UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Tecnura

https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/issue/view/1328

DOI: https://doi.org/10.14483/22487638.24555

INVESTIGACIÓN

Inteligencia artificial aplicada a un sistema de gestión educativa mediante K-Means, análisis de texto y análisis de sentimientos

Artificial Intelligence Applied to an Educational Management System through K-Means, Text Analysis, and Sentiment Analysis

John Jairo Castro-Maldonado [1], Jennifer Andrea Londoño-Gallego [2], Esperanza Camargo Casallas [3]

Fecha de Recepción: 12 de diciembre de 2025 **Fecha de Aceptación**: 4 de noviembre de 2026

Cómo citar: J. J. Castro-Maldonado, J. A. Londoño-Gallego and E. Camargo-Casallas, «Inteligencia artificial aplicada a un sistema de gestión educativa mediante K-Means, análisis de texto y análisis de sentimientos», *Tecnura*, vol. 30, n.° 90, oct. 2026. 4–27. https://doi.org/10.14483/22487638.24555

Resumen

Objetivo: Analizar la percepción, la aceptación y la experiencia de los instructores frente a un micrositio institucional de gestión educativa desarrollado en Google Sites, mediante técnicas de inteligencia artificial orientadas a identificar perfiles de usuario, patrones semánticos y polaridad emocional, con el propósito de aportar evidencia para su mejoramiento.

Metodología: Se desarrolló un estudio de enfoque mixto, con predominio cuantitativo y alcance descriptivo-correlacional, en el que participaron 47 instructores del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), seleccionados mediante muestreo por conveniencia. Se aplicó un cuestionario de 13 ítems y se procesaron los datos mediante estadística descriptiva, análisis de correlación y segmentación K-Means. La solución de tres clústeres se examinó mediante el coeficiente de silueta. Adicionalmente, se emplearon técnicas de procesamiento del lenguaje natural, análisis semántico y clasificación de sentimientos mediante VADER sobre 28 respuestas abiertas analizables.

Resultados: Se identificaron tres perfiles de percepción —favorable, intermedio y crítico—, con diferencias relacionadas con la utilidad, la navegabilidad, la suficiencia informativa y el diseño visual. La segmentación presentó un coeficiente medio de silueta de 0,18, lo que evidencia una separación limitada entre los grupos. El análisis textual identificó oportunidades de mejora en la organización de contenidos y la usabilidad. El análisis de sentimientos clasificó el 53,6 % de las respuestas como positivas, el 42,9 % como neutrales y el 3,6 % como negativas.

Conclusiones: La integración de técnicas de inteligencia artificial permitió caracterizar tendencias diferenciadas en la experiencia de los instructores y reconocer discrepancias entre la aceptación percibida y la frecuencia de utilización. Los hallazgos proporcionan evidencia exploratoria para orientar mejoras centradas en el usuario; sin embargo, el tamaño muestral, la limitada separación de los clústeres y las restricciones del análisis de sentimientos exigen cautela en su generalización e interpretación. cautela en su generalización e interpretación.

Palabras clave: Gestión de la enseñanza, interfaz de usuario, transformación digital, correlación, análisis de texto, análisis de sentimientos.

1 Candidato a doctor en Ingeniería, doctor en educación, Magíster en Controles Industriales, Magíster en Ciencia y Tecnología de Materiales, Especialista en Práctica Pedagógica Universitaria. Ingeniero Electromecánico. Instructor del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Institución Universitaria ITM. Email: jcastrom@sena.edu.com

2 Especialista en formulación y evaluación de proyectos, Instructora del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Medellín, Colombia. Email: jealondonog@sena.edu.co.com

3 Doctora en Ingeniería. Docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Email: ecamargoc@udistrital.edu.co

Abstract

Objective: To analyze instructors' perceptions, acceptance, and experiences regarding an institutional educational management microsite developed using Google Sites through artificial intelligence techniques aimed at identifying user profiles, semantic patterns, and emotional polarity, thereby providing evidence to support its improvement.
Methodology: A mixed-methods study with a quantitative predominance and a descriptive-correlational scope was conducted involving 47 instructors from Colombia's Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), selected through convenience sampling. A 13-item questionnaire was administered, and the data were processed using descriptive statistics, correlation analysis, and K-Means clustering. The three-cluster solution was assessed using the silhouette coefficient. Additionally, natural language processing, semantic analysis, and VADER-based sentiment classification were applied to 28 analyzable open-ended responses.
Results: Three perception profiles were identified (favorable, intermediate, and critical), exhibiting differences in perceived usefulness, navigability, information sufficiency, and visual design. Clustering yielded a mean silhouette coefficient of 0.18, indicating limited separation between groups. Text analysis identified opportunities to improve content organization and usability. Sentiment analysis classified 53.6 %of responses as positive, 42.9 % as neutral, and 3.6 % as negative.
Conclusions: Integrating artificial intelligence techniques enabled the characterization of differentiated trends in instructors' experiences and revealed discrepancies between perceived acceptance and frequency of use. The findings provide exploratory evidence to guide user-centered improvements; however, the sample size, limited cluster separation, and methodological constraints of sentiment analysis warrant caution when generalizing and interpreting the results.
Keywords: Teaching management, user interface, digital transformation, correlation, text analysis, sentiment analysis.

1. Introducción

La transformación digital se ha consolidado como un eje estratégico para la optimización de los procesos educativos y administrativos en instituciones de formación técnica, tecnológica y superior. Este cambio ha impulsado la adopción de plataformas digitales orientadas a mejorar la eficiencia operativa, el acceso a la información y la gestión institucional [1]. A nivel internacional, la literatura destaca que la digitalización contribuye a fortalecer la trazabilidad académica, la comunicación interna y la toma de decisiones basada en datos, aspectos esenciales para garantizar la calidad educativa en entornos dinámicos [2]. En el contexto latinoamericano, estos procesos cobran especial relevancia debido a los desafíos asociados con la interoperabilidad de sistemas, la escasez de recursos tecnológicos y la necesidad de promover modelos de gestión más eficientes e inclusivos [3].

La adopción de herramientas tecnológicas en la gestión educativa ha sido ampliamente analizada a través de modelos como el *Technology Acceptance Model* (TAM) y la *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (UTAUT), que evidencian que la percepción de utilidad y la facilidad de uso son factores determinantes en la aceptación y el uso sostenido de tecnologías digitales en entornos académicos [4], [5]. De manera específica, estudios recientes han señalado que las plataformas web institucionales pueden mejorar la organización documental, el acceso a recursos formativos y la comunicación entre actores educativos, siempre que sus interfaces sean intuitivas y su diseño responda a las necesidades del usuario final [6], [7].

En este panorama, herramientas de creación web como Google Sites emergen como opciones accesibles, económicas y versátiles para la construcción de micrositios institucionales sin requerir conocimientos avanzados de programación. Su integración con el ecosistema Google Workspace facilita la actualización en tiempo real, la colaboración entre equipos y la administración de permisos de acceso [8]. Investigaciones recientes destacan que estas plataformas pueden ser particularmente útiles en instituciones que requieren entornos digitales ligeros, flexibles y de fácil mantenimiento para centralizar información académica y administrativa [9], [10].

La validación de herramientas digitales para la gestión educativa se ha visto fortalecida por la incorporación de algoritmos de inteligencia artificial y técnicas avanzadas de analítica de datos, que permiten caracterizar patrones de uso, perfiles de usuario y percepciones subjetivas con mayor precisión. En este contexto, el algoritmo K-Means se ha consolidado como una técnica eficaz para segmentar datos de interacción y evaluación, identificar grupos latentes de comportamiento en entornos educativos y apoyar la toma de decisiones basada en evidencia [11].

De forma complementaria, los enfoques de análisis de clases latentes (*latent class analysis*, LCA) y los apoyados en estadísticos *V-test* han demostrado su utilidad para identificar perfiles diferenciados de adopción tecnológica y competencias digitales tanto en docentes universitarios como en distintos colectivos que interactúan con tecnologías educativas o de salud digital [12], [13].

Paralelamente, el uso de librerías de procesamiento del lenguaje natural (PLN) como NLTK ha permitido explotar el potencial de las respuestas abiertas, aplicando análisis de texto y análisis de sentimientos para transformar la retroalimentación de estudiantes y docentes en insumos cuantificables orientados a la mejora continua de plataformas y módulos formativos [14]. Estudios recientes evidencian que la combinación de técnicas de *clustering*, clases latentes y análisis de sentimientos sobre comentarios cualitativos constituye una vía robusta para evaluar la experiencia de usuario, detectar oportunidades de rediseño pedagógico y orientar la evolución de los ecosistemas digitales de aprendizaje [15].

En Colombia, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) ha avanzado en procesos de innovación digital con el propósito de fortalecer la Formación Profesional Integral (FPI), un modelo que articula saberes teóricos, prácticos y actitudinales en ambientes productivos reales. La implementación de plataformas digitales de apoyo se ha convertido en un componente fundamental para la gestión académica en sus centros de formación, especialmente en áreas tecnológicas donde la demanda informativa y operativa es elevada [16].

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo analizar la percepción y la experiencia de los instructores respecto a la usabilidad, la utilidad percibida y la funcionalidad de un micrositio institucional desarrollado en Google Sites para la coordinación de Teleinformática del SENA —Centro de

Servicios y Gestión Empresarial—. Asimismo, se busca comprender de qué manera este tipo de plataformas contribuye a optimizar los procesos educativos y administrativos, aportando evidencia empírica útil para fortalecer iniciativas de transformación digital en instituciones de formación profesional técnica.

Con este propósito, se integran aportes teóricos sobre adopción tecnológica, estudios previos sobre plataformas web educativas y un análisis contextual del ecosistema institucional colombiano, con el fin de fundamentar la relevancia y la pertinencia del estudio en el marco de la gestión educativa contemporánea.

Micrositio

El micrositio desarrollado en Google Sites constituye una herramienta centralizadora diseñada para optimizar los procesos académicos y administrativos de la Coordinación Académica del SENA —Centro de Servicios y Gestión Empresarial—. Su estructura organiza los recursos en categorías funcionales que facilitan la navegación y el acceso a información clave, tales como la ejecución de la formación, la oferta cerrada, la etapa productiva, los procesos complementarios, la logística y los mobiliarios, las novedades de formación, las autorizaciones de capacitación, los tutoriales, y las actas y resoluciones.

La implementación de este micrositio cuenta con una trayectoria de tres años (2022–2025), periodo durante el cual los instructores han recurrido a este espacio para gestionar diversas solicitudes relacionadas con su labor docente. La incorporación de múltiples páginas y funcionalidades ha fortalecido la interacción de los profesionales con la herramienta y ha consolidado su uso institucional. En la figura 1 se presenta la interfaz principal del micrositio, la cual ilustra su estructura y distribución funcional.



Figura 1. *Interfaz del micrositio.*

Fuente: Autores.

A través de este entorno digital, los instructores pueden consultar procedimientos, descargar formatos institucionales, acceder a lineamientos actualizados, revisar actas de seguimiento y gestionar trámites académicos sin necesidad de intermediación presencial. La interfaz integra elementos como menús desplegables, carruseles de información y secciones temáticas que permiten una experiencia de uso intuitiva y ordenada. Asimismo, el micrositio promueve la transparencia y la trazabilidad al consolidar documentos normativos y administrativos que históricamente se encontraban dispersos en múltiples canales de comunicación.

Al funcionar como un repositorio dinámico y de actualización continua, el micrositio no solo apoya la gestión educativa, sino que se convierte en un mediador pedagógico que fortalece la autonomía del instructor y facilita la toma de decisiones oportunas. De esta manera, la plataforma se posiciona como una solución institucional estratégica que responde a los desafíos de la transformación digital en la Formación Profesional Integral (FPI), eje central del modelo educativo del SENA orientado al desarrollo de competencias técnicas, tecnológicas, ciudadanas y blandas que permiten a los aprendices desenvolverse de manera autónoma, crítica y productiva en distintos sectores laborales. La FPI se sustenta en principios de pertinencia, flexibilidad, articulación con el sector productivo y aprendizaje significativo, promoviendo escenarios formativos donde el instructor actúa como mediador y facilitador del conocimiento. Este enfoque integra dimensiones cognitivas, procedimentales y actitudinales, lo que implica una gestión educativa robusta que asegure la coherencia curricular, el seguimiento académico constante, la trazabilidad documental, el acompañamiento pedagógico y la comunicación efectiva entre instructores, aprendices y coordinaciones académicas.

En este contexto, la digitalización de procesos se vuelve indispensable. La gestión de la FPI requiere acceso oportuno a instructivos, formatos, normativas, reportes y evidencias que aseguren el cumplimiento de los lineamientos institucionales. Sin herramientas organizadas y accesibles, los instructores enfrentan sobrecarga administrativa, duplicidad de información y dificultades en la toma de decisiones académicas, especialmente en programas altamente dinámicos como los de Teleinformática y Comunicación Gráfica. Por ello, el uso de un micrositio institucional centralizado, implementado mediante Google Sites, se alinea directamente con las necesidades de modernización de la FPI al ofrecer un entorno que mejora la disponibilidad de información, estandariza los procedimientos y fortalece la articulación entre los componentes formativos, administrativos y pedagógicos. De esta manera, el micrositio se consolida como un soporte estratégico para la calidad educativa, la eficiencia institucional y la implementación efectiva de la Formación Profesional Integral en ambientes de formación híbridos y digitales.

2. Metodología

El presente estudio adoptó un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) con un diseño descriptivo-correlacional, orientado a analizar la percepción de los instructores del SENA respecto a la usabilidad,

la utilidad y la experiencia de usuario del micrositio desarrollado en Google Sites (véase la figura 2). Esta metodología permitió comprender tanto los patrones generales de comportamiento en el uso de la herramienta como las percepciones subyacentes que determinan su aceptación.

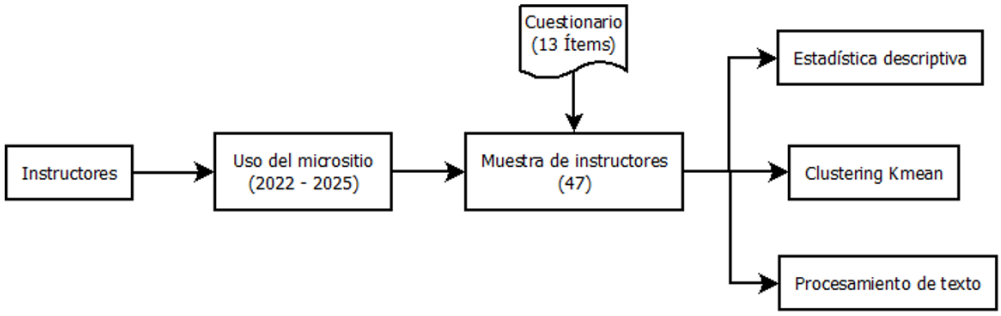


Figura 2. *Método operativo de la investigación.*

Fuente: Autores.

La población estuvo conformada por instructores vinculados a una coordinación del Centro de Servicios y Gestión Empresarial del SENA. La muestra se compuso de 47 instructores activos, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando su participación directa en los procesos de gestión académica a través del micrositio institucional.

Para la recolección de información, se diseñó un cuestionario estructurado compuesto por 13 ítems, organizados en dos secciones, cuya distribución y características se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. *Características de los ítems del instrumento de recolección de información (cuestionario).*

SECCIÓN	VARIABLES
Datos demográficos	Nivel de formación Género Antigüedad en la institución
Percepción de la herramienta	Frecuencia de acceso Facilidad de uso Utilidad del contenido Diseño visual Suficiencia informativa Experiencia general

Fuente: Autores.

Para evaluar la percepción, se utilizó una escala tipo Likert de cuatro niveles (1-4) con el fin de cuantificar los niveles de aceptación y satisfacción. Adicionalmente, se incluyó una pregunta abierta de recomendación, cuyo análisis se abordó mediante técnicas de procesamiento de texto con la librería NLTK.

Antes de su aplicación, el cuestionario se sometió al juicio de dos expertos. Cada especialista valoró los ítems según cuatro criterios (suficiencia, claridad, coherencia y relevancia) en una escala de 1 a 5, y a partir de sus observaciones se ajustó la redacción de los ítems señalados. Una vez aplicado el instrumento ($N = 47$), la consistencia interna fue alta: un alfa de Cronbach de $\alpha = 0{,}81$ (IC del 95 %, [0,71; 0,88]) para los siete ítems. Al excluir la frecuencia de uso, cuya correlación ítem-total corregida fue baja ($r = 0{,}25$), el coeficiente aumentó a $\alpha = 0{,}85$ (IC del 95 %, [0,77; 0,911]). El coeficiente omega de McDonald ($w = 0{,}84$) confirmó estos valores. En conjunto, la evidencia de validez de contenido y de confiabilidad respalda el uso del cuestionario para valorar la experiencia de los instructores con el micrositio.

Posteriormente, el cuestionario se administró de forma digital a través de Google Forms, lo que facilitó su distribución y recolección eficiente en el entorno institucional. Los datos se exportaron a Python (utilizando las librerías Pandas, Scikit-Learn y Matplotlib) para su procesamiento estadístico. En la etapa inicial se realizó una limpieza y depuración de datos, la cual constó de cuatro pasos. Primero, se verificó que la base estuviera completa: los 47 registros respondieron todas las variables cerradas y solo la pregunta abierta presentó tres respuestas vacías. Segundo, se comprobó que cada valor se encontrara dentro del rango válido. Tercero, se detectaron registros duplicados mediante la comparación de nombres (tras eliminar espacios y unificar mayúsculas); como tres participantes respondieron dos veces, los análisis se repitieron con un único registro por persona a modo de prueba de sensibilidad. Cuarto, el campo del nombre se empleó exclusivamente para dicha comprobación y se eliminó de la base definitiva para proteger la identidad de los participantes. Las variables sociodemográficas (género, nivel de formación, antigüedad, área y tipo de competencias) se trataron como categóricas y se describieron mediante frecuencias y porcentajes. El texto de la pregunta abierta recibió un tratamiento especializado, descrito en el apartado de análisis de sentimientos.

En ese sentido, se procedió a realizar un análisis exploratorio de datos para identificar correlaciones entre variables y patrones de respuesta. Para el análisis cuantitativo, se aplicaron tres niveles de tratamiento estadístico:

1.Análisis descriptivo: se calcularon medidas de tendencia central (media, moda) y dispersión (desviación estándar) para cada variable de percepción.

2.Análisis de correlación: se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson para identificar asociaciones entre las variables de usabilidad, utilidad, satisfacción general y factores demográficos. Se observaron correlaciones positivas moderadas entre la facilidad de navegación, la rapidez para encontrar información y la percepción general de satisfacción.

3.Análisis de segmentación mediante K-Means: e utilizó el algoritmo de agrupamiento K-Means para identificar perfiles de usuario a partir de las ocho variables de percepción más relevantes (antigüedad,

frecuencia de uso, navegación, información requerida, utilidad del contenido, información suficiente, interfaz y calificación global). Como las variables poseen rangos distintos, se tipificaron (puntuaciones *z*) para que todas tuvieran el mismo peso en la distancia euclidiana. Se usó el algoritmo de Hartigan y Wong (1979) con 10 configuraciones iniciales aleatorias, y se conservó la solución con la menor suma de cuadrados intragrupo. Para garantizar la reproducibilidad, el módulo fija la semilla aleatoria en 1234. El criterio de convergencia consistió en que ninguna reasignación de casos entre conglomerados redujera la suma de cuadrados intragrupo, con un máximo de 10 iteraciones. El número de conglomerados se determinó mediante el método del codo, comparando la inercia intragrupo de $k = 1$ a $k = 10$; la reducción de la inercia se atenuó a partir de $k = 3$, por lo que se retuvo una solución de tres conglomerados.

Cada grupo fue caracterizado mediante el análisis de las palabras clave extraídas de las respuestas cualitativas, lo que permitió identificar patrones de uso, valoración y expectativas de mejora.

Además del tratamiento estadístico cuantitativo, el estudio incorporó un componente cualitativo orientado a profundizar en las percepciones subjetivas de los instructores sobre el micrositio institucional. Para ello, se analizó la pregunta abierta incluida en el cuestionario, en la cual los participantes expresaron recomendaciones, dificultades percibidas y sugerencias de mejora. Este insumo narrativo permitió identificar matices y valoraciones que no pueden capturarse únicamente mediante mediciones numéricas.

El análisis cualitativo siguió un enfoque inductivo basado en codificación abierta. Inicialmente, las respuestas fueron depuradas y normalizadas mediante técnicas de procesamiento del lenguaje natural (tokenización, eliminación de stopwords y lematización). Posteriormente, se generaron nubes de palabras (word clouds) como herramienta de visualización exploratoria, empleando la biblioteca correspondiente de Python. Esta técnica permitió identificar, de manera gráfica y proporcional, los términos más recurrentes y su relevancia en el discurso de los instructores, facilitando la detección preliminar de temas dominantes.

En una fase posterior, se procedió a la codificación temática, donde se agruparon conceptos afines en categorías analíticas que sirvieron como base para interpretar los significados subyacentes. Este proceso permitió identificar seis dimensiones cualitativas principales: usabilidad, utilidad práctica, estética visual, suficiencia informativa, accesibilidad y sugerencias de mejora. Estas categorías complementaron los hallazgos cuantitativos al evidenciar matices y percepciones específicas, particularmente de usuarios que expresaban insatisfacción o demandas de mejora. Esta triangulación metodológica fortaleció la validez interpretativa del estudio, permitiendo una comprensión más profunda y holística de la experiencia de los instructores frente al micrositio institucional.

Finalmente, se realizó un análisis de sentimientos sobre las respuestas abiertas proporcionadas por los instructores, con el propósito de identificar la polaridad emocional de sus percepciones y explorar los niveles de satisfacción e insatisfacción asociados con sus experiencias. Para ello, se empleó el algoritmo VADER (*Valence Aware Dictionary and sEntiment Reasoner*), una herramienta de procesamiento del lenguaje natural basada en reglas y en un léxico de valencias emocionales que permite clasificar los textos en tres categorías: positiva, negativa y neutral. Esta clasificación se fundamenta en el cálculo de una puntuación compuesta (*compound score*), que sintetiza la polaridad global de cada respuesta y facilita la interpretación de las tendencias emocionales presentes en el discurso de los participantes.

El procesamiento de los datos textuales se desarrolló en Python 3.13, utilizando la biblioteca Pandas para la organización y depuración de la información, junto con la implementación de VADER (vaderSentiment, versión 3.3.1) para el análisis de sentimientos. Durante la fase de preprocesamiento, se eliminaron los espacios en blanco innecesarios y se excluyeron 19 de las 47 respuestas recopiladas debido a que no contenían información textual pertinente para el análisis: tres registros vacíos, tres respuestas constituidas únicamente por signos de puntuación y trece expresiones sin contenido descriptivo suficiente, como «ninguna», «N/A» y «no». Como resultado, se conformó un corpus definitivo de 28 respuestas, integrado por 648 palabras, con una extensión promedio de 23,1 palabras por respuesta, una mediana de 15 palabras y un rango comprendido entre 2 y 71 palabras.

La tokenización se efectuó mediante los procedimientos internos de VADER, que segmentan el texto a partir de los espacios en blanco y eliminan los signos de puntuación ubicados en los extremos de los *tokens*, preservando elementos lingüísticos relevantes como contracciones y emoticonos. La normalización se restringió a la conversión de los *tokens* a minúsculas durante su consulta en el léxico de sentimientos, sin modificar el texto original. Asimismo, se conservaron las palabras vacías (*stopwords*) y se prescindió de técnicas de lematización y reducción morfológica (*stemming*), con el fin de mantener las características lingüísticas necesarias para la interpretación contextual de las expresiones. Esta decisión metodológica respondió al funcionamiento de VADER, que incorpora reglas específicas para reconocer negaciones, intensificadores, uso de mayúsculas y signos de exclamación, elementos que pueden modificar la intensidad y orientación de la polaridad emocional. Finalmente, las valencias identificadas en cada respuesta se integraron mediante una función de normalización que generó una puntuación compuesta en el intervalo [-1, +1], donde los valores negativos indican una tendencia desfavorable, los positivos reflejan una orientación favorable y los cercanos a cero representan una polaridad neutral o de baja intensidad.

3. Resultados

En este apartado se presentan los principales hallazgos del análisis realizado al micrositio de gestión educativa, con el propósito de evaluar la percepción de los instructores del SENA respecto a su funcionamiento y utilidad. El estudio se orientó a comprender cómo los instructores vinculados a la coordinación

interactúan con esta herramienta digital desarrollada en Google Sites, así como a identificar su nivel de valoración frente a la usabilidad y el apoyo que ofrece para los procesos de gestión educativa y de formación profesional integral.

Para ello, se aplicó un cuestionario a 47 instructores, cuyos datos permitieron estructurar una base con 13 variables que integran tanto información demográfica —nivel de formación, género y antigüedad en la institución— como preguntas específicas relacionadas con la experiencia de usuario. Estas variables clave se centraron en aspectos como:

Frecuencia de uso: ¿Con qué regularidad acceden al micrositio?
Usabilidad: ¿Qué tan fácil les resulta navegar y encontrar información?
Utilidad y suficiencia: ¿El contenido es relevante y suficiente para sus actividades formativas?
Diseño: ¿La interfaz les parece visualmente atractiva?
Experiencia general: ¿Cómo calificarían su experiencia en general?

Por otro lado, para el análisis cuantitativo se llevó a cabo un proceso de etiquetado de las variables, lo cual permitió organizar y estructurar la información para su tratamiento estadístico. Los resultados derivados de este procedimiento se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. *Etiquetado de los datos de las variables definidas a partir del instrumento de recolección de información.*

PREGUNTA	ETIQUETA	ETIQUETAS DE RESPUESTAS
¿Cuánto tiempo lleva con la institución SENA?	Antigüedad	1 año – 5 años => 1; 5 años – 10 años => 2; 10 años – 15 años => 3; mayor de 15 años => 4
¿Con qué frecuencia accede al micrositio para la gestión educativa?	Frecuencia	Menos de una semana => 1; una vez por semana => 2; varias veces por semana => 3; todos los días => 4
¿Qué tan fácil le resulta navegar por el micrositio?	Dificultad	Difícil => 1; Fácil => 2; Muy fácil => 3
¿Encuentra la información que necesita de manera rápida y organizada?	Información requerida	Rara vez => 1; A menudo => 2; Siempre => 3
¿Qué tan útil considera el contenido proporcionado en el micrositio para su	Utilidad	Poco útil => 1; útil => 2; Muy útil => 3
¿El micrositio le ofrece información suficiente para realizar sus actividades dentro la FPI?	Suficiente información	Alguna => 1; Suficiente => 2; si, todo lo necesario => 3
¿Encuentra que la interfaz del micrositio es visualmente atractiva?	Interfaz	Poco atractiva => 1; Atractiva => 2; muy atractiva => 3
En general, ¿Cómo calificaría su experiencia utilizando el micrositio para la FPI?	Calificación	1 - 4

Fuente: Autores.

El esquema de codificación presentado en la tabla 2 permitió convertir las respuestas categóricas del cuestionario en valores numéricos comparables, lo que facilitó la aplicación de técnicas estadísticas descriptivas y multivariadas. Esta estandarización fue particularmente relevante para identificar tendencias en la percepción de los instructores, dado que posibilitó analizar de manera sistemática la frecuencia de uso, la valoración de la información disponible, la utilidad percibida y la calidad de la experiencia general con el micrositio. Asimismo, el diseño de escalas ordinales permitió evaluar gradientes de satisfacción y facilidad de uso, elementos esenciales para interpretar el nivel de aceptación de la herramienta digital dentro de los procesos de gestión educativa y de formación profesional integral.

En ese sentido, los resultados descriptivos evidencian una valoración moderada por parte de los instructores sobre las diferentes dimensiones del micrositio. En cuanto a la frecuencia de uso, los resultados ($M = 2,23$) indican que los usuarios interactúan de manera continua con la plataforma. Las dimensiones asociadas a la experiencia de navegación y acceso a la información presentan valores cercanos al punto medio de la escala: navegación ($M = 2,17$), información requerida ($M = 2,19$) e información suficiente ($M = 2,02$), lo que sugiere oportunidades de mejora en la organización y claridad del contenido. Asimismo, la utilidad del contenido muestra una media ligeramente superior ($M = 2,53$), indicando que los instructores perciben un aporte funcional relevante para sus actividades. La interfaz obtiene uno de los puntajes más bajos ($M = 1,74$), reflejando una menor satisfacción con la presentación visual y la usabilidad del micrositio. Finalmente, la calificación general alcanza una media de 3,51, posicionándose como la valoración más alta del conjunto, lo que sugiere una percepción global favorable pese a las áreas susceptibles de optimización (véase la Tabla 3).

Tabla 3. *Estadística descriptiva de las variables.*

	ANTIGÜEDAD	FRECUENCIA	NAVEGACIÓN	INFORMACIÓN REQUERIDA	UTILIDAD DEL CONTENIDO	INFORMACIÓN SUFICIENTE	INTERFAZ	CALIFICACIÓN
N	47	47	47	47	47	47	47	47
Media	2.36	2.23	2.17	2.19	2.53	2.02	1.74	3.51
Mediana	2	2	2	2	3	2	2	4
Desviación estándar	1.09	0.840	0.601	0.576	0.546	0.608	0.642	0.621
Mínimo	1	1	1	1	1	1	1	2
Máximo	4	3	3	3	3	3	3	4

Fuente: Autores.

3.1. Análisis preliminar de correlación

Se realizó un análisis de correlación para entender la relación entre las diferentes variables. La figura 3 presenta la matriz de correlaciones entre los principales indicadores evaluados en el cuestionario. En general, se observa una tendencia a correlaciones positivas de magnitud baja a moderada entre la

mayoría de los indicadores. La calificación general del micrositio muestra asociaciones relevantes con variables como la interfaz ($r = 0,55$), la utilidad del contenido ($r = 0,59$) y la información suficiente ($r = 0,49$), lo que sugiere que estos elementos inciden de manera directa en la percepción global del micrositio por parte de los instructores. Asimismo, la navegación evidencia correlaciones consistentes con la información requerida ($r = 0,66$) y la utilidad del contenido ($r = 0,61$), indicando una relación estrecha entre la experiencia de desplazamiento dentro del sitio y la calidad de la información disponible. Por su parte, variables como la frecuencia de uso y la antigüedad presentan correlaciones muy bajas o cercanas a cero con la mayoría de los indicadores, lo que sugiere que el tiempo de vinculación del instructor en la entidad no condiciona el uso de la herramienta, lo que evidencia una fácil adopción tecnológica. Estos resultados permiten identificar las dimensiones con mayor impacto en la satisfacción de los usuarios.

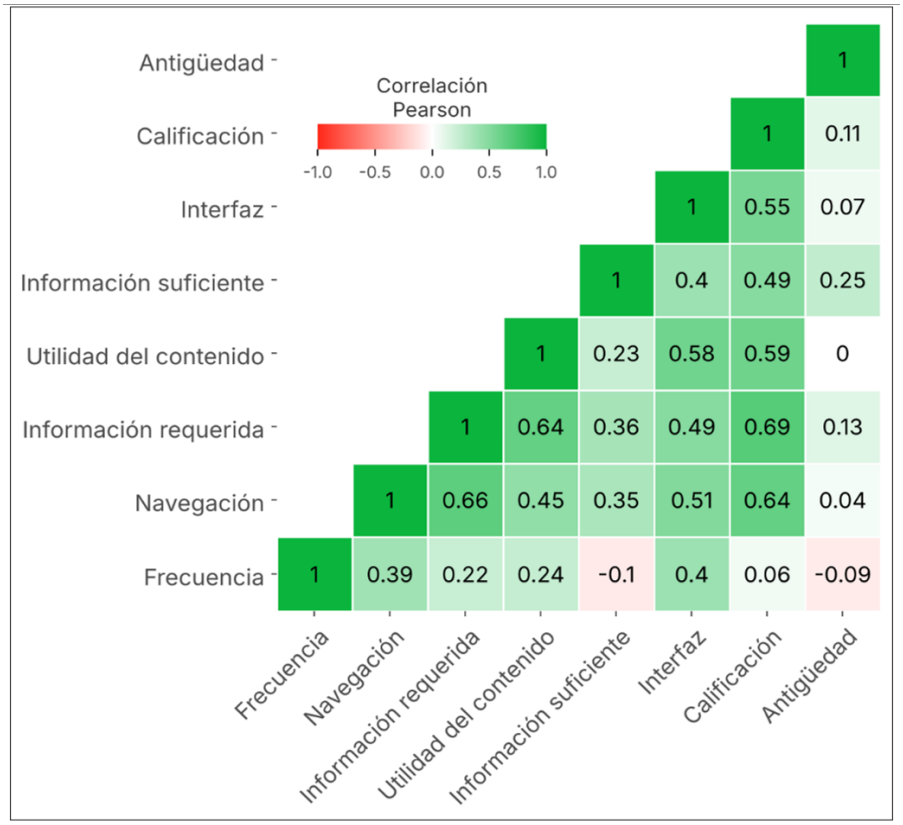


Figura 3. *Matriz de correlación de Pearson.*

Fuente: Autores.

3.2. Segmentación de usuarios mediante análisis de clústeres

Tras el análisis de correlaciones entre las variables más representativas del instrumento, se procedió a realizar un proceso de segmentación mediante el algoritmo K-Means. Para determinar el número adecuado de clústeres, se aplicó el método del codo (véase la figura 4), el cual evidenció una disminución

abrupta de la inercia hasta el tercer clúster y un comportamiento más estable a partir de ese punto. Con base en esta inflexión, se determinó que el número óptimo de conglomerados es $k = 3$, lo que permite una partición equilibrada y coherente con la estructura interna de los datos.

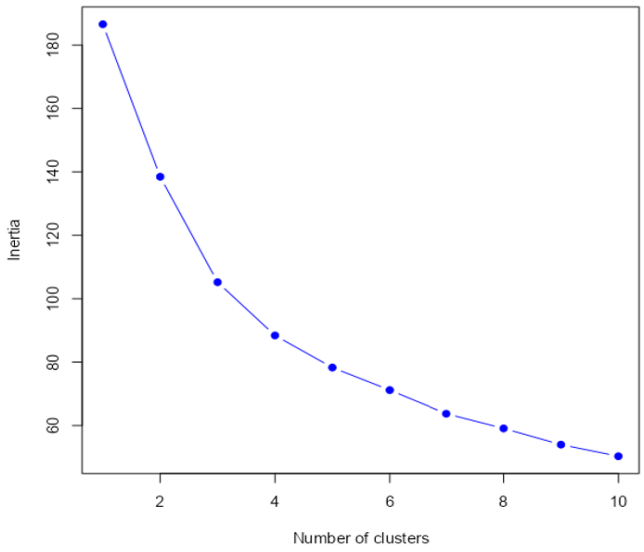


Figura 4. *Método del codo para determinar el número óptimo de CLÚSTERS.*

Fuente: Autores.

La figura 5 muestra la distribución tridimensional, proyectada en dos componentes principales, de los clústeres identificados mediante el algoritmo K-Means. Se observa una separación clara entre los tres grupos, lo cual confirma la validez de la segmentación obtenida. El clúster 1 (en azul) agrupa a un conjunto de participantes con patrones de respuesta más homogéneos y concentrados hacia valores intermedios. El clúster 2 (en gris) presenta una dispersión moderada y se posiciona en una región diferenciada que sugiere características particulares respecto a las demás agrupaciones. Finalmente, el clúster 3 (en amarillo) corresponde al grupo más amplio y heterogéneo, ubicándose hacia valores más extremos en la primera dimensión, lo que indica una mayor variabilidad en sus respuestas. La separación visual y la estructura poligonal de cada grupo respaldan la pertinencia de la solución con tres conglomerados, previamente determinada mediante el método del codo.

Para valorar la calidad de la solución de tres conglomerados, se calculó el coeficiente de silueta de cada participante (Rousseeuw, 1987). Este coeficiente compara la distancia media de un caso a los miembros de su propio conglomerado con la distancia media al conglomerado más próximo, y varía entre -1 y +1: los valores cercanos a +1 indican que el caso está bien asignado; los cercanos a 0, que se sitúa en la frontera entre dos conglomerados; y los negativos, que probablemente pertenece a otro grupo. La figura 6 presenta los coeficientes de los 47 participantes, agrupados por conglomerado y ordenados de mayor a menor, junto con el ancho medio de silueta de la solución (0,18). Todos los coeficientes fueron positivos,

pero ninguno superó 0,33. El conglomerado de valoración baja fue el más cohesionado (silueta media = 0,21; *n* = *17*), seguido del de valoración alta (0,19; *n* = 13) y del de valoración intermedia (0,14; *n* = *17*).

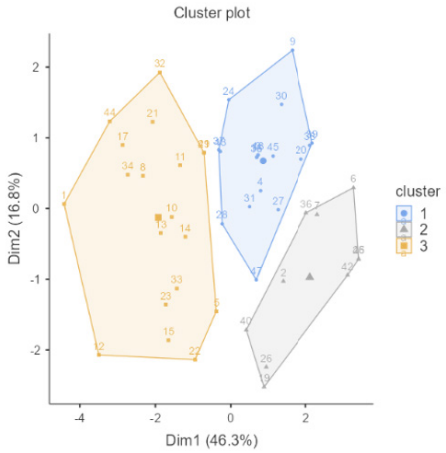


Figura 5. *Distribución de Clústeres en dos componentes principales.*

Fuente: Autores.

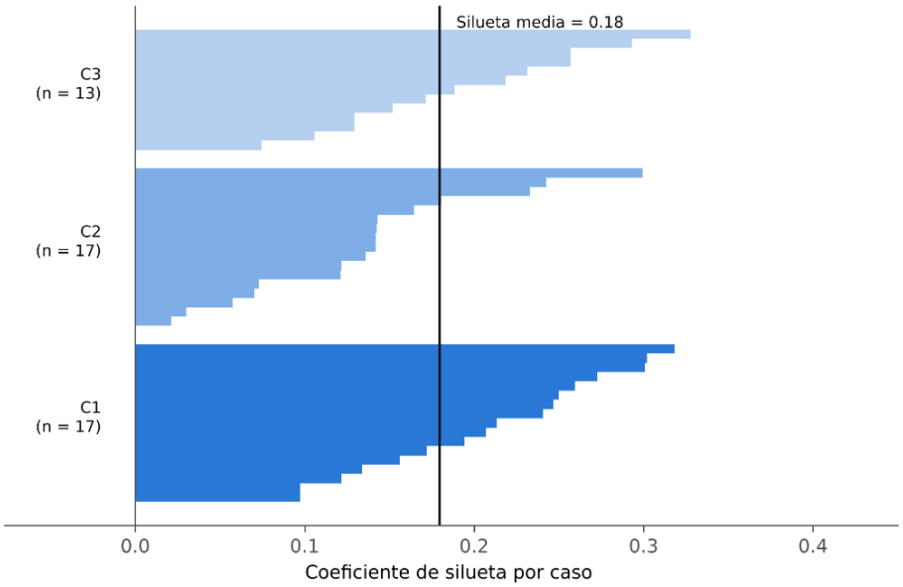


Figura 6. *Coeficientes de silueta por participante en la solución K-medias de tres conglomerados (N = 47). Cada barra representa un participante; la línea vertical indica el ancho medio de silueta (0,18).*

Fuente: Autores.

Este patrón indica que las valoraciones varían de forma gradual y no en grupos discretos. Tres condiciones del estudio contribuyen a ello: el tamaño de la muestra (*N* = 47), el uso de ítems ordinales con tres o cuatro categorías, que limita la variabilidad entre casos, y la alta correlación entre los ítems de

valoración (α = 0,85), que hace que los participantes se distribuyan sobre un mismo continuo. Por tanto, los perfiles son útiles para describir tendencias en la experiencia de los instructores y orientar mejoras del micrositio, pero no permiten afirmar la existencia de tipologías estables de usuarios.

La figura 7 presenta el perfil promedio de las variables evaluadas para cada uno de los tres clústeres identificados mediante el análisis K-Means. El clúster 1 (azul) muestra valores cercanos al punto medio en la mayoría de las dimensiones, destacándose por una mejor percepción en la utilidad del contenido y en la calificación, aunque con menor valoración en la información suficiente. El clúster 2 (gris) exhibe consistentemente los puntajes más altos en todas las variables, lo que indica un grupo de usuarios con una experiencia significativamente más positiva respecto al micrositio. En contraste, el clúster 3 (amarillo) presenta valores negativos en la mayor parte de las dimensiones analizadas, evidenciando un patrón de insatisfacción general, particularmente marcado en la información suficiente, la interfaz y la calificación. Estos contrastes permiten diferenciar de manera clara tres perfiles de percepción: usuarios altamente satisfechos, usuarios moderadamente satisfechos y usuarios con percepciones críticas del micrositio.

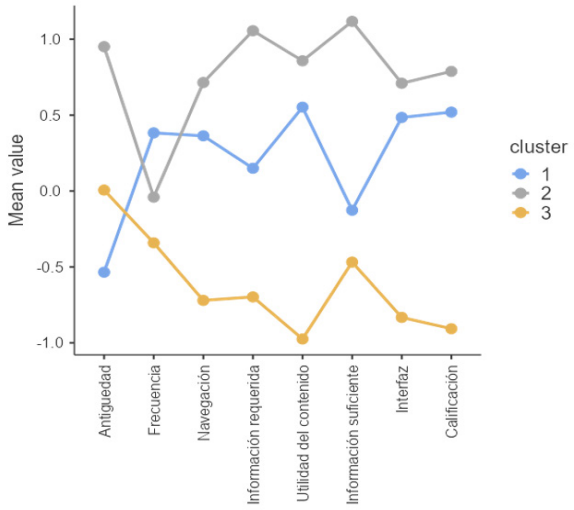


Figura 7. *Promedio de variables evaluadas.*

Fuente: Autores.

La figura 8 muestra el círculo de correlaciones del análisis de componentes principales (PCA), que permite visualizar la contribución y la dirección de las variables evaluadas respecto a las dos dimensiones principales, las cuales explican conjuntamente el 65,1 % de la varianza total del sistema. La dimensión 1 (46,3 %) está fuertemente asociada con variables como la información requerida, la utilidad del contenido, la información suficiente, la interfaz y la calificación, todas orientadas en la misma dirección y con vectores de magnitud considerable, lo que indica una relación positiva y coherente entre estos

constructos. En contraste, la frecuencia de uso muestra una orientación opuesta sobre esta dimensión, evidenciando un comportamiento diferenciado frente al resto de indicadores. La dimensión 2 (18,8 %), por su parte, está influenciada principalmente por la antigüedad, cuya dirección y magnitud sugieren que esta variable aporta información específica no compartida con el resto de las componentes. En conjunto, la representación gráfica confirma la estructura interna del instrumento y respalda la segmentación previa al evidenciar patrones de asociación consistentes entre las variables.

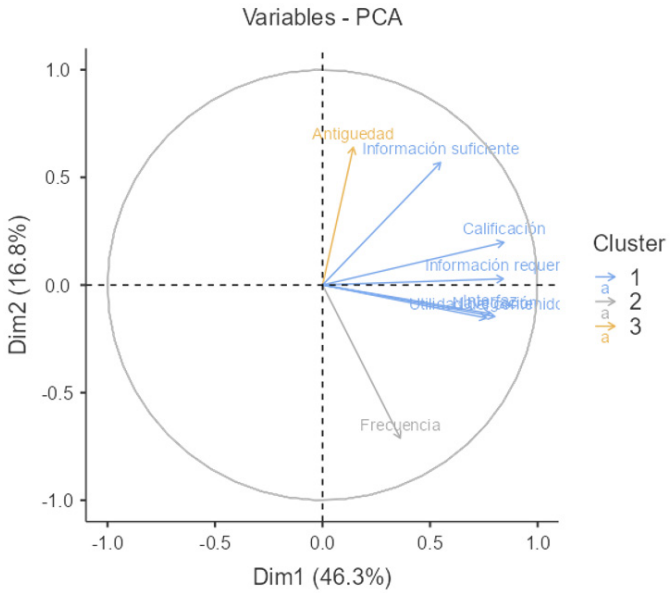


Figura 8. *Círculo de correlaciones.*

Fuente: Autores.

La figura 9 presenta el mapa de calor del *V-test* aproximado, que permite identificar las variables más significativas en la caracterización de cada uno de los tres clústeres obtenidos mediante el análisis de segmentación. En el clúster 2, destacan valores positivos en antigüedad, suficiencia de la información y calificación del micrositio, mientras que la frecuencia muestra una contribución negativa marcada, lo que sugiere que los usuarios con mayor tiempo en la entidad tienen menor recurrencia de acceso. El clúster 3 se caracteriza por puntuaciones negativas en la mayoría de las variables, especialmente en dificultad, utilidad, interfaz y calificación, evidenciando un grupo con percepciones críticas y niveles de satisfacción considerablemente bajos. Por su parte, el clúster 1 presenta valores positivos en frecuencia, dificultad, información requerida, utilidad y calificación, lo que indica un patrón asociado a usuarios que interactúan con mayor frecuencia y reportan experiencias más favorables. Esta representación permite diferenciar claramente las variables que explican la pertenencia a cada clúster y refuerza la validez de la segmentación realizada.

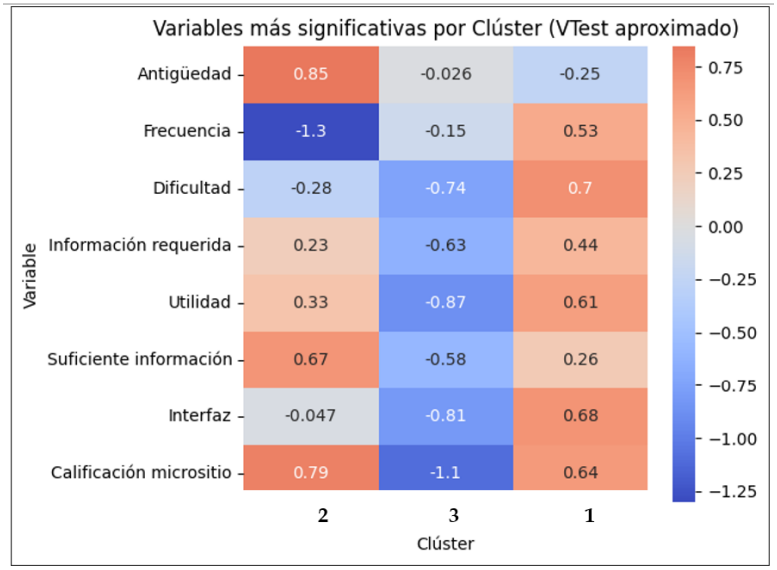


Figura 9. *Mapa de calor del V – Test aproximando.*

Fuente: Autores.

La tabla 4 muestra la distribución de los participantes en cada uno de los clústeres identificados mediante el análisis K-Means. El clúster 3 agrupa el mayor número de sujetos ($n = 19$), seguido del clúster 1 con 18 participantes. Por su parte, el clúster 2 concentra el grupo más reducido ($n = 10$). Esta distribución evidencia una segmentación equilibrada, con tamaños de grupo suficientemente representativos para el análisis comparativo de perfiles, lo que contribuye a la robustez e interpretabilidad del modelo de agrupamiento.

Tabla 4. *Estadística descriptiva de las variables.*

CLÚSTER	CANTIDAD DE SUJETOS
Clúster 1	18
Clúster 2	10
Clúster 3	19

Fuente: Autores.

3.3. Análisis cualitativo con Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN)

La figura 10 presenta la nube de palabras construida a partir de las respuestas a la pregunta abierta: «¿Tiene alguna recomendación específica para optimizar su experiencia en el micrositio?». Los términos de mayor tamaño —como *información*, *enlace*, *opciones*, *sitio*, *cada* y *aprendiz*— reflejan los conceptos más recurrentes entre los participantes. Estos resultados sugieren que las principales preocupaciones y recomendaciones están asociadas a la mejora en la organización y accesibilidad de la información, la

optimización de los enlaces de navegación y la ampliación o el ajuste de las opciones disponibles en el micrositio. Asimismo, aparecen términos relacionados con la usabilidad y la experiencia del usuario, como *mejorar*, *organización*, *herramienta* e *intuitiva*, lo cual evidencia la necesidad de fortalecer los elementos de diseño y funcionalidad. En conjunto, estas respuestas cualitativas complementan los análisis cuantitativos previos, aportando una perspectiva más detallada sobre las expectativas y sugerencias de los instructores.

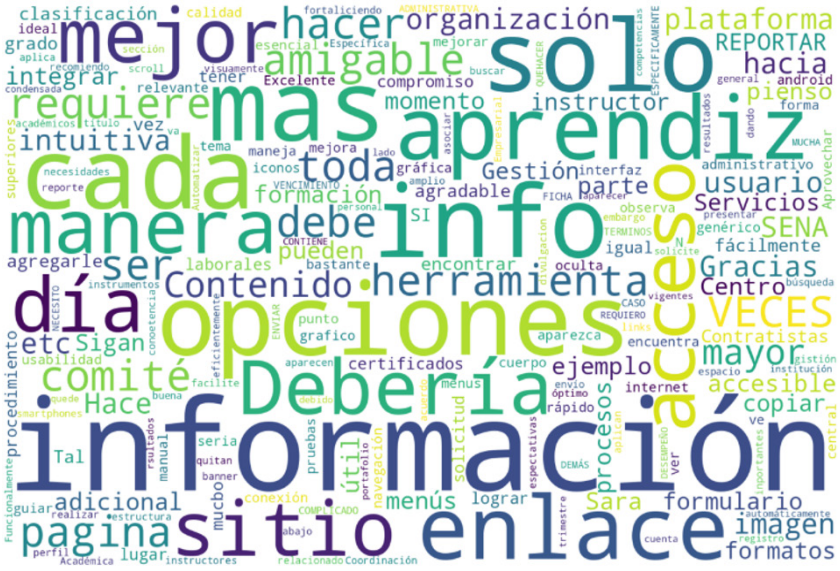


Figura 10. *Nube de palabras generada a partir de las respuestas a la pregunta abierta.*

Fuente: Autores.

La figura 11 presenta el dendrograma resultante del análisis jerárquico de las palabras más frecuentes en las respuestas a la pregunta abierta sobre recomendaciones para optimizar el micrositio. La estructura del dendrograma evidencia la formación de varios conglomerados semánticos que reflejan patrones recurrentes en las percepciones de los instructores. Un primer grupo agrupa términos como *herramienta*, *información* y *formatos*, lo que sugiere que una parte importante de las recomendaciones se orienta a mejorar la organización y disponibilidad de los contenidos. Otro clúster reúne palabras relacionadas con la usabilidad, como *opciones*, *requiere*, *amigable* y *acceso*, indicando la necesidad de una interfaz más intuitiva y accesible. Un tercer grupo incorpora términos asociados a procesos administrativos y académicos, como *comité*, *instructor*, *gestión* y *aprender*, que reflejan solicitudes para optimizar tareas operativas realizadas a través del micrositio. Finalmente, se observan agrupaciones menores relacionadas con aspectos de navegación, agradecimiento o detalles específicos del diseño (*enlaces*, *solo*, *hace*, *info*, *página*). En conjunto, este análisis evidencia temas comunes en las recomendaciones, reforzando los hallazgos derivados de la nube de palabras y del análisis cualitativo previo.

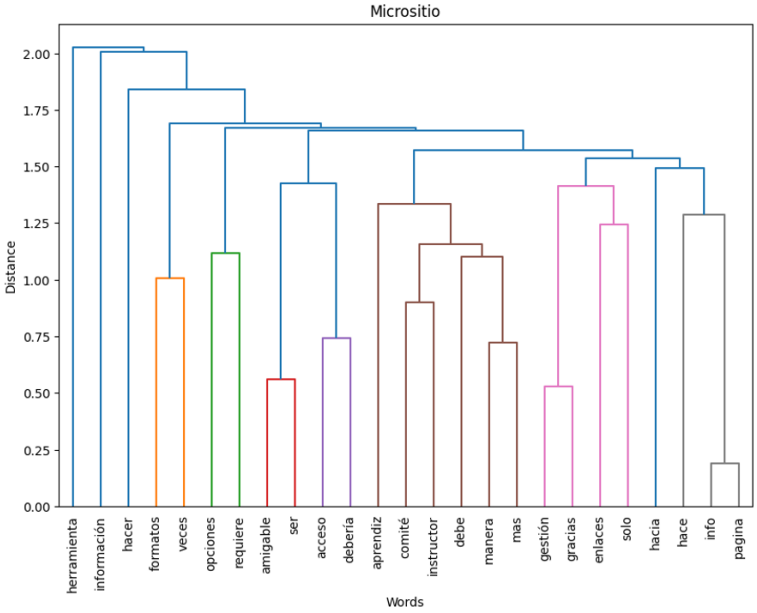


Figura 11. *Dendrograma generado a partir de las respuestas a la pregunta abierta.*

Fuente: Autores.

Finalmente, la figura 12 presenta la distribución del puntaje compuesto de sentimiento obtenido con VADER en los comentarios abiertos de los instructores, con el propósito de comprender la tonalidad predominante de sus apreciaciones. De los 47 comentarios, 19 no tenían contenido analizable («ninguna», «N/A», respuestas vacías), por lo que el análisis se centró en 28 respuestas. De ellas, 15 se clasificaron como positivas (53,6 %), 12 como neutras (42,9 %) y una como negativa (3,6 %). El puntaje compuesto medio fue de 0,29 (DE = 0,34; Mdn = 0,29) y resultó significativamente mayor que cero (prueba de Wilcoxon, $p < 0{,}001$). La distribución muestra dos grupos: uno en torno a cero, formado por propuestas redactadas en tono descriptivo, y otro positivo, entre 0,4 y 0,6, en el que los instructores combinaron elogios hacia la herramienta con sugerencias de mejora. El único comentario negativo se refirió a una falla técnica en la descarga de formatos. Este patrón indica que los instructores formularon sus apreciaciones en un tono constructivo, orientado más a proponer mejoras que a expresar inconformidad. No obstante, el puntaje de sentimiento no se asoció con la calificación global del micrositio (p = 0,02; p = 0,91), lo que sugiere que el tono del texto refleja el carácter propositivo de la pregunta más que el grado de satisfacción. Para el análisis de sentimientos, los comentarios abiertos se tradujero del español al inglés de forma literal, sin corregir errores ni suavizar el tono, y se conservaron las mayúsculas y los signos de puntuación del texto original.

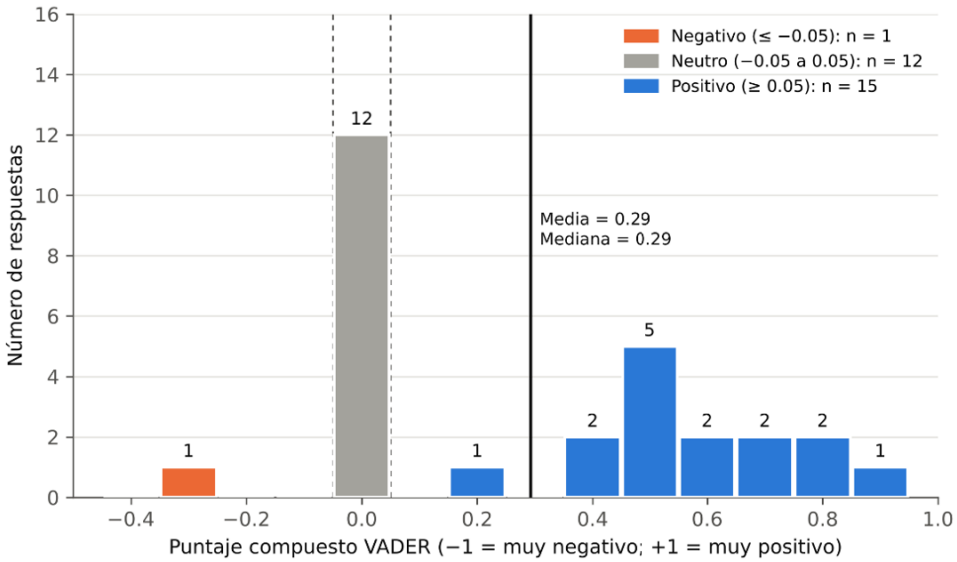


Figura 12. *Distribución del puntaje compuesto VADER en las respuestas abiertas de los instructores (n = 28). Las líneas discontinuas marcan los umbrales de neutralidad (±0,05) y la línea continua, la media.*

Fuente: Autores.

3.4. Patrones transversales identificados

Clúster 1: Usuarios moderadamente satisfechos con énfasis en la funcionalidad (n = 18)

El clúster 1 se caracteriza por instructores que presentan valoraciones intermedias en la mayoría de las variables evaluadas. Estos usuarios perciben adecuadamente la utilidad del micrositio y reportan niveles aceptables de información requerida y navegación, aunque expresan reservas respecto a la suficiencia de la información disponible. En el análisis de componentes principales (PCA), este grupo se ubica cerca del punto medio de la dimensión 1, lo que indica una percepción equilibrada del instrumento, sin extremos positivos ni negativos.

En las respuestas abiertas, los participantes de este clúster tienden a sugerir ajustes graduales, como mejorar la organización del contenido, hacer la navegación más intuitiva o realizar pruebas de usabilidad; sin embargo, también reconocen que la herramienta es funcional y útil para los procesos académicos. En conjunto, este perfil representa a usuarios que valoran positivamente el micrositio, pero identifican oportunidades específicas de mejora sin expresar niveles significativos de insatisfacción.

Clúster 2: Usuarios altamente satisfechos y con experiencia positiva consolidada (n = 10)

El clúster 2 corresponde al grupo con las puntuaciones más altas en prácticamente todas las dimensiones del micrositio, lo que refleja una experiencia de uso claramente positiva. Los valores del *V-test*

muestran fuertes cargas positivas en variables como la utilidad del contenido, la información requerida, la suficiencia de la información, la interfaz y la calificación general. En el PCA, estos participantes se ubican en la región asociada a altos niveles de percepción favorable, destacándose por la consistencia entre los diferentes aspectos evaluados.

Las respuestas cualitativas asociadas a este grupo se centran en comentarios como «excelente herramienta», «muy intuitiva», «se observa mejora continua» o, simplemente, «ninguna recomendación». Se trata de usuarios que encuentran que el micrositio satisface sus necesidades, perciben una buena evolución de la plataforma y no consideran necesarios cambios significativos. Este clúster representa a instructores con confianza en el sistema, familiaridad con su funcionamiento y una experiencia integralmente positiva.

Clúster 3: Usuarios críticos con énfasis en problemas de accesibilidad, organización y carga operativa (n = 19)

El clúster 3 concentra a los usuarios con percepciones menos favorables, evidenciando puntajes negativos o bajos en variables como la navegación, la suficiencia de la información, la interfaz y la calificación general. Este grupo refleja mayores dificultades en la interacción con el micrositio, lo cual coincide con las cargas negativas observadas en el PCA y las salidas del *V-test*, que muestran aportes relevantes de variables relacionadas con la experiencia del usuario y la complejidad de las tareas.

A nivel cualitativo, estos instructores expresan recomendaciones más críticas: mejorar la visibilidad de los contenidos, reorganizar el cuerpo de la página, integrar enlaces institucionales, simplificar la presentación de formatos, automatizar procesos como el reporte de aprendices y reducir los reprocesos administrativos. También mencionan problemas en la descarga de formatos, dificultad para ubicar opciones relevantes e inconformidades con la estética y la intuitividad de la interfaz. Este grupo representa a usuarios que interactúan frecuentemente con el micrositio, pero experimentan frustraciones derivadas de su estructura actual, lo que genera una percepción global menos favorable.

4. Conclusiones

El análisis de clústeres permitió identificar patrones diferenciados de percepción y utilización del micrositio desarrollado en Google Sites, en correspondencia con el objetivo de caracterizar su aceptación entre los instructores. Los resultados evidenciaron una valoración predominantemente favorable en términos de utilidad, facilidad de uso y suficiencia informativa, en concordancia con los factores asociados a la adopción tecnológica descritos en la literatura [17], [18]. Sin embargo, la heterogeneidad observada entre los segmentos revela que la aceptación percibida no constituye necesariamente un indicador de apropiación tecnológica sostenida. Este hallazgo aporta una perspectiva analítica sobre la evaluación de

herramientas digitales institucionales, al evidenciar la importancia de trascender las valoraciones globales de satisfacción e incorporar las particularidades de los diferentes perfiles de usuario.

La caracterización de los clústeres permitió reconocer diferencias relevantes en las dimensiones que condicionan la experiencia de interacción con el micrositio. Mientras que el clúster 2 presentó valoraciones favorables de su funcionalidad, consistentes con factores de aceptación tecnológica documentados en investigaciones previas [19], los clústeres 1 y 3 evidenciaron oportunidades de mejora relacionadas con el diseño visual, la navegabilidad y la pertinencia del contenido, particularmente acentuadas en el clúster 3. Estos resultados son coherentes con estudios que destacan la importancia de la usabilidad y la experiencia de usuario en la aceptación de plataformas educativas digitales [20]. Desde una perspectiva crítica, esta diferenciación sugiere que la funcionalidad informativa y la satisfacción estética constituyen dimensiones complementarias, cuya valoración puede variar entre segmentos. En consecuencia, los hallazgos respaldan la pertinencia de implementar estrategias de optimización diferenciadas, orientadas a responder a las necesidades específicas de los usuarios y no exclusivamente a indicadores agregados de satisfacción.

Un hallazgo particularmente relevante fue la identificación de instructores con percepciones favorables del micrositio, pero con una frecuencia reducida de utilización, especialmente en el clúster 2. Esta discrepancia permite cuestionar la correspondencia entre aceptación declarada y uso sostenido, en consonancia con investigaciones que reconocen la influencia de factores contextuales y organizacionales en los procesos de adopción tecnológica [19]. No obstante, variables como la carga laboral, la disponibilidad de tiempo y la integración de la herramienta en las actividades académicas no fueron examinadas directamente, por lo que su posible incidencia constituye una hipótesis explicativa que requiere contrastación empírica. Este resultado pone de manifiesto la necesidad de complementar los instrumentos de percepción con indicadores objetivos de interacción, a fin de comprender las condiciones que favorecen o restringen la incorporación efectiva de recursos digitales en las prácticas institucionales.

En términos de implicaciones prácticas, las percepciones críticas asociadas al diseño visual y la experiencia de usuario (UX) sugieren que la optimización del micrositio debe trascender la disponibilidad y organización de la información para incorporar criterios de accesibilidad, coherencia visual, navegabilidad e interactividad. Esta interpretación es consistente con la literatura que reconoce la relevancia de las características de diseño en la motivación y el compromiso de los usuarios de plataformas educativas [17], [21]. En este sentido, la segmentación obtenida constituye un insumo para orientar procesos de mejoramiento centrados en el usuario, mediante intervenciones específicas cuya efectividad deberá evaluarse posteriormente. Así, la contribución aplicada del estudio radica en proporcionar evidencia exploratoria para priorizar decisiones de diseño y gestión de recursos digitales institucionales a partir de perfiles diferenciados de percepción y utilización.

Los hallazgos deben interpretarse considerando las limitaciones metodológicas del estudio. El tamaño de la muestra, conformada por 47 instructores seleccionados mediante muestreo por conveniencia y pertenecientes a una única coordinación académica, restringe la representatividad y la generalización de los resultados. Asimismo, el carácter exploratorio de la segmentación mediante K-Means exige cautela respecto a la estabilidad de los perfiles identificados. En cuanto al procesamiento de respuestas abiertas, la utilización de VADER sobre textos traducidos del español al inglés introduce posibles variaciones semánticas y restricciones para la identificación de matices afectivos, particularmente en comentarios breves. Por tanto, los resultados del análisis de sentimientos deben considerarse complementarios y no concluyentes respecto a las percepciones expresadas por los participantes.

A partir de estas limitaciones, se plantean tres líneas prioritarias de investigación futura: ampliar la muestra a diferentes coordinaciones y contextos institucionales para examinar la transferibilidad de los perfiles identificados; evaluar la robustez de la segmentación mediante métricas de validación interna como el análisis de estabilidad; e incorporar diseños longitudinales que integren registros objetivos de uso, evaluaciones de usabilidad y variables organizacionales. Adicionalmente, se recomienda contrastar los resultados del análisis de sentimientos con procedimientos de codificación manual y modelos lingüísticos especializados en español, con el propósito de fortalecer su validez interpretativa. Estas aproximaciones permitirían avanzar desde la caracterización exploratoria de percepciones hacia la evaluación empírica de intervenciones diferenciadas, contribuyendo al diseño de estrategias institucionales de transformación digital fundamentadas en evidencia.

Referencias

[1] P. Feldman, *Digital transformation in education: From vision to practice during the pandemic*. Research-Publishing Net, 2021. [En línea]. doi: https://doi.org/10.14705/rpnet.2021.49.1216.

[2] G. Thompson y J. Lodge, «Digital infrastructures and the future of education», *Educ. Technol. Res. Dev.*, vol. 68, n.º 4, pp. 1235-1250, 2020, doi: https://doi.org/10.1007/s11423-020-09788-4

[3] M. Gómez-Zermeño, «Digital transformation in Latin American educational systems», *Educ. Sci.*, vol. 11, n.º 5, pp. 1-12, 2021, doi: https://doi.org/10.3390/educsci11050217

[4] M. N. Al-Nuaimi y M. Al-Emran, «Learning management systems and technology acceptance models: A systematic review», *Educ. Inf. Technol.*, vol. 26, pp. 5499-5533, 2021, doi: https://doi.org/10.1007/s10639-021-10513-3

[5] V. Venkatesh, J. Y. L. Thong, y X. Xu, «Unified Theory of Acceptance and Use of Technology: A review and extension», *MIS Q.*, vol. 44, n.º 1, pp. 1-34, 2020, doi: https://doi.org/10.25300/MISQ/2020/13703

[6] S. V. Khalid y L. Y. Lim, «Evaluating usability and functionality of web-based learning platforms», *Comput. Educ.*, vol. 193, 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104665

[7] C. A. Hernández-Suárez *et al.*, "Usability issues of e-learning systems: A case study for the Moodle learning management system," *J. Lang. Linguist. Stud.*, vol. 18, pp. 456–470, 2022

[8] H. R. Rahman, «Exploring the use of Google Sites in education: A collaborative approach to learning», *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 17, n.º 8, pp. 220-231, 2022, doi: https://doi.org/10.3991/ijet.v17i08.30225

[9] R. Ahmed y M. Nayef, «Enhancing academic information management through cloud-based web platforms», *J. Educ. Technol. Syst.*, vol. 50, n.º 2, pp. 251-270, 2021, doi: https://doi.org/10.1177/00472395211034599

[10] A. García-Holgado y F. J. García-Peñalvo, «Cloud-based environments for supporting educational management», *Appl. Sci.*, vol. 10, n.º 1, pp. 1-14, 2020, doi: https://doi.org/10.3390/app10010289.

[11] R. Liu, «Data Analysis of Educational Evaluation Using K-Means Clustering Method», *Comput. Intell. Neurosci.*, vol. 2022, pp. 1-10, jul. 2022, doi: https://doi.org/10.1155/2022/3762431.

[12] D. Ondé Pérez y J. M. Alvarado Izquierdo, «Análisis de clases latentes como técnica de identificación de tipologías», *Int. J. Dev. Educ. Psychol. Rev. INFAD Psicol.*, vol. 5, n.º 1, p. 251, sep. 2019, doi: https://doi.org/10.17060/ijodaep.2019.n1.v5.1641.

[13] C. R. C. López y A. J. T. Aguirre, «Modelos de clases latentes aplicados a las encuestas de percepción ciudadana: estudio de caso», 2010.

[14] C. Umunyana, G. Tuyizere, y A. Mbarushimana, «Students' Sentiment Analysis Using Natural Language Toolkit in Machine Learning for Module Evaluation», *Eur. J. Eng. Technol. Res.*, vol. 9, n.º 1, pp. 72-75, mar. 2024, doi: https://doi.org/10.24018/ejeng.2024.9.1.3006.

[15] D. K. Dake y E. Gyimah, «Using sentiment analysis to evaluate qualitative students' responses», *Educ. Inf. Technol.*, vol. 28, n.º 4, pp. 4629-4647, abr. 2023, doi: https://doi.org/10.1007/s10639-022-11349-1.

[16] A. M. Rodríguez-López, L. A. Ceballos-Salazar, y C. Rojas, «Estrategias digitales para el fortalecimiento de la formación técnica en Colombia», *Rev. Colomb. Educ. Téc.*, vol. 25, n.º 2, pp. 89-104, 2021.

[17] G. B. Batucan, G. G. Gonzales, M. G. Balbuena, K. R. B. Pasaol, y D. N. Seno, «An extended UTAUT model to explain factors affecting online learning system amidst COVID-19 pandemic», *Front. Artif. Intell.*, vol. 5, 2022, doi: https://doi.org/10.3389/frai.2022.768831.

[18] J. Risk y others, «The development and adoption of online learning pre- and post-COVID-19», *J. Risk Financ. Manag.*, vol. 14, n.º 4, p. 162, 2021, doi: https://doi.org/10.3390/jrfm14040162.

[19] «Decoding digital integration: Exploring factors influencing mathematics teachers' technology adoption», *Educ. Inf. Technol.*, 2025, doi: https://doi.org/10.1007/s10639-025-13740-0.

[20] «Determinants affecting the medical students adoption of mobile learning: extended UTAUT», *BMC Med. Inform. Decis. Mak.*, 2023, doi: https://doi.org/10.1186/s12909-024-06129-z.

[21] «Ruta de competencias digitales docentes: oportunidad de transformación en la escuela», *Acad. Virtualidad*, vol. 15, n.º 2, 2022, [En línea]. doi: https://doi.org/10.18359/ravi.6117.