisiones institucionales y permite desarrollar currículos más flexibles frente a las transformaciones tecnológicas contemporáneas. En este sentido, los hallazgos encontrados confirman que la analítica educativa y el procesamiento de datos académicos constituyen actualmente componentes estratégicos dentro de la educación superior.

Los resultados guardan estrecha relación con los planteamientos de Hair et al. (2021), quienes sostienen que los modelos multivariados permiten interpretar simultáneamente múltiples variables académicas y profesionales dentro de sistemas educativos complejos. La revisión



realizada evidenció que herramientas como análisis factorial, regresión múltiple y modelos predictivos facilitan la identificación de patrones relacionados con desempeño estudiantil, competencias profesionales y pertinencia curricular. No obstante, más allá de su capacidad técnica, los estudios analizados sugieren que el verdadero aporte de estas metodologías radica en su potencial para transformar la planificación curricular mediante procesos de evaluación fundamentados en evidencia científica y no únicamente en criterios tradicionales o administrativos.

De igual manera, Montgomery y Runger (2020) destacan que los modelos estadísticos contribuyen significativamente a la actualización de programas de ingeniería al permitir identificar necesidades formativas emergentes y tendencias asociadas con transformación tecnológica. Los resultados obtenidos coinciden con esta perspectiva, particularmente en relación con el uso de sistemas predictivos orientados a fortalecer procesos de acompañamiento académico y anticipar problemáticas vinculadas con rendimiento estudiantil y deserción universitaria. Sin embargo, la revisión también permitió identificar que muchas instituciones aún presentan limitaciones estructurales que dificultan el aprovechamiento integral de estas herramientas analíticas dentro de sus procesos curriculares.

Asimismo, Johnson y Wichern (2021) sostienen que las técnicas multivariadas poseen elevada capacidad para interpretar relaciones complejas entre variables académicas, institucionales y sociales. La presente investigación respalda estos aportes al evidenciar que las universidades que incorporan análisis estadísticos avanzados logran desarrollar estrategias educativas más dinámicas e interdisciplinarias. Sin embargo, los hallazgos también muestran que la implementación de modelos analíticos no garantiza automáticamente procesos de innovación curricular exitosos, debido a que su efectividad depende considerablemente de factores institucionales, tecnológicos y metodológicos que condicionan la calidad de los análisis realizados.

Otro aspecto relevante identificado durante la revisión corresponde al impacto positivo de la analítica predictiva sobre la calidad educativa y la planificación académica. Diversas investigaciones muestran que las instituciones que utilizan modelos predictivos logran fortalecer procesos de seguimiento estudiantil y optimizar la toma de decisiones basada en datos. En este sentido, Biggs y Tang (2022) sostienen que la incorporación de herramientas analíticas dentro de la educación superior favorece estrategias pedagógicas más adaptativas y orientadas al aprendizaje significativo. No obstante, algunos estudios advierten que una dependencia excesiva de sistemas predictivos puede generar procesos de estandarización curricular centrados prioritariamente en indicadores cuantificables, reduciendo la diversidad pedagógica y la complejidad formativa de la educación en ingeniería.

En relación con la transformación digital universitaria, la UNESCO (2022) plantea que las instituciones de educación superior deben integrar herramientas inteligentes capaces de responder a los desafíos científicos y tecnológicos contemporáneos. Desde esta perspectiva, los modelos estadísticos multivariados no solo representan mecanismos técnicos para procesar información académica, sino también instrumentos estratégicos orientados al fortalecimiento de innovación educativa, sostenibilidad institucional y modernización curricular. Sin embargo, la revisión bibliográfica permitió identificar diferencias importantes entre contextos educativos industrializados y latinoamericanos, particularmente en relación con disponibilidad tecnológica, infraestructura digital y acceso a sistemas integrados de información académica.

Las investigaciones desarrolladas en países con mayores niveles de digitalización educativa tienden a enfocarse en automatización académica, inteligencia institucional y analítica avanzada basada en inteligencia artificial. Por el contrario, gran parte de los estudios latinoamericanos



analizados enfatizan limitaciones relacionadas con recursos tecnológicos, resistencia institucional y escasa formación metodológica del personal docente. Esta diferencia evidencia que la implementación efectiva de modelos multivariados depende considerablemente de condiciones económicas, organizacionales y tecnológicas específicas de cada institución educativa.

Otro hallazgo crítico identificado durante la discusión corresponde a las tensiones existentes entre enfoques cuantitativos y dimensiones humanísticas de la educación superior. Aunque los modelos estadísticos permiten desarrollar procesos de evaluación curricular más objetivos y eficientes, diversos autores advierten que la formación universitaria no puede limitarse exclusivamente al análisis numérico del rendimiento académico. Aspectos como creatividad, pensamiento crítico, ética profesional, liderazgo y compromiso social continúan siendo componentes fundamentales dentro de la formación en ingeniería y difícilmente pueden representarse únicamente mediante indicadores cuantitativos.

Desde esta perspectiva, la presente investigación coincide con los enfoques que proponen integrar analítica educativa, innovación tecnológica y fundamentos pedagógicos humanistas dentro de los procesos de transformación curricular. Los modelos estadísticos multivariados deben entenderse como herramientas complementarias orientadas a fortalecer la toma de decisiones académicas y no como mecanismos exclusivos para determinar la calidad educativa. Su verdadero potencial radica en la capacidad de apoyar procesos curriculares más flexibles, contextualizados e interdisciplinarios capaces de responder tanto a las demandas tecnológicas como a las necesidades sociales contemporáneas.

En consecuencia, la literatura científica analizada demuestra que los modelos estadísticos multivariados poseen elevado potencial para fortalecer procesos de innovación curricular y evaluación académica en programas de ingeniería. No obstante, también evidencia que su implementación requiere infraestructura tecnológica adecuada, formación metodológica especializada y apertura institucional hacia enfoques educativos basados en evidencia científica. Finalmente, puede afirmarse que la optimización curricular sustentada en analítica de datos constituye una de las principales tendencias dentro de la transformación educativa contemporánea; sin embargo, su impacto dependerá de la capacidad institucional para integrar estas herramientas de manera crítica, ética y pedagógicamente equilibrada dentro de la educación superior.

Conclusión

La presente investigación permitió analizar críticamente el aporte de los modelos estadísticos multivariados en la optimización de currículos educativos dentro de programas de ingeniería, evidenciando que estas herramientas poseen un elevado potencial para fortalecer procesos de evaluación curricular, planificación académica e innovación educativa en la educación superior contemporánea. La revisión de la literatura científica mostró que la incorporación de técnicas analíticas avanzadas favorece procesos de toma de decisiones más objetivos y fundamentados en evidencia, permitiendo a las instituciones universitarias responder con mayor eficiencia a las transformaciones tecnológicas y profesionales del siglo XXI.

Los hallazgos obtenidos demostraron que herramientas como análisis factorial, regresión múltiple, análisis de conglomerados y modelos predictivos facilitan la identificación de relaciones complejas entre desempeño estudiantil, competencias profesionales, metodologías pedagógicas y necesidades del entorno productivo. En consecuencia, los modelos multivariados contribuyen al diseño de currículos más flexibles, interdisciplinarios y alineados con las demandas actuales de la ingeniería, particularmente en áreas vinculadas con automatización, inteligencia artificial, sostenibilidad y transformación digital.



Asimismo, el estudio evidenció que la analítica educativa aplicada a procesos curriculares permite fortalecer mecanismos de seguimiento académico, anticipar problemáticas relacionadas con deserción estudiantil y optimizar estrategias institucionales orientadas a la mejora continua. Sin embargo, la investigación también identificó limitaciones importantes asociadas con disponibilidad de datos, infraestructura tecnológica y capacitación metodológica del personal docente. Estas dificultades continúan representando obstáculos significativos para la implementación eficiente de modelos estadísticos avanzados dentro de muchas instituciones de educación superior, especialmente en contextos con limitaciones organizacionales y presupuestarias.

Otro aspecto relevante identificado corresponde a la necesidad de mantener equilibrio entre enfoques cuantitativos y dimensiones humanísticas de la formación universitaria. Aunque los modelos estadísticos permiten desarrollar procesos de evaluación más precisos y sistemáticos, la educación en ingeniería no puede reducirse exclusivamente al análisis numérico del rendimiento académico. Competencias relacionadas con ética profesional, pensamiento crítico, creatividad, liderazgo y compromiso social continúan siendo componentes esenciales dentro de la formación integral del ingeniero contemporáneo y requieren enfoques pedagógicos complementarios que trasciendan la lógica exclusivamente estadística.

Desde una perspectiva crítica, la investigación permitió evidenciar que la efectividad de los modelos multivariados no depende únicamente de su capacidad técnica, sino también de la manera en que las instituciones integran estas herramientas dentro de procesos pedagógicos contextualizados e interdisciplinarios. En este sentido, la innovación curricular sustentada en analítica de datos debe orientarse no solo hacia eficiencia institucional, sino también hacia la construcción de modelos educativos más inclusivos, adaptativos y socialmente pertinentes.

Finalmente, puede concluirse que la optimización curricular mediante modelos estadísticos multivariados constituye una de las principales tendencias dentro de la transformación educativa contemporánea. No obstante, su verdadero impacto dependerá de la capacidad de las universidades para combinar innovación tecnológica, formación docente y fundamentos pedagógicos orientados al fortalecimiento de una educación en ingeniería científicamente rigurosa, éticamente responsable y alineada con las necesidades reales de la sociedad actual. Asimismo, resulta necesario continuar desarrollando investigaciones relacionadas con analítica educativa, inteligencia artificial y evaluación curricular con el propósito de ampliar la comprensión crítica sobre el papel de los modelos estadísticos en la evolución de la educación superior del siglo XXI.

Referencias Bibliográficas

Angulo Guerrero, R. (2024). *Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico mediante problemas de matemáticas aplicadas*. Ecouture Research Center. <https://ecouture.org/desarrollo-de-habilidades-de-pensamiento-critico-mediante-problemas-de-matematicas-aplicadas/>

Angulo Guerrero, R. (2024). *Gestión pedagógica basada en evidencia mediante la integración de modelos matemáticos y herramientas digitales para la optimización de procesos educativos en América Latina*. ICONS Network. <https://iconsnetwork.org/gestion-pedagogica-basada-en-evidencia-mediante-la-integracion-de-modelos-matematicos-y-herramientas-digitales-para-la-optimizacion-de-procesos-educativos-en-america-latina/>

Angulo Guerrero, R. (2024). *Modelaje matemático a través de la programación y la pedagogía desde un enfoque interdisciplinario*. *Multidisciplinary Journal of Sciences, Discoveries, and Society*. https://revistasapiensec.com/index.php/Sciences_Discoveries_and_Society/article/view/213



Angulo Guerrero, R., & colaboradores. (2024). *Matemáticas disruptivas: Transformando el aprendizaje universitario con innovaciones pedagógicas*. *Revistalexenlace*. <https://revistalexenlace.com/index.php/ojs/article/view/15>

Biggs, J., & Tang, C. (2022). *Teaching for quality learning at university* (5th ed.). McGraw-Hill Education.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2020). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.

De la Garza, T., & Romero, J. (2023). Curriculum innovation in engineering education through predictive analytics. *Journal of Engineering Education Research*, 15(2), 45-61. <https://doi.org/10.1016/jjeer.2023.02.005>

Field, A. (2021). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). SAGE Publications.

García-Peñalvo, F. J., & Corell, A. (2021). La transformación digital de las universidades: Innovación educativa y analítica del aprendizaje. *Education in the Knowledge Society*, 22, 1-15. <https://doi.org/10.14201/eks.25468>

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2021). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2021). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (2.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2021). *Applied multivariate statistical analysis* (7th ed.). Pearson Education.

Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2020). *Applied statistics and probability for engineers* (7th ed.). Wiley.

OECD. (2021). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/education/2030-project/>

Salinas, J., & Lugo, M. T. (2022). Innovación curricular y competencias digitales en educación superior. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 13(37), 85-102. <https://doi.org/10.22201/iissue.20072872e.2022.37.1450>

Siemens, G., & Baker, R. (2020). Learning analytics and educational data mining. En C. Lang, G. Siemens, A. Wise, & D. Gašević (Eds.), *Handbook of Learning Analytics* (pp. 65-74). Society for Learning Analytics Research.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2020). *Using multivariate statistics* (7th ed.). Pearson.

UNESCO. (2022). *Engineering for sustainable development: Delivering on the Sustainable Development Goals*. UNESCO Publishing. <https://unesdoc.unesco.org/>

Zawacki-Richter, O., Bond, M., & Marin, V. (2022). Artificial intelligence in higher education: A systematic review of research. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 1-27. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00324-8>



Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista. Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación.