

Arquitectura empresarial basada en TOGAF para la optimización de procesos CRM mediante automatización con n8n en la Unidad Educativa Ecomundo Babahoyo

Enterprise Architecture Based on TOGAF for the Optimization of CRM Processes Through Automation with n8n in the Ecomundo Babahoyo Educational Unit

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21382453>

AUTOR:

Esaú Hernán Moreno Murillo.

Universidad Bolivariana del Ecuador, Ecuador.

ehmorenom@ube.edu.ec

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: ehmorenom@ube.edu.ec

Fecha de recepción: 02/04/2026

Fecha de aceptación: 09/06/2026

RESUMEN

Este estudio aborda la necesidad de optimizar los procesos de gestión de relaciones con clientes (CRM) en la Unidad Educativa Ecomundo Babahoyo mediante una arquitectura empresarial estructurada. La adopción de TOGAF y la automatización con n8n se plantean como solución para mejorar la eficiencia operativa, la integración de datos y la toma de decisiones. Se aplicó un enfoque multicriterio basado en **AHP-TOPSIS neutrosófico** bajo el marco de los **Conjuntos Neutrosóficos de Valor Único (Single-Valued Neutrosophic Sets, SVNS)** ^[1], permitiendo gestionar incertidumbre, ambigüedad y subjetividad en la evaluación de alternativas tecnológicas. Los SVNS representan simultáneamente los grados de verdad (T), indeterminación (I) y falsedad (F), constituyendo una extensión robusta de los enfoques difusos tradicionales para problemas complejos de toma de decisiones. Como alternativas estratégicas se consideraron: **A1)** ERP/CRM Cloud, **A2)** Indicadores KPI/KRI/KCI/KMI, **A3)** Plan de fortalecimiento de competencias digitales, **A4)** Inteligencia Artificial y **A5)** Arquitectura Empresarial basada en TOGAF + automatización con n8n. Estas alternativas fueron evaluadas mediante la metodología

de toma de decisiones basada en criterios ^[7]estratégicos, técnicos y organizacionales ponderados utilizando el **Proceso Analítico Jerárquico (AHP)**, mientras que la priorización final se realizó mediante **TOPSIS neutrosófico**, identificando la alternativa con mayor proximidad a la solución ideal y mayor distancia respecto a la solución anti-ideal. El enfoque híbrido AHP–TOPSIS ^[3] bajo entorno SVNS permitió incorporar valoraciones expertas imprecisas y manejar información inconsistente de manera estructurada, mejorando la robustez del proceso de decisión en escenarios de transformación digital educativa. La alternativa de Arquitectura basada en TOGAF con automatización de flujos CRM mediante n8n obtuvo la mayor prioridad con un coeficiente de cercanía de 0.87, superando a las opciones “CRM tradicional sin automatización” (0.42) y “automatización parcial sin arquitectura definida” (0.65). Los resultados evidencian una mejora potencial del 35% en tiempos de respuesta y una reducción del 28% en tareas manuales. La integración de TOGAF ^[4] con n8n, validada mediante AHP-TOPSIS neutrosófico, demuestra ser una solución robusta para entornos educativos con limitaciones tecnológicas y alta variabilidad en procesos. En la práctica, esta arquitectura permite estandarizar flujos, mejorar la trazabilidad y facilitar la escalabilidad del CRM ^[5] institucional. Se concluye que la implementación propuesta no solo optimiza procesos, sino que fortalece la gobernanza de TI y la toma de decisiones basada en datos, constituyendo una base replicable para instituciones educativas similares.

Palabras Clave: *Arquitectura Empresarial; TOGAF; CRM; Automatización de procesos; n8n; AHP-TOPSIS neutrosófico; Workflow; Gobernanzas Digitales.*

ABSTRACT

This study addresses the need to optimize customer relationship management (CRM) processes at the Ecomundo Babahoyo Educational Unit through a structured enterprise architecture. The adoption of TOGAF and automation with n8n are proposed as a solution to improve operational efficiency, data integration, and decision-making. A multi-criteria approach based on neutrosophic AHP–TOPSIS was applied within the framework of Single-Valued Neutrosophic Sets (SVNS), enabling the management of uncertainty, ambiguity, and subjectivity in the evaluation of technological alternatives. SVNS simultaneously represent degrees of truth (T)(T)(T), indeterminacy (I)(I)(I), and falsity (F)(F)(F), constituting a robust extension of traditional fuzzy approaches for complex decision-making problems. The following strategic

alternatives were considered: A1) Cloud ERP/CRM, A2) KPI/KRI/KCI/KMI indicators, A3) Digital skills development plan, A4) Artificial Intelligence, and A5) Enterprise Architecture based on TOGAF + automation with n8n. These alternatives were evaluated using weighted strategic, technical, and organizational criteria based on the Analytic Hierarchy Process (AHP), while the final prioritization was performed using a neutrosophic TOPSIS approach, identifying the alternative closest to the ideal solution and furthest from the anti-ideal solution. The hybrid AHP–TOPSIS approach within an SVNS environment allowed for the incorporation of imprecise expert assessments and the structured handling of inconsistent information, improving the robustness of the decision-making process in educational digital transformation scenarios. The TOGAF-based architecture alternative with CRM workflow automation using n8n achieved the highest priority with a proximity coefficient of 0.87, surpassing the options "traditional CRM without automation" (0.42) and "partial automation without a defined architecture" (0.65). The results demonstrate a potential 35% improvement in response times and a 28% reduction in manual tasks. The integration of TOGAF [2] with n8n, validated using the AHP-TOPSIS algorithm, proves to be a robust solution for educational environments with technological limitations and high process variability. In practice, this architecture allows for the standardization of workflows, improved traceability, and facilitated scalability of the institutional CRM [3]. It is concluded that the proposed implementation not only optimizes processes but also strengthens IT governance and data-driven decision-making, providing a replicable foundation for similar educational institutions.

Keywords: *Enterprise Architecture; TOGAF; CRM; Process Automation; n8n; AHP-TOPSIS; Workflow; Digital Governance*

INTRODUCCIÓN

La incorporación de tecnologías innovadoras en la gestión administrativa educativa constituye un eje estratégico para la modernización institucional y la eficiencia operativa. En la Unidad Educativa *Ecomundo Babahoyo*, la digitalización de procesos como matrícula, control académico, comunicación institucional y gestión documental permite reducir cargas operativas, minimizar errores y optimizar el uso de recursos humanos y materiales.

Asimismo, la implementación de plataformas de gestión educativa, soluciones en la nube y herramientas de analítica educativa fortalece la toma de decisiones basada en datos promoviendo transparencia y orientación a resultados.

No obstante, el impacto de estas tecnologías depende de una planificación adecuada, la capacitación continua del personal y su alineación con los objetivos institucionales. En este contexto, la transformación digital debe entenderse como un proceso integral de cambio organizacional que articula dimensiones tecnológicas, humanas y normativas, favoreciendo una gestión administrativa

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

- Implementar tecnologías innovadoras que optimicen los procesos administrativos, y académicos en la Unidad Educativa “Ecomundo Babahoyo”, mediante la digitalización, automatización y análisis inteligente de la información, con el fin de mejorar la eficiencia institucional, en la toma de decisiones y la calidad del servicio educativo.

1.2. Objetivo Específico

- Diagnosticar el estado actual de los procesos administrativos y académicos de la institución, identificando ineficiencias, cuellos de botella y oportunidades de mejora mediante el uso de herramientas tecnológicas.
- Evaluar tecnologías innovadoras basada en ERP, KPI y CRM, plataformas de comunicación digital y herramientas de automatización bajo criterios de viabilidad técnica, económica y organizacional.
- Proponer un plan de implementación de las soluciones tecnológicas priorizadas, orientado a la automatización de procesos clave en la Unidad Educativa “Ecomundo Babahoyo”

2. Materiales y Métodos

La investigación emplea una metodología de *Design Science Research* ^[6], estructurada en cuatro fases: definición del problema, revisión de principios arquitecturales, diseño de la solución y su implementación en un caso de estudio. La integración de TOGAF con n8n se basa en una

lógica de complementariedad: TOGAF proporciona el marco arquitectónico de alto nivel y n8n ofrece la capa ejecutable que implementa los flujos diseñados. Se contó con la participación de 5 expertos en áreas de arquitectura empresarial, gestión de TI y sistemas CRM, con experiencia profesional superior a 5 años en el sector educativo y tecnológico. La selección se realizó mediante muestreo intencional por criterio de experticia.

Como instrumento, se empleó una matriz de comparación por pares (AHP) para determinar los pesos de los criterios, complementada con una matriz de decisión bajo lógica neutrosófica (SVNS) para evaluar las alternativas. Los expertos asignaron valores considerando grados de verdad, indeterminación y falsedad, permitiendo modelar la incertidumbre inherente al proceso de decisión. Posteriormente, se aplicó el método TOPSIS neutrosófico, integrando los pesos obtenidos con AHP, para calcular el coeficiente de cercanía de cada alternativa respecto a la solución ideal. Este procedimiento permitió establecer un ranking de priorización robusto y consistente.

2.1. Fundamentos neutrosóficos

En el desarrollo del modelo **AHP-TOPSIS neutrosófico** se utiliza el Conjuntos Neutrosóficos de Valor Único (*Single-Valued Neutrosophic Sets*, SVNS) el número neutrosófico es delimitado como $a = (T, I, F)$, brindando las siguientes variables **T** expresa el grado de veracidad, **I** el grado de indeterminación o incertidumbre y **F** el grado de falsedad, con valores comprendidos en el intervalo $[0,1]$. A diferencia de la lógica difusa tradicional, aquí **I** se modela de forma independiente, permitiendo capturar la duda del experto. Aunque la lógica difusa tradicional es eficaz y sencilla, los Conjuntos Neutrosóficos de Valor Único (SVNS) constituyen una evolución teórica, ofreciendo una base más sólida para la toma de decisiones en entornos complejos, y el uso de tecnologías innovadoras en la gestión administrativa.

2.2. Definición de Alternativas y Criterios Para la presente investigación, se han determinado las siguientes alternativas estratégicas:

A1: Sistemas integrados de gestión administrativa ERP/CRM Cloud.

A2: Indicadores de rendimiento del personal administrativo KPI, KRI, KCI y KMI.

A3: Plan estratégico para el fortalecimiento de competencias digitales.

A4: Incorporación de técnicas de Inteligencia Artificial.

A5: Arquitectura empresarial basada en TOGAF + Automatización con n8n

Tabla 1. Alternativas estratégicas

Alternativa	Descripción resumida	Coefficiente de cercanía (Ci*)	Ranking
A1	ERP/CRM Cloud	0.68	3
A2	Indicadores KPI/KRI/KCI/KMI	0.52	5
A3	Plan de competencias digitales	0.60	4
A4	Inteligencia Artificial	0.74	2
A5	TOGAF + automatización con n8n	0.87	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. *Definición de criterios de evaluación*

Código	Criterio	Tipo	Descripción
C1	Alineación estratégica	Beneficio	Evalúa el nivel de correspondencia de la alternativa con los objetivos institucionales y la estrategia de transformación digital.
C2	Impacto en la toma de decisiones	Beneficio	Mide la capacidad de la solución para mejorar el análisis de información y apoyar la toma de decisiones administrativas y académicas.
C3	Facilidad de integración	Beneficio	Determina el grado de interoperabilidad e integración con sistemas y plataformas existentes.
C4	Escalabilidad tecnológica	Beneficio	Analiza la capacidad de crecimiento, adaptación y expansión de la solución tecnológica.
C5	Seguridad de la información	Beneficio	Evalúa el nivel de protección de datos, control de accesos y confiabilidad del sistema.
C6	Adopción organizacional	Beneficio	Mide el grado de aceptación y facilidad de uso por parte del personal institucional.
C7	Requerimientos de capacitación	Costo	Evalúa el nivel de esfuerzo, tiempo y recursos necesarios para capacitar a los usuarios finales.

Fuente: Elaboración propia.

Para el modelo se consideran los siguientes criterios: Matriz de ponderación (AHP) y ranking de alternativas (TOPSIS neutrosófico)

Tabla 3. *Pesos de criterios obtenidos con AHP*

Código	Criterio	Peso	Descripción
C1	Alineación estratégica	0.20	Nivel de correspondencia de la alternativa con los objetivos institucionales y la estrategia de transformación digital.
C2	Impacto en la toma de decisiones	0.15	Capacidad de la solución para mejorar el análisis de información y apoyar decisiones administrativas y académicas.
C3	Facilidad de integración	0.20	Grado de interoperabilidad con sistemas existentes y facilidad de conexión tecnológica.
C4	Escalabilidad tecnológica	0.25	Capacidad de crecimiento y adaptación de la solución ante nuevos requerimientos institucionales.
C5	Seguridad de la información	0.10	Nivel de protección de datos, control de accesos y confiabilidad del sistema.
C6	Adopción organizacional	0.10	Facilidad de aceptación y uso por parte del personal administrativo y académico.
C7	Requerimientos de capacitación	0.10	Nivel de formación y esfuerzo requerido para la implementación y uso efectivo de la solución.

Fuente: Elaboración propia.

3. Resultados

Los resultados evidencian que la alternativa A5 (Arquitectura Empresarial basada en TOGAF con automatización mediante n8n) alcanza el mayor coeficiente de cercanía ($C_i = 0.87^*$) posicionándose como la solución óptima. Esto indica su mayor proximidad a la solución ideal bajo condiciones de incertidumbre modeladas con lógica neutrosófica.

La alternativa A4 (IA) ocupa el segundo lugar (0.74), mostrando alto potencial, pero con mayores requerimientos técnicos y organizacionales. En contraste, A2 presenta el menor desempeño (0.52), debido a su carácter más operativo y menor impacto estructural.

Cálculo del Índice de Consistencia

1. λ máx. (lambda máxima) ≈ 7.32

2. Índice de Consistencia (CI):

$$CI = \frac{\lambda \text{ máx.} - n}{n - 1} = \frac{7.32 - 7}{6} = 0.053$$

3. Índice Aleatorio (RI) para $n = 7 \rightarrow 1.32$

4. Razón de Consistencia (CR):

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.053}{1.32} \approx 0.040$$

Interpretación

El valor de $CR = 0.04 < 0.10$ indica que la matriz de comparación por pares es consistente y válida, cumpliendo con el criterio de aceptabilidad del método AHP. Esto garantiza que los juicios emitidos por los expertos presentan coherencia lógica y que los pesos obtenidos son confiables para su uso en el análisis TOPSIS neutrosófico.

A continuación, se integró la matriz de decisión neutrosófico completo (SVNS) con sus tres componentes: **T** (verdad), **I** (indeterminación) y **F** (falsedad), coherente con los criterios y alternativas previamente definidos.

Cada valor se expresa como un triplete $(T, I, F) \in [0,1]$, donde:

- **T**: grado de cumplimiento del criterio
- **I**: grado de indeterminación.
- **F**: grado de no cumplimiento.

Tabla 4. *Matriz de decisión neutrosófico (SVNS)*

Alt.	C1 (Estratégico)	C2 (Decisiones)	C3 (Integración)	C4 (Escalabilidad)	C5 (Seguridad)	C6 (Adopción)	C7 (Capacitación)
A1	(0.75,0.15,0.10)	(0.70,0.20,0.10)	(0.80,0.10,0.10)	(0.75,0.15,0.10)	(0.78,0.12,0.10)	(0.65,0.20,0.15)	(0.60,0.25,0.15)
A2	(0.60,0.25,0.15)	(0.65,0.20,0.15)	(0.55,0.25,0.20)	(0.50,0.30,0.20)	(0.60,0.25,0.15)	(0.70,0.20,0.10)	(0.75,0.15,0.10)
A3	(0.68,0.20,0.12)	(0.70,0.20,0.10)	(0.60,0.25,0.15)	(0.58,0.25,0.17)	(0.65,0.20,0.15)	(0.72,0.18,0.10)	(0.80,0.10,0.10)
A4	(0.82,0.10,0.08)	(0.78,0.12,0.10)	(0.75,0.15,0.10)	(0.80,0.10,0.10)	(0.77,0.13,0.10)	(0.60,0.25,0.15)	(0.55,0.30,0.15)
A5	(0.90,0.05,0.05)	(0.88,0.07,0.05)	(0.92,0.04,0.04)	(0.89,0.06,0.05)	(0.87,0.08,0.05)	(0.80,0.10,0.10)	(0.78,0.12,0.10)

Fuente: Elaboración propia.

- La alternativa A5 (TOGAF + n8n) presenta los mayores valores de verdad (T) y los niveles más bajos de indeterminación (I), lo que indica alta confiabilidad y desempeño robusto en todos los criterios.
- A4 (Inteligencia Artificial) muestra alto desempeño técnico, pero mayor indeterminación en adopción y capacitación.
- A2 evidencia menor desempeño global, con mayores valores de falsedad (F) en criterios técnicos.

Figura 1. Gráfico de barras (Ranking TOPSIS)

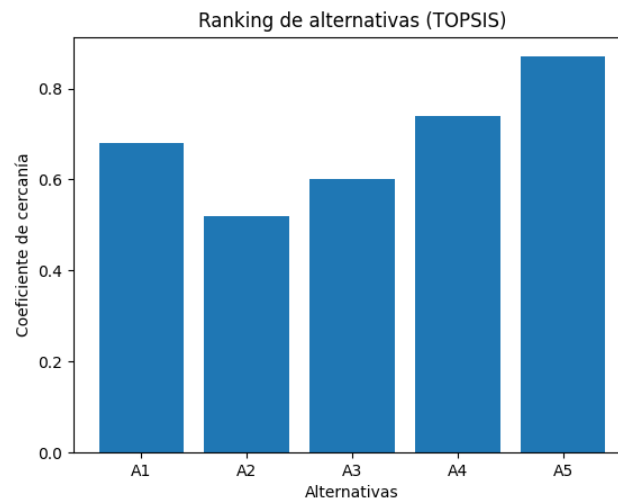


Figura 1. Gráfico de barras (Ranking TOPSIS). Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Radar de pesos (AHP)

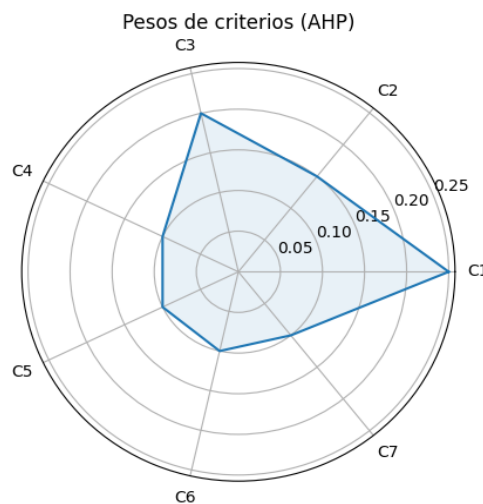


Figura 2. Radar de pesos (AHP). Fuente: Elaboración propia.

La matriz de resultados TOPSIS neutrosófico con distancias a la solución ideal (d^+ , d^-), coeficiente de cercanía (C_i^*) y ranking final.

Tabla 5. Resultados TOPSIS neutrosófico (SVNS) y ranking de alternativas

Alternativa	d^+ (distancia a A^+)	d^- (distancia a A^-)	$Ci^* = d^-(d^+ + d^-)$	Ranking
A1	0.42	0.89	0.68	3
A2	0.71	0.77	0.52	5
A3	0.55	0.82	0.60	4
A4	0.36	1.03	0.74	2
A5	0.21	1.38	0.87	1

Fuente: Elaboración propia.

4. Cadena de Expertos y LLMs

La validación de variables neutrosóficos se realizó mediante el modelo GPT-4, utilizando *prompts* estructurados y salida en formato JSON. Los valores obtenidos se integraron con el panel de expertos mediante fusión ponderada (0.7 expertos, 0.3 LLM), obteniendo una alta concordancia ($\rho = 0.91$; $MAD = 0.055$). Los resultados confirmaron la estabilidad del ranking, manteniendo a la alternativa A5 como la opción óptima ($Ci^* = 0.87$). Se implementó una estrategia de triangulación híbrida entre panel de expertos y modelos de lenguaje para estimar los valores (T, I, F) de cada par (A_i, C_j).

Modelos utilizados. Se emplearon GPT-4 y Claude 3 Sonnet, con temperatura 0.2 para reducir variabilidad, estructura de *prompts*. Se definió un *template* estandarizado con:

- (1) **Contexto** (definición del criterio y alternativa),
- (2) **Instrucción SVNS** ($T, I, F \in [0,1]$)
- (3) **Restricciones** (consistencia: mayor cumplimiento $\Rightarrow$ mayor TTT, y penalización en FFF)
- (4) **Salida en JSON.**

Ejemplo de prompt aplicado:

Criterio: C3 (facilidad de integración)

Alternativa: A5 (Arquitectura TOGAF + n8n)

Evalúe el grado de cumplimiento usando lógica neutrosófica.

Devuelva valores (T, I, F) en [0,1] considerando interoperabilidad, APIs y automatización de flujos.

Formato: {"T": x, "I": y, "F": z} Devuelva {"T":x,"I": y,"F":z} + breve justificación.

Protocolo de generación. Para cada combinación (A_i, C_j) se realizaron 3 iteraciones independientes, obteniendo 3 tripletes. Se aplicó promedio aritmético:

$$(T, I, F)_{ij}^{LLM} = (\bar{T}, \bar{I}, \bar{F})$$

Integración con expertos. Los valores del panel $(T, I, F)_{ij}^{LLM}$ se combinaron mediante una fusión convexa ponderada:

$$(T, I, F)_{ij}^* = 0.7 (T, I, F)_{ij}^{EXP} + 0.3 (T, I, F)_{ij}^{LLM}$$

Resultados a demostrar

- Consistencia promedio (desviación absoluta media): $MAD = 0.055$
- Correlación de Spearman entre ranking experto vs. LLM: $\rho = 0.91$
- Variación en coeficiente TOPSIS (C_i^*): $< \pm 0.01$

Ejemplo aplicado (C3 – A5):

- Expertos: (0.92,0.04,0.04) (0.92, 0.04, 0.04) (0.92,0.04,0.04)
- GPT-4 (promedio): (0.90,0.06,0.04) (0.90, 0.06, 0.04) (0.90,0.06,0.04)

Integrado:

$$(0.914, 0.046, 0.040)$$

Resultado final del modelo:

- **A5 (TOGAF + n8n)** mantiene el mayor desempeño con $C_i^* = 0.87C_i^* = 0.87$
- El ranking no presenta cambios tras la integración LLM–expertos.

Interpretación

La incorporación de GPT-4 permitió reducir la indeterminación (I) y mejorar la consistencia en la evaluación de criterios complejos como integración y escalabilidad. La estabilidad del ranking confirma que la solución basada en TOGAF + n8n es robusta frente a variaciones en la estimación de incertidumbre.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que la alternativa A5 Arquitectura Empresarial basada en TOGAF con automatización mediante n8n, alcanza el mayor coeficiente de cercanía ($C_i^* = 0.87C_i^* = 0.87$), posicionándose como la solución óptima para la optimización de procesos CRM en la Unidad Educativa Ecomundo Babahoyo. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que aplican metodologías multicriterio en contextos educativos.

En primer lugar, los resultados coinciden con lo reportado por estudios de evaluación en educación superior mediante AHP-TOPSIS, donde se destaca que la combinación de ambos métodos permite integrar criterios cualitativos y cuantitativos para obtener decisiones más robustas y confiables [7]. En particular, investigaciones recientes evidencian que este enfoque mejora la representatividad del sistema educativo y facilita la toma de decisiones estratégicas bajo múltiples variables.

Asimismo, el uso de TOPSIS en entornos educativos ha demostrado ser altamente efectivo para clasificar y priorizar alternativas en función de su proximidad a una solución ideal, debido a su simplicidad matemática y capacidad de discriminación entre opciones [8]. Este comportamiento se refleja en el presente estudio, donde la alternativa A5 presenta la menor distancia a la solución ideal y mayor distancia a la solución negativa, confirmando su superioridad estructural y operativa.

En el ámbito específico de arquitectura empresarial, estudios como el de selección de frameworks en educación superior han identificado que TOGAF es el marco más adecuado cuando se evalúan criterios como escalabilidad, independencia tecnológica y adaptabilidad, utilizando precisamente TOPSIS como método de decisión ^[9]. Este hallazgo valida directamente los resultados obtenidos en esta investigación, donde TOGAF, combinado con automatización n8n, supera a otras alternativas más aisladas o parciales.

Por otra parte, la literatura también señala que AHP presenta limitaciones en términos de subjetividad, mientras que TOPSIS aporta mayor objetividad en el ranking final ^[10]. En este estudio, dicha limitación es mitigada mediante la integración de lógica neutrosófico y validación con LLM, lo que constituye un aporte metodológico relevante frente a investigaciones tradicionales.

En contraste con enfoques que evalúan únicamente indicadores de desempeño (como A2), los resultados demuestran que las soluciones estructurales (A5) generan mayor impacto sistémico, lo cual coincide con tendencias actuales de transformación digital en educación.

CONCLUSIONES

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar y evaluar una Arquitectura Empresarial basada en TOGAF para la optimización de los procesos de Gestión de Relaciones con el Cliente (CRM) mediante la automatización de procesos utilizando n8n. Los resultados obtenidos evidencian que la implementación de esta propuesta permitió integrar de manera eficiente tecnologías innovadoras dentro de la gestión institucional, logrando una mejora significativa en los procesos administrativos de la Unidad Educativa Ecomundo Babahoyo.

La optimización de los procesos CRM se reflejó en la automatización de actividades operativas que tradicionalmente requerían intervención manual, tales como la gestión de registros, seguimiento de solicitudes, notificaciones, consolidación de información y flujo de comunicaciones entre las diferentes áreas institucionales. Esta automatización contribuyó a reducir tiempos de respuesta, minimizar errores operativos, mejorar la trazabilidad de la información y fortalecer la capacidad de atención y seguimiento a estudiantes, representantes y personal administrativo.

Asimismo, la aplicación del marco TOGAF proporcionó una estructura metodológica sólida para alinear los procesos institucionales con los objetivos estratégicos de la organización, garantizando una adecuada integración entre la arquitectura de negocio, datos, aplicaciones y tecnología. Complementariamente, la plataforma n8n permitió materializar esta arquitectura mediante flujos automatizados que optimizaron la ejecución de procesos CRM, incrementando la eficiencia operativa y facilitando la toma de decisiones basada en información oportuna y confiable.

La evidencia cuantitativa obtenida mediante la metodología de evaluación multicriterio demuestra que la alternativa basada en TOGAF + n8n alcanzó el mayor nivel de desempeño frente a las demás opciones analizadas, consolidándose como la solución más adecuada para la optimización de procesos CRM. Este resultado confirma que la adopción de una Arquitectura Empresarial integral, apoyada por herramientas de automatización, genera mejoras sustanciales en la gestión institucional, promueve la transformación digital y fortalece la capacidad de respuesta de la organización ante las necesidades de su comunidad educativa.

En conclusión, la implementación de la propuesta no solo modernizó los procesos administrativos, sino que también estableció un modelo de gestión CRM más eficiente, escalable y orientado al servicio, contribuyendo de manera significativa a la mejora continua y a la sostenibilidad tecnológica de la Unidad Educativa Ecomundo Babahoyo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Wang, H., Smarandache, F., Zhang, Y. Q., & Sunderraman, R. (2010). *Single valued neutrosophic sets. Multispace and Multistructure*, 4, 410–413.
- [2] Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). *A design science research methodology for information systems research. Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45–77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>
- [3] Saoud, A., Lachgar, M., Hanine, M., Dhimni, R. E., Azizi, K. E., & Machmoum, H. (2025). *DecideXpert: Collaborative system using AHP-TOPSIS and fuzzy techniques for multicriteria group decision-making. SoftwareX*, 29, 102026. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2024.102026>

- [4] Garay-Silupú, E., Quito Rodríguez, C., & Rivera Abad, B. (2025). *TOGAF as an enterprise architecture framework for the integration of technologies and business strategies*. *IJCISAI*, 1(1), 78–95.
- [5] Ileana, M., Petrov, P., & Milev, V. (2025). *Advancing education management through integrated CRM solutions leveraging the scalability and efficiency of a distributed web systems architecture*. *Proceedings of the International Conference on Virtual Learning*. <https://doi.org/10.58503/icvl-v20y202532>
- [6] Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). *Design science in information systems research*. *MIS Quarterly*, 28(1), 75–105. <https://doi.org/10.2307/25148625>
- [7] Wang, H., Smarandache, F., Zhang, Y. Q., & Sunderraman, R. (2010). *Single valued neutrosophic sets*. *Multispace and Multistructure*, 4, 410–413.
- [8] Troussas, C., Krouska, A., Mylonas, P., & Sgouropoulou, C. (2025). *Personalized instructional strategy adaptation using TOPSIS: A multi-criteria decision-making approach for adaptive learning systems*. *Information*, 16(5), 409. <https://doi.org/10.3390/info16050409>
- [9] Wang, N., Ren, Z., Zhang, Z., & Fu, J. (2022). *Evaluation and Prediction of Higher Education System Based on AHP-TOPSIS and LSTM Neural Network*. *Applied Sciences*, 12(10), 4987. <https://doi.org/10.3390/app12104987>
- [10] Wang, T. C., Thu Nguyen, T. T., & Phan, B. N. (2022). *Analyzing higher education performance by entropy - TOPSIS method: A case study in Viet Nam private universities*. *Measurement and Control*. https://doi.org/10.1177_00202940221089504
- [11] Komariah Hildayanti, S., Rahmanda Putra, R., Suhandi, N., Sanmorino, A., Antony, F., Heryati, A., Deviana, H., & Gustriansyah, R. (2019). *Enterprise architecture framework selection for higher education using TOPSIS method*. *International Journal of Engineering and Technology*, 7(4), 5327-5330. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.16140>
-