

Automatización del proceso de integración académica entre SIAD y Moodle mediante N8N: estudio de caso en una universidad latinoamericana

Automation of academic integration between SIAD and Moodle using N8N: a case study in a Latin American university

Susana Patiño

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas
susana.patino.rosado@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5405-5224>
Esmeraldas – Ecuador

Javier Quiñonez

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas
javier.quinonez.quinonez@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8214-6975>
Esmeraldas – Ecuador

Junior Rojas

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas
junior.rojas.rosado@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0037-4283>
Esmeraldas – Ecuador

Néstor Quiñonez

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas
nestor.quinonez@utelvt.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9253-0134>
Esmeraldas – Ecuador

Formato de citación APA

Patiño, S., Quiñonez, J., Rojas, J. & Quiñonez, N. (2026). Automatización del proceso de integración académica entre SIAD y Moodle mediante n8n: estudio de caso en una universidad latinoamericana. Revista REG, Vol. 5 (Nº. 3), p. 6255 – 6271.

CONOCIMIENTO SIN FRONTERAS

Vol. 5 (Nº. 3). julio – septiembre 2026.

ISSN: 3073-1259

Fecha de recepción: 10-09-2026

Fecha de aceptación: 13-09-2026

Fecha de publicación: 30-09-2026



RESUMEN

La transformación digital en la educación superior ha incrementado la necesidad de integrar de forma eficiente los sistemas académicos institucionales con las plataformas de gestión del aprendizaje. El presente estudio tuvo como objetivo diseñar, implementar y evaluar un flujo automatizado de integración entre el Sistema Académico Institucional (SIAD) y la plataforma Moodle en la Universidad Técnica “Luis Vargas Torres” de Esmeraldas, empleando la herramienta de automatización n8n. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con diseño cuasi-experimental de tipo antes-después. Para la evaluación se consideraron indicadores como el tiempo total de procesamiento, el tiempo promedio por registro, el throughput del sistema, la tasa de error y el nivel de intervención humana. Los resultados evidencian una reducción del 96,8 % en el tiempo del proceso de matriculación, pasando de 13,32 horas en el esquema tradicional a aproximadamente 25,6 minutos con el flujo automatizado. Asimismo, el sistema alcanzó un throughput promedio de 6,9 matrículas por segundo y mantuvo un comportamiento estable en escenarios de alta demanda de hasta 16 412 registros por ejecución. Se concluye que la automatización mediante n8n constituye una alternativa viable, escalable y de bajo costo para la integración de sistemas académicos en instituciones de educación superior, particularmente en contextos universitarios latinoamericanos.

PALABRAS CLAVE: automatización de procesos; n8n; integración de sistemas académicos; Moodle; transformación digital educativa

ABSTRACT

Digital transformation in higher education has increased the need to efficiently integrate institutional academic systems with learning management platforms. This study aimed to design, implement, and evaluate an automated integration workflow between the Institutional Academic System (SIAD) and the Moodle platform at Universidad Técnica “Luis Vargas Torres” de Esmeraldas using the n8n automation tool. A quantitative approach with a quasi-experimental before-and-after design was applied. The evaluation considered indicators such as total processing time, average processing time per record, system throughput, error rate, and level of human intervention. The results show a 96.8% reduction in enrollment processing time, from 13.32 hours in the traditional scheme to approximately 25.6 minutes with the automated workflow. The system also achieved an average throughput of 6.9 enrollments per second and maintained stable behavior under high-demand scenarios of up to 16,412 records per execution. It is concluded that automation with n8n is a viable, scalable, and low-cost alternative for academic system integration in higher education institutions, particularly in Latin American university contexts.

KEYWORDS: workflow automation; n8n; academic system integration; Moodle; educational digital transformation

INTRODUCCIÓN

La transformación digital ha impulsado a las instituciones de educación superior a revisar y optimizar sus procesos académicos y administrativos mediante la integración de plataformas tecnológica (Siemens & Gašević, 2012; Aljawarneh, 2020). En este escenario, los Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS) y los sistemas académicos institucionales desempeñan un papel clave en la administración de la información estudiantil, la gestión curricular y el seguimiento del proceso formativo (Dougiamas & Taylor, 2003). No obstante, en muchas universidades estos sistemas continúan funcionando de manera aislada. Esta situación suele provocar redundancia de datos, ejecución repetitiva de tareas manuales y riesgos de inconsistencias en la información (Shah & Nair, 2013).

En la Universidad Técnica “Luis Vargas Torres” de Esmeraldas (UTLVTE), el proceso de matriculación y sincronización entre el SIAD y Moodle presentaba limitaciones asociadas principalmente a la intervención manual, los elevados tiempos de procesamiento y la posibilidad de errores humanos. Frente a este panorama, surgió la necesidad de implementar mecanismos de automatización que permitieran mejorar la eficiencia operativa y fortalecer la integridad de los datos.

En los últimos años, las plataformas de automatización de flujos de trabajo han emergido como una alternativa flexible para la integración de sistemas heterogéneos, permitiendo orquestar procesos mediante eventos, transformaciones de datos y servicios web (Erl, 2016; Hohpe & Woolf, 2003). Entre estas herramientas, n8n se destaca por su enfoque de automatización basada en nodos, su capacidad de integración mediante APIs y su naturaleza de código abierto, lo que la convierte en una opción viable para entornos universitarios con restricciones presupuestarias (n8n GmbH, 2024).

A pesar del creciente uso de soluciones de automatización en el ámbito empresarial, la literatura evidencia aún una limitada documentación de casos aplicados en instituciones de educación superior latinoamericanas, particularmente en procesos de integración entre sistemas académicos y plataformas LMS (Ifenthaler & Gibson, 2020; Scherer et al., 2019).

Durante los últimos años, las plataformas de automatización de workflows han emergido como alternativas flexibles para la integración de sistemas heterogéneos. Entre ellas, n8n destaca por su enfoque basado en nodos, su capacidad de integración mediante APIs y su naturaleza de código abierto, características especialmente atractivas para entornos universitarios con restricciones presupuestarias.

En este contexto, el presente estudio se propone diseñar, implementar y evaluar un flujo automatizado de integración entre el SIAD y Moodle en la UTLVTE mediante n8n, analizando su impacto en términos de eficiencia operativa y desempeño del sistema.

Como contribución principal, este trabajo presenta una arquitectura reproducible de automatización institucional, acompañada de métricas comparativas antes y después de la implementación, lo que aporta evidencia empírica para la adopción de plataformas de automatización de flujos de trabajo en el contexto de la educación superior.

La literatura reciente señala que la transformación digital en la educación superior ha favorecido la adopción de arquitecturas de integración orientadas a mejorar la eficiencia de los ecosistemas académicos (García-Peñalvo, 2021; Tlili et al., 2022). Diversos estudios coinciden en que la interoperabilidad entre plataformas LMS y sistemas institucionales es un factor crítico para garantizar la consistencia de la información y la continuidad de los procesos formativos (Rastrollo-Guerrero et al., 2021; García-Holgado et al., 2023).

En el ámbito de la automatización educativa, investigaciones previas reportan que la orquestación mediante workflows contribuye a reducir la carga operativa del personal técnico y a mejorar los tiempos de respuesta institucionales (Sarraf & Al-Shihi, 2021; Correia et al., 2022). Asimismo, el uso de servicios web y arquitecturas desacopladas ha demostrado ser una estrategia efectiva para la integración de ecosistemas LMS complejos (Marín-Díaz et al., 2022; Aldowah et al., 2022).

Sin embargo, la mayor parte de los estudios documentados se concentra en contextos europeos y norteamericanos. En América Latina aún existe evidencia empírica limitada sobre implementaciones reales de automatización institucional basadas en herramientas de código abierto (Cabero-Almenara & Valencia-Ortiz, 2022; Tlili et al., 2023). En particular, los estudios disponibles se concentran mayoritariamente en contextos europeos y norteamericanos, existiendo aún escasa evidencia empírica documentada en universidades latinoamericanas.

En este sentido, el presente trabajo aporta métricas de desempeño obtenidas en un entorno universitario latinoamericano, contribuyendo a reducir la brecha de documentación existente.

MÉTODOS MATERIALES

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con alcance aplicado y diseño cuasi-experimental de tipo antes-después. Se adoptó el estudio de caso debido a que la intervención se implementó en el contexto real de la UTLVTE.

La UTLVTE utiliza el SIAD para la gestión académica y administrativa de los estudiantes, mientras que Moodle se emplea como plataforma institucional de aprendizaje. Antes de la intervención, la sincronización entre ambos sistemas se realizaba mediante procedimientos semiautomatizados basados en archivos intermedios, lo que generaba tiempos elevados y dependencia operativa.

El SIAD cumple un rol central en la administración de la información académica, incluyendo procesos de matrícula, registro de asignaturas, gestión de usuarios y control de la trayectoria estudiantil. Este sistema constituye la fuente oficial de datos académicos de la institución, por lo que la consistencia y disponibilidad de su información resulta crítica para la operación universitaria.

La solución propuesta se implementó mediante una arquitectura de integración automatizada orientada a eventos, cuyo objetivo es sincronizar la información académica entre el Sistema Académico Institucional (SIAD) y la plataforma Moodle. Para la orquestación del flujo de datos se empleó la herramienta n8n desplegada en contenedores Docker dentro de la infraestructura institucional.

En la arquitectura definida, el SIAD actúa como sistema fuente de la información académica, mientras que Moodle versión 4.5 funciona como sistema destino para la gestión de usuarios y matriculación en cursos virtuales. El acceso a la información del SIAD se realiza mediante dos vistas de base de datos configuradas en modo de solo lectura, lo que garantiza la integridad de los datos del sistema transaccional.

El proceso de automatización se ejecuta de forma programada mediante un disparador de tipo cron con periodicidad diaria, el cual procesa en bloque las matrículas generadas durante la jornada académica. Durante la fase de extracción, n8n consulta las vistas del SIAD para obtener la información de usuarios, cursos y registros de matrícula.

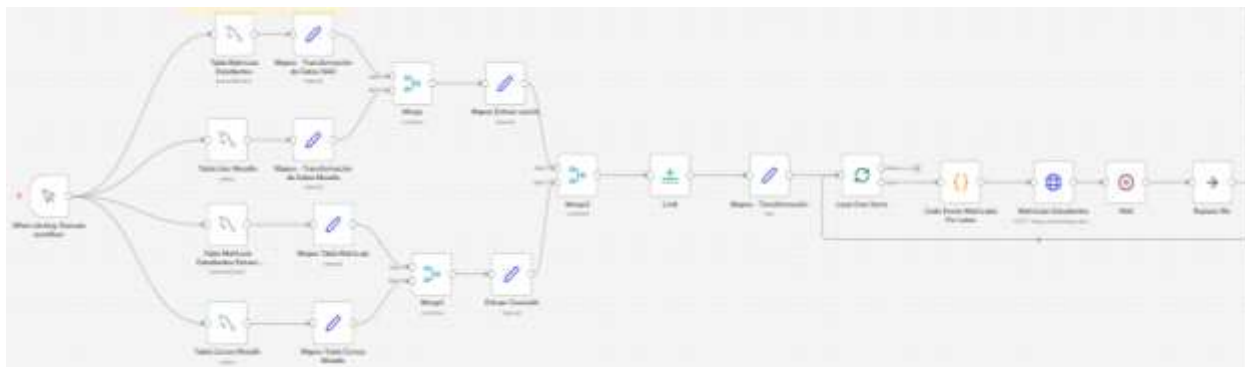
Posteriormente, los datos son sometidos a un proceso de transformación y validación para adecuarlos a la estructura requerida por Moodle. La carga de información se realiza mediante los servicios web REST de Moodle utilizando autenticación basada en token, empleando principalmente las funciones `core_user_create_users` y `core_enrol_users`. La inserción se ejecuta a nivel de registro individual, permitiendo un control granular de errores y trazabilidad del proceso.

La solución fue desplegada sobre servidores virtualizados en la nube institucional, tanto para el SIAD como para Moodle, garantizando la comunicación segura mediante protocolos HTTPS. Esta configuración permite mantener un esquema desacoplado, escalable y seguro para la integración de los sistemas académicos.

Durante las pruebas iniciales, el workflow procesó volúmenes variables de matrícula diaria, registrándose un máximo aproximado de 12 000 inscripciones en el día de mayor demanda, con un universo de aproximadamente 1 500 cursos activos. Los resultados evidencian la capacidad de la arquitectura para manejar cargas masivas en periodos críticos de matriculación.

Figura 1.

Diagrama general del workflow de matrícula de estudiantes



En la Figura 1 se presenta el diagrama general del workflow implementado en n8n.

Diseño del flujo automatizado en n8n

El flujo de automatización fue implementado en la plataforma n8n mediante un workflow modular orientado al procesamiento diario de las matrículas generadas en el Sistema Académico Institucional (SIAD). El diseño se estructuró en etapas secuenciales que permiten la extracción, transformación, validación y carga de la información en la plataforma Moodle, garantizando la trazabilidad y el control de errores en cada fase del proceso.

Evento disparador

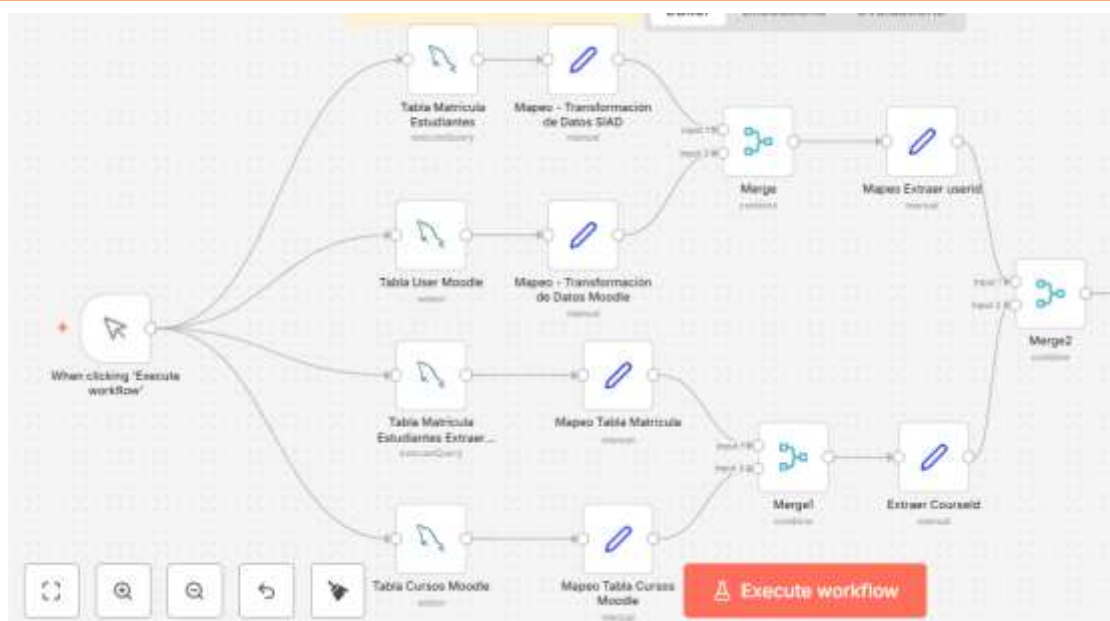
El workflow se activa mediante un nodo de tipo Cron, configurado para ejecutarse diariamente y procesar en bloque las matrículas registradas durante la jornada académica. Este enfoque permite mantener sincronizada la información entre SIAD y Moodle sin intervención manual, especialmente durante los periodos de alta demanda de matriculación.

Extracción de datos desde SIAD

La fase de extracción se realiza mediante consultas a dos vistas de base de datos del SIAD configuradas en modo de solo lectura. En esta etapa se obtienen los datos correspondientes a información de usuarios (UserId) y datos de cursos (CourseId).

Figura 2.

Extracción de datos desde SIAD



El uso de vistas garantiza la integridad del sistema transaccional y reduce el impacto sobre la base de datos operativa. Los datos extraídos son normalizados inicialmente mediante nodos de mapeo y combinados utilizando nodos de tipo Merge, con el fin de consolidar la información necesaria para el proceso de matriculación (Figura 2).

Transformación y preparación de datos

Una vez consolidada la información, el workflow ejecuta una serie de transformaciones orientadas a adecuar la estructura de los datos al formato requerido por los servicios web de Moodle (Figura 3). En esta fase se aplican: normalización de campos, validación de identificadores, preparación de estructuras JSON y control de valores nulos.

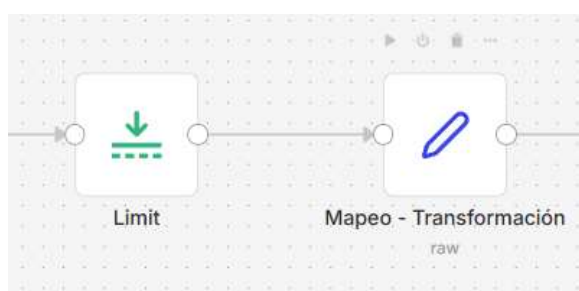


Figura 3. Transformación y preparación de datos

Adicionalmente, se implementa un nodo de Limit para controlar el volumen de registros procesados por iteración, lo que contribuye a la estabilidad del workflow en escenarios de alta carga.

Procesamiento iterativo de matrículas

El procesamiento de los registros se realiza mediante un nodo de tipo Loop Over Items, el cual permite ejecutar la carga de manera individual por cada matrícula (Figura 4). Este enfoque facilita el manejo granular de errores y la trazabilidad de cada operación, especialmente en escenarios con volúmenes elevados de registros diarios.



Figura 4. Procesamiento iterativo de matrículas

Durante esta etapa se ejecuta lógica personalizada mediante nodos de código para la verificación de la existencia previa del usuario y la preparación de los parámetros de matriculación. La carga de información en Moodle se realiza mediante llamadas a los servicios web REST autenticados por token. Además, las peticiones se envían mediante nodos HTTP configurados sobre conexión segura HTTPS, garantizando la confidencialidad de la información transmitida.

Manejo de errores y control del proceso

El workflow incorpora mecanismos de control mediante nodos de verificación, espera (Wait) y reemplazo (Replace Me), que permiten gestionar respuestas del sistema y evitar inconsistencias en la matriculación (Figura 4). Asimismo, se registran los resultados de ejecución para facilitar el monitoreo y la auditoría del proceso automatizado.

Instrumentos de evaluación

Para evaluar el desempeño de la solución propuesta se definió un conjunto de indicadores cuantitativos orientados a medir la eficiencia operativa del proceso de matriculación antes y después de la automatización mediante n8n. La información utilizada en la evaluación proviene de dos fuentes: (i) los registros históricos del modelo previo basado en Pentaho y archivos CSV correspondientes al periodo 2024-II y (ii) los logs de ejecución del workflow automatizado del periodo 2025-II.

Los indicadores de rendimiento utilizados en este estudio se basan en métricas ampliamente empleadas en la evaluación de sistemas de procesamiento y arquitecturas de integración, tales como tiempo promedio por transacción, throughput y tasa de error, las cuales permiten caracterizar la eficiencia y capacidad operativa de soluciones de procesamiento masivo (Hohpe & Woolf, 2003; Rastrollo-Guerrero et al., 2021; Marín-Díaz et al., 2022).

Tiempo total del proceso

La duración completa de la ejecución se obtuvo directamente de los logs del sistema y se define como:

$$T_{total} = t_{fin} - t_{inicio}$$

donde:

t_{inicio} : instante de inicio del workflow

t_{fin} : instante de finalización

Tiempo promedio por registro

$$t_{promedio} = T_{total} / N$$

donde $t_{promedio}$ representa el tiempo medio de procesamiento por matrícula, métrica comúnmente utilizada en la evaluación de sistemas transaccionales (Marín-Díaz et al., 2022).

Throughput del sistema

El throughput mide la capacidad de procesamiento del workflow:

$$Throughput = N / T_{total}$$

El throughput es un indicador estándar de rendimiento que mide la capacidad de procesamiento del sistema en términos de transacciones por unidad de tiempo (Hohpe & Woolf, 2003; Rastrollo-Guerrero et al., 2021).

Tasa de error

La tasa de error se calculó como:

$$Tasa\ de\ error = (N_{error} / N_{total}) \times 100$$

donde:

N_{error} : matrículas con fallo

N_{total} : matrículas procesadas

Esta métrica permite cuantificar la confiabilidad del proceso automatizado en términos de proporción de operaciones fallidas (Marín-Díaz et al., 2022).

Procedimiento de medición

Para el proceso tradicional, las mediciones se obtuvieron a partir de los tiempos operativos reportados por el equipo técnico durante la jornada de matrícula. En el caso del proceso automatizado, los datos se extrajeron directamente de los logs generados por n8n, los cuales registran el estado de ejecución, duración del workflow y número de ítems procesados.

El procesamiento automatizado se configuró mediante el nodo Loop Over Items con un tamaño de lote de 100 registros, lo que permitió controlar la carga transaccional y garantizar la

estabilidad del sistema durante las pruebas de desempeño. La comparación entre ambos enfoques se realizó mediante un análisis antes-después en condiciones reales de operación institucional.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

A partir de la aplicación de los instrumentos de evaluación definidos en la Sección 3.5, se analizaron los logs de ejecución del workflow automatizado y los registros históricos del proceso tradicional. Los resultados obtenidos permiten caracterizar cuantitativamente el comportamiento del sistema en condiciones reales de operación y medir el impacto de la automatización en el proceso de matriculación institucional.

Desempeño del procesamiento de matrículas

La Tabla 1 presenta los principales resultados obtenidos en escenarios de alta demanda.

Tabla 1

Rendimiento del workflow automatizado

Ejecución	Registros	Tiempo total (s)	Tiempo registro (s)	por Throughput (reg/s)
E1	10 372	1 396	0,135	7,43
E2	9 770	1 677	0,172	5,83
E3	16 412	2 236	0,136	7,34

Los resultados muestran que el sistema fue capaz de procesar volúmenes elevados de matrículas manteniendo tiempos de respuesta estables. El tiempo promedio por registro se situó alrededor de 0,17 s, mientras que el throughput promedio en escenarios de alta carga alcanzó aproximadamente 6,9 matrículas por segundo.

Estos valores evidencian un comportamiento cercano a la proporcionalidad lineal entre el volumen de registros y el tiempo de ejecución, lo que confirma la capacidad del workflow para operar eficientemente en periodos críticos de matriculación.

En escenarios de baja demanda, el sistema mantuvo tiempos de ejecución inferiores a 11 segundos para cargas menores o iguales a 900 registros, lo que demuestra la adaptabilidad del flujo automatizado a diferentes niveles de carga académica.

Comparación con el proceso tradicional

La Tabla 2 resume la comparación entre el proceso manual/semi-automatizado y la solución propuesta.

Tabla 2

Comparación de indicadores entre el proceso tradicional y el proceso automatizado

Indicador	Proceso tradicional	Proceso automatizado
Tiempo total	13,32 h	25,6 min
Técnicos requeridos	3	0 (monitoreo)
Tiempo por registro	No estandarizado	~0,17 s
Throughput	No disponible	6,9 reg/s
Tasa de error	0,12 %	0 %*

* Según logs analizados.

El proceso tradicional requería aproximadamente 13,32 horas de trabajo técnico distribuido entre tres especialistas, mientras que la solución basada en n8n redujo el tiempo a aproximadamente 25,6 minutos para volúmenes cercanos a 10 000 matrículas.

Aplicando la ecuación de mejora relativa:

$$\text{Mejora relativa} = ((T_{\text{tradicional}} - T_{\text{automatizado}}) / T_{\text{tradicional}}) \times 100$$

se obtuvo una reducción aproximada del 96,8 % en el tiempo de procesamiento, lo que evidencia el impacto positivo de la automatización en la eficiencia operativa institucional.

Estabilidad y confiabilidad del workflow

El análisis de los logs de ejecución mostró que las corridas evaluadas del workflow registraron estado Succeeded, lo que confirma la correcta finalización del proceso automatizado. La arquitectura implementada permitió manejar picos de hasta aproximadamente 12 000 matrículas diarias, con un máximo observado de 16 412 registros en una ejecución sin interrupciones del flujo.

Asimismo, el uso del procesamiento iterativo mediante el nodo Loop Over Items con tamaño de lote de 100 registros contribuyó a mantener la estabilidad del sistema y a facilitar el control granular de errores. Estos resultados confirman la robustez del workflow bajo condiciones reales de operación.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos son coherentes con estudios recientes que reportan mejoras significativas en la eficiencia institucional tras la incorporación de arquitecturas de automatización y workflows en entornos educativos (Sarrab & Al-Shihi, 2021; Correia et al., 2022; Marín-Díaz et al., 2022). En particular, la reducción de la intervención manual observada en este estudio coincide con lo señalado por Cabero-Almenara et al. (Cabero-Almenara & Valencia-Ortiz, 2022), quienes destacan

que la integración automatizada de sistemas académicos constituye un factor clave en los procesos de transformación digital universitaria. En el caso analizado, la disminución aproximada del 96,8 % en el tiempo total de procesamiento se explica principalmente por la eliminación de tareas manuales repetitivas, la orquestación automática de los flujos de datos y el uso de servicios web para la integración directa entre SIAD y Moodle.

Desde el punto de vista técnico, la mejora observada puede atribuirse a tres factores principales. En primer lugar, el uso de un workflow orientado a eventos permitió ejecutar el proceso de sincronización de forma programada y sin intervención humana, reduciendo los tiempos muertos asociados a la preparación manual de archivos CSV. En segundo lugar, la integración mediante servicios web REST con autenticación por token eliminó etapas intermedias de transformación manual, disminuyendo la probabilidad de errores operativos. Finalmente, el procesamiento iterativo controlado mediante el nodo Loop Over Items con tamaño de lote de 100 registros contribuyó a mantener la estabilidad del sistema incluso en escenarios de alta demanda.

La estabilidad del workflow observada en condiciones de alta carga se alinea con investigaciones sobre interoperabilidad de LMS que evidencian el impacto positivo de las arquitecturas desacopladas basadas en servicios web (Rastrollo-Guerrero et al., 2021; García-Holgado et al., 2023). No obstante, tal como advierten Aldowah et al. (Aldowah et al., 2022), la dependencia de la infraestructura tecnológica y de la disponibilidad de los servicios externos continúa siendo una limitación relevante en este tipo de soluciones, aspecto que también se confirma en el contexto analizado.

Asimismo, aunque la literatura reporta múltiples beneficios asociados a la automatización de procesos académicos, la mayoría de las implementaciones documentadas se concentran en soluciones propietarias o en contextos institucionales de países desarrollados (Aldowah et al., 2022; Tlili et al., 2023). En este sentido, el presente estudio aporta evidencia empírica sobre la viabilidad técnica y operativa de herramientas de automatización de código abierto como n8n, en una institución de educación superior latinoamericana, contribuyendo a reducir la brecha de documentación en este ámbito.

A pesar de los resultados favorables, la solución implementada presenta limitaciones que deben considerarse. El procesamiento secuencial por registro, aunque favorece la trazabilidad y el control de errores, podría convertirse en un cuello de botella ante escenarios de crecimiento exponencial de matrículas si no se incorporan mecanismos de paralelización. De igual forma, la arquitectura depende de la estabilidad de los servicios web de Moodle y de la conectividad entre los

servidores virtualizados, lo que podría afectar el desempeño ante fallas de infraestructura. Adicionalmente, al tratarse de un estudio de caso institucional, los tiempos de ejecución podrían variar en entornos con configuraciones de hardware diferentes.

En términos de replicabilidad, la solución propuesta presenta condiciones favorables para su adopción en otras instituciones de educación superior. El uso de n8n desplegado en contenedores Docker, la integración mediante APIs estándar de Moodle y el acceso al sistema académico mediante vistas de solo lectura constituyen prácticas tecnológicas ampliamente disponibles. No obstante, se recomienda ajustar parámetros como el tamaño de lote, la concurrencia del workflow y la capacidad de infraestructura según el volumen de estudiantes y la demanda operativa de cada institución.

En síntesis, la automatización mediante n8n se perfila como una alternativa viable, eficiente y escalable para la integración de sistemas académicos en educación superior; sin embargo, su desempeño óptimo dependerá de una adecuada configuración técnica y del nivel de madurez de la infraestructura tecnológica institucional.

CONCLUSIONES

El estudio permitió diseñar e implementar exitosamente un flujo automatizado de integración entre el SIAD y Moodle utilizando n8n. La solución propuesta redujo aproximadamente en un 96,8 % el tiempo del proceso de matriculación, pasando de 13,32 horas en el esquema manual/semi-automatizado a cerca de 25 minutos en el flujo automatizado. Asimismo, se eliminó la ejecución manual de archivos CSV y la dependencia directa de tres técnicos, limitando la intervención humana a tareas de monitoreo.

La automatización mejoró la oportunidad y consistencia de la información académica en la plataforma Moodle, permitiendo procesar volúmenes de hasta 16 412 matrículas por ejecución con comportamiento estable. Esto fortalece la capacidad institucional para atender periodos de alta demanda de matriculación.

La arquitectura basada en n8n desplegado en Docker, junto con la integración mediante servicios web REST de Moodle con autenticación por token y comunicación segura HTTPS, demostró ser una solución robusta, trazable y alineada con buenas prácticas de interoperabilidad entre sistemas educativos.

El enfoque propuesto presenta condiciones favorables para su adopción en otras instituciones de educación superior que utilicen sistemas académicos y plataformas LMS similares. No obstante, su rendimiento óptimo dependerá de la capacidad de infraestructura, la configuración del tamaño de lote y la gestión de la concurrencia del workflow.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alammary, A. (2024). Automation and AI in higher education processes. *IEEE Access*, 12.
- Aldowah, H., et al. (2022). Data integration challenges in LMS ecosystems. *Computers in Human Behavior Reports*, 7.
- Al-Emran, M., et al. (2022). Factors affecting adoption of e-learning systems. *Education and Information Technologies*, 27.
- Aljawarneh, A. (2020). Reviewing and exploring innovative ubiquitous learning tools in higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 32, 57–73.
- Bond, M., et al. (2021). Emergency remote teaching in higher education. *Computers & Education*, 168.
- Bond, M., & Bedenlier, S. (2023). Learning management systems in higher education. *Computers & Education Open*, 4.
- Cabero-Almenara, J., & Valencia-Ortiz, R. (2022). ICT integration in higher education. *Education and Information Technologies*, 27.
- Cabero-Almenara, J., et al. (2024). Digital competence and institutional transformation. *Education and Information Technologies*, 29.
- Correia, P. R. M., et al. (2022). Process automation in higher education. *Education Sciences*, 12(3).
- Dougiamas, M., & Taylor, P. (2003). Moodle: Using learning communities to create an open source course management system. *World Conference on Educational Multimedia*.
- Erl, T. (2016). *Service-oriented architecture: Concepts, technology, and design*. Prentice Hall.
- García-Holgado, S., et al. (2023). Interoperability architectures for educational systems. *IEEE Access*, 11.
- García-Peñalvo, F. J. (2021). Digital transformation in higher education institutions. *Education in the Knowledge Society*, 22.
- Hohpe, G., & Woolf, B. (2003). *Enterprise integration patterns: Designing, building, and deploying messaging solutions*. Addison-Wesley.
- Huang, R., et al. (2023). Smart education and digital transformation. *Smart Learning Environments*, 10.
- Ifenthaler, D. (2024). Learning analytics ecosystems. *Educational Technology Research and Development*, 72.
- Ifenthaler, D., & Gibson, D. (2020). Adoption of learning analytics in higher education. *Educational Technology Research and Development*, 68, 1301–1324.
- Marín-Díaz, F., et al. (2022). Learning analytics and automation in LMS environments. *IEEE Access*, 10.
- n8n GmbH. (2024). n8n documentation. <https://docs.n8n.io/>

- Rastrollo-Guerrero, J. L., et al. (2021). Interoperability of LMS platforms. IEEE Access, 9, 162540–162552.
- Sarrab, M., & Al-Shihi, H. (2021). Workflow automation in educational institutions. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 16(10).
- Scherer, R., Siddiq, F., & Tondeur, J. (2019). The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach. Computers & Education, 128, 13–35.
- Shah, M., & Nair, S. (2013). Quality assurance in higher education. Quality in Higher Education.
- Siemens, G., & Gašević, D. (2012). Learning and knowledge analytics. Educational Technology & Society, 15(3), 1–2.
- Tlili, A., et al. (2022). Digital transformation in education: A systematic review. Sustainability, 14.
- Tlili, A., et al. (2023). Open-source solutions for digital education. Education Sciences, 13.

CONFLICTO DE INTERÉS:

Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles

FINANCIAMIENTO

No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.

NOTA:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

