

Respuestas

UFPS



Artículo Original

<https://doi.org/10.22463/0122820X.4254>

Application of ChatGPT as an educational innovation in the teaching and learning processes in competency-based training: An analysis applying Machine Learning techniques

Aplicación de ChatGPT como innovación educativa en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la formación por competencias: Un análisis aplicando técnicas de Machine Learning

Jennifer Andrea Londoño-Gallego¹, Isabel Cristina Andrade-Martelo², John Jairo Castro-Maldonado³, Enevis Rafael Reyes-Moreno⁴

¹Esp. en Formulación y evaluación de proyectos, jealondonog@sena.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-2957-9178>, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Medellín, Colombia.

²MSc. en Física, icandrade@sena.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-3913-0764>, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Medellín, Colombia.

³PhD. en Educación, jcastrom@sena.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-3823-4297>, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Medellín, Colombia.

⁴MSc. en Ambientes virtuales de aprendizaje, erreyes@sena.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-4145-1898>, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Medellín, Colombia.

How to cite: J. A. Londoño-Gallego, I. C. Andrade-Martelo, J. J. Castro-Maldonado, y E. R. Reyes-Moreno, "Aplicación de ChatGPT como innovación educativa en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la formación por competencias: Un análisis aplicando técnicas de Machine Learning", *Respuestas*, vol. 29, n.º 1, pp. 52–66, Ene. 2024. <https://doi.org/10.22463/0122820X.4254>

Received on August 26, 2023 - Approved on December 17, 2023.

ABSTRACT

Keywords:

ChatGPT, Educational Processes, Innovation, Teaching-Learning, Artificial Intelligence, Competency-based training.

In today's dynamic educational scenario, the convergence between artificial intelligence and pedagogy has given rise to innovations that are redefining teaching and learning. The objective of this article is to analyze using Machine Learning techniques, the application of ChatGPT as an educational innovation in the teaching and learning processes in competency-based training. The methodology applied is MAIN (Method of Application of Educational Innovation) in three areas of knowledge: research, mathematics and physics, in addition, CRISP-DM (CRoss-Industry Standard Process for Data Mining) for the data analysis process. A quantitative, quasi-experimental approach was used with two audiences called the Control Group and the Experimental Group that works on the topic with ChatGPT as an innovation method. The selected sample is non-probabilistic for convenience. The results and data treatment were carried out with the Python programming language and implementing unsupervised learning algorithms such as DBSCAN, dendrogram and K-Means. The main findings demonstrate that young people and those in more advanced trimesters are more receptive to adopting new tools compared to adults and students in the first trimesters of academic training. The conclusions understand how the integration of ChatGPT impacts learning compared to conventional methods.

RESUMEN

Palabras clave:

ChatGPT, Procesos Educativos, Innovación, Enseñanza-Aprendizaje, Inteligencia artificial, formación por competencia.

En el dinámico escenario educativo actual, la convergencia entre la inteligencia artificial y la pedagogía ha dado lugar a innovaciones que están redefiniendo la enseñanza y el aprendizaje. El presente artículo tiene como objetivo analizar mediante técnicas de Machine Learning la aplicación de ChatGPT como innovación educativa en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la formación por competencias. La metodología aplicada es MAIN (Método de Aplicación de la INnovación educativa) en tres áreas de conocimiento: investigación, matemáticas y física, además, CRISP-DM (CRoss-Industry Standard Process for Data Mining) para el proceso de análisis de los datos. Se utilizó un enfoque cuantitativo, cuasi experimental con dos públicos llamados Grupo de control y Grupo experimental que trabaja la temática con ChatGPT como método de innovación. La muestra seleccionada es no probabilística por conveniencia. Los resultados y tratamiento de los datos se realizaron con el lenguaje de programación Python e implementando algoritmos de aprendizaje no supervisado como DBSCAN, dendograma y K-Means. Los principales hallazgos demuestran que los jóvenes y estudiantes de los trimestres más avanzados son más receptivos a adoptar nuevas herramientas en comparación con los adultos y estudiantes de los primeros trimestres de la formación académica. En las conclusiones se comprende cómo la integración de ChatGPT impacta el aprendizaje en comparación con los métodos convencionales.

*Corresponding author.

E-mail Address: jcastrom@sena.edu.co

(John Jairo Castro-Maldonado)



Peer review is the responsibility of the Universidad Francisco de Paula Santander.
This is an article under the license CC BY-NC 4.0

Introducción

En los últimos años, la integración de la inteligencia artificial (IA) en los procesos educativos ha experimentado un crecimiento exponencial, revolucionando la forma en que se aborda la enseñanza y el aprendizaje [1]. Según un informe publicado por la UNESCO, más del 70% de las instituciones educativas a nivel global han implementado algún tipo de tecnología de IA en sus procesos de enseñanza [2]. ChatGPT es un ejemplo de las últimas innovaciones en el campo de la inteligencia artificial y el procesamiento del lenguaje natural [3]; es un modelo de lenguaje generativo desarrollado por OpenAI que ha sido entrenado en una amplia variedad de datos textuales para comprender y generar respuestas en lenguaje humano [4]. El asertividad de respuesta de cualquier modelo basado en inteligencia artificial es de acuerdo a la forma y estructura en que se pregunta, esto se conoce como "prompts" los cuales son instrucciones o frases iniciales que se le garantizan a modelos de lenguaje para guiar su generación de texto en una dirección específica [5].

En el contexto de ChatGPT, un prompt es la entrada que un usuario proporciona para iniciar una conversación o solicitar información específica [6]. Este chatbot como modelo de lenguaje natural utiliza estos "prompts" para comprender el contexto y generar respuestas coherentes y relevantes. Al alimentar a ChatGPT con un prompt o instrucción inicial, el modelo utiliza su comprensión del lenguaje y el contexto para generar respuestas que se asemejan a lo que un humano podría decir en una conversación similar. Esto puede ser desde proporcionar información general hasta mantener diálogos más complejos en función de la entrada proporcionada [5].

Es importante destacar que, si bien ChatGPT es una herramienta poderosa para generar contenido textual, también puede generar respuestas que suenan coherentes pero que pueden carecer de precisión, y en algunos casos puede generar información incorrecta debido a los sesgos presentes en los datos con los que fue entrenado [7]. En la siguiente figura se detalla cuándo es seguro usar ChatGPT.

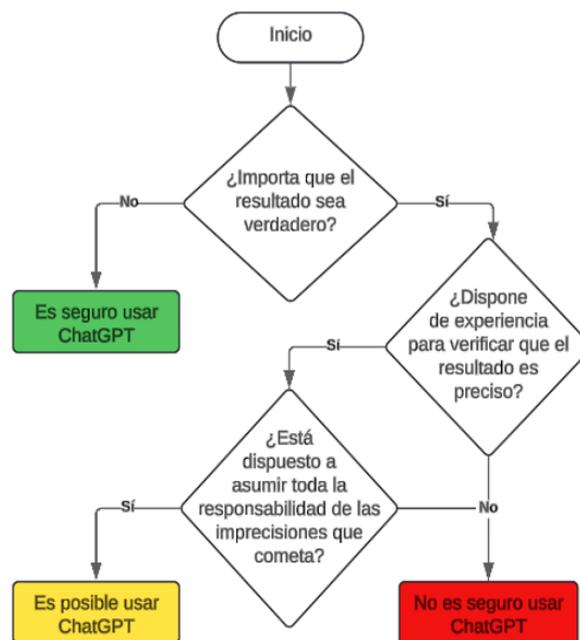


Figura 1. ¿Cuándo es seguro utilizar ChatGPT? Fuente [2]

Es fundamental evaluar críticamente la información generada por ChatGPT y utilizarla como una fuente adicional, complementaria a la experiencia humana y a otras fuentes confiables [8]. Aunque esta herramienta representa un avance significativo en el procesamiento del lenguaje natural, su funcionamiento se sustenta en patrones extraídos de una amplia diversidad de fuentes de datos [9]. En consecuencia, las respuestas que produce pueden presentar variaciones en términos de precisión, relevancia y coherencia, en función del contexto y la naturaleza de la consulta presentada [10], [11]. Al combinar la información generada por ChatGPT con la visión humana y otras fuentes de credibilidad, se establece un contrapeso que favorece una comprensión más matizada y objetiva del tema en cuestión. La experiencia humana es esencial para brindar un contexto que puede escapar a la aprehensión de los modelos de lenguaje. Integrar la información generada por ChatGPT como punto de partida y complementar con la experiencia humana desencadena una sinergia que permite una interpretación precisa y apropiada [12].

En esta travesía hacia la integración de ChatGPT en la enseñanza, el papel del educador es de suma relevancia. Los docentes deben ejercer un rol de mediadores críticos, capaces de filtrar y contextualizar la información generada por ChatGPT [13]. Es esencial fomentar en los estudiantes la habilidad de evaluar con juicio crítico la información proporcionada por la IA y contrastar con fuentes confiables. Al contrastar la experiencia de aprendizaje cuando se utiliza ChatGPT con aquella en la que no se emplea esta herramienta, se busca analizar los posibles beneficios y desafíos de su incorporación en el proceso educativo [14]. La pregunta que surge es si la presencia de una herramienta de IA, capaz de generar respuestas y contenidos, puede influir de manera positiva en la asimilación y retención del conocimiento por parte de los estudiantes.

Procesos de Enseñanza y Aprendizaje en la Formación por Competencias

La formación basada en competencias se ha consolidado como un enfoque educativo clave en el siglo XXI, respondiendo a la necesidad de preparar a los estudiantes para un mundo laboral en constante cambio. Este enfoque se basa en el principio de que la educación debe ir más allá de la simple adquisición de conocimientos teóricos y fomentar el desarrollo de habilidades, incluidos conocimientos, actitudes y valores prácticos que los estudiantes necesitan para desempeñarse eficazmente en entornos profesionales y personales [15]. La formación por competencias se originó a partir de la necesidad de cerrar la brecha entre la educación tradicional y las demandas del mercado laboral [16]; es por esto que, se centra en los resultados de aprendizaje específicos que los estudiantes deben lograr. Estos resultados están claramente definidos y son medibles, combina conocimientos teóricos con habilidades prácticas y actitudes, asegurando que los estudiantes puedan aplicar lo que aprenden a situaciones reales. La evaluación es continua y formativa, proporcionando retroalimentación constante para mejorar su desempeño [17]. Dentro de las metodologías de enseñanza en la formación por competencias, se encuentra el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) donde los estudiantes resuelven problemas complejos y auténticos, desarrollando habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas. Ha sido adaptada y aplicada en diversos campos y niveles educativos, su objetivo principal es preparar a los estudiantes para enfrentar situaciones complejas y auténticas, simulando el entorno profesional y fomentando un aprendizaje profundo y significativo [18].

Por otra parte, la tecnología ha jugado un papel crucial en la evolución de la formación por competencias, proporcionando herramientas y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje más personalizado, interactivo y accesible, abriendo nuevas oportunidades para mejorar la calidad de la educación y preparar a los estudiantes para los desafíos del mundo moderno. En este contexto, es crucial analizar los procesos de enseñanza y aprendizaje asociados a este modelo educativo y cómo las tecnologías emergentes, como la

inteligencia artificial, pueden integrarse para mejorar estos procesos. La clave para maximizar el impacto de estas tecnologías radica en su integración efectiva en el currículo y en la formación continua de los educadores para utilizar estas herramientas de manera óptima [19].

Innovación Educativa y CHATGPT

La innovación en la educación implica un proceso creativo cuya meta principal radica en la mejora de facetas vinculadas al proceso de adquisición de conocimiento. El Método MAIN, conocido como Método de Aplicación de la INnovación educativa, es un enfoque estructurado y sistemático diseñado para facilitar la integración exitosa de prácticas y enfoques innovadores en el ámbito educativo. Este método busca optimizar la forma en que se introducen y adoptan nuevas tecnologías y estrategias pedagógicas en entornos de aprendizaje. Su propósito es contar con una herramienta que proporcione una perspectiva realista de la innovación educativa que se va a llevar a cabo. MAIN permite reconocer la condición de aprendizaje que se busca mejorar, reconocer la funcionalidad y propósito de la tecnología a utilizar e identificar la inversión y habilidades tecnológicas requeridas (tanto por parte del profesorado como de los estudiantes), etc. La metodología se compone de tres módulos interconectados que, si bien están vinculados, pueden ser utilizados de manera autónoma en cualquier campo de estudio y entorno de aprendizaje [20]. Los tres módulos que originan el proceso educativo innovador son:

El módulo de planificación: permite identificar el contexto. Se subdivide en situación de aprendizaje, público objetivo, método de innovación a utilizar e impacto.

El módulo de aplicación: establece una guía tanto de preparación como de aplicación de la metodología innovadora. Se subdivide en modelo funcional, tecnología y estrategia.

El módulo de divulgación: permite realizar mejoras en la metodología del módulo de aplicación y compartir los resultados en publicaciones. Para este módulo se realiza una evaluación del impacto de la metodología usada, y se puede evaluar en un estudio de caso, en un contraste de resultados o una evaluación cuasi experimental.

Para llevar a cabo la exploración de la metodología MAIN con ChatGPT, se eligieron dos grupos de estudio y se asignaron actividades de las competencias de investigación, matemáticas y física. Previo al desarrollo de cada actividad se les explicó los conceptos e información necesarias para desarrollarlas. De esta manera se comprende cómo la integración de ChatGPT impacta el aprendizaje de los estudiantes en comparación con los métodos convencionales. Adicionalmente busca no solo profundizar en los efectos tangibles del uso de ChatGPT, sino también, comprender cómo esta tecnología puede ser aprovechada de manera eficaz para optimizar el aprendizaje y enriquecer el panorama educativo en constante cambio [21]. Al evaluar de manera rigurosa el impacto de su uso en comparación con métodos tradicionales, se pretende proporcionar una base de evidencia que oriente la toma de decisiones informadas sobre cómo y cuándo implementar ChatGPT en el entorno educativo.

Machine Learning en el proceso de innovación educativa

El machine learning es una técnica de evaluación de datos que automatiza la creación de modelos analíticos. Este enfoque implica que, en lugar de depender de instrucciones programadas de manera explícita, los algoritmos de machine learning pueden aprender patrones y realizar análisis predictivos o clasificatorios sin intervención humana directa [22]. De esta manera, la automatización en la construcción de modelos analíticos permite una adaptación continua a medida que los algoritmos se enfrentan a nuevos datos, mejorando su capacidad de toma de decisiones y al descubrimiento de patrones valiosos de grandes conjuntos de datos. Para llevar a cabo lo anterior se requiere una metodología sólida que guíe el proceso desde la concepción hasta la aplicación práctica. Una de las metodologías es CRISP-DM (CRoss-Industry Standard Process for Data Mining), que proporciona un marco estructurado para el desarrollo de proyectos de minería de datos, una disciplina estrechamente vinculada al Machine Learning [23]. Esta metodología fue diseñada para estructurar de manera sistemática la información con el objetivo de extraer conocimiento valioso. Con un enfoque flexible y modular, permite adaptarse a diversas situaciones y desafíos en el ámbito de la analítica de datos, guiando el proceso a través de seis fases interconectadas que son: entendimiento de la situación, entendimiento de los datos, preparación de los datos, modelado, evaluación, despliegue [24].

Para este estudio se utilizaron los algoritmos no supervisados DBSCAN, dendograma y K-Means. Estos algoritmos desempeñan un papel crucial al revelar patrones subyacentes en grandes conjuntos de datos, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones fundamentadas [25]. El algoritmo DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) se utiliza para identificar grupos o clusters no solo basados en la proximidad espacial, sino también en datos con densidades variables, el dendograma, por otro lado, es una representación gráfica de las relaciones jerárquicas entre diferentes conjuntos de datos, esta visualización permite una comprensión más profunda de cómo distintos factores se entrelazan, brindando insights valiosos sobre las complejidades del proceso de aprendizaje. La capacidad de identificar nodos críticos en estas conexiones jerárquicas se reveló como una herramienta estratégica para mirar el impacto de ChatGPT en la educación. Por último, el algoritmo K-Means es un método de clustering que agrupa datos en k clusters basados en similitudes, al aplicarse en el contexto educativo, demostró ser una herramienta eficaz para segmentar a los estudiantes en grupos homogéneos en función de sus características y desempeño académico [26].

Para el proceso de tratamiento de datos se utilizó el lenguaje de programación Python una elección altamente apreciada en la comunidad de ciencia de datos debido a su versatilidad y la abundancia de bibliotecas especializadas [25]. La ejecución de este proceso se llevó a cabo en el entorno de Google Colab aplicando las librerías de pandas y sklearn, lo que permitió realizar de manera eficiente diversas operaciones de manipulación y análisis de datos. La librería de pandas se utilizó para cargar los datos, realizar operaciones de filtrado, limpieza y seleccionar las columnas relevantes para el análisis y sklearn fue utilizada para implementar los algoritmos no supervisados como DBSCAN y K-MEANS [27].

Materiales y Métodos

Para llevar a cabo el presente estudio, se empleó un enfoque cuantitativo, cuasi experimental basado en la metodología MAIN (Método de Aplicación de la INnovación educativa - Method for Applying Innovation in educatioN) [20]. La muestra consistió en 87 aprendices del Sena, Centro de Servicios y Gestión Empresarial. La aplicación se llevó a cabo en las competencias de investigación, matemática y física. La

muestra seleccionada, es no probabilística teniendo en cuenta la disponibilidad y accesibilidad del recurso el cual facilitó el proceso de investigación y dio una practicidad para obtener los datos y resultados de la investigación.

Se eligieron dos grupos para cada competencia, utilizando la técnica de conveniencia o intencional de los elementos de estudio que cumplen con criterios específicos. La selección se basó en aquellos grupos que presentaban aprendices con diferentes niveles de conocimientos previos, así como un bajo grado aprendizaje autónomo. En consecuencia, se opta por estos estudiantes debido a su ubicación, horario, programa y competencias en ejecución del proyecto de formativo.

Los grupos de trabajo se identificaron como:

Grupo de control al cual No se le aplicará ChatGPT en los procesos formativos

Grupo experimental que aplicará ChatGPT en sus procesos de enseñanza/Aprendizaje.

Por otro lado, los datos fueron analizados en seis fases a partir de la metodología CRISP-DM, como se muestra en la figura 2. Este enfoque integral garantizó un análisis robusto y la obtención de resultados precisos, sentando las bases para la toma de decisiones informadas y la extracción de conocimientos significativos a partir de los datos analizados.

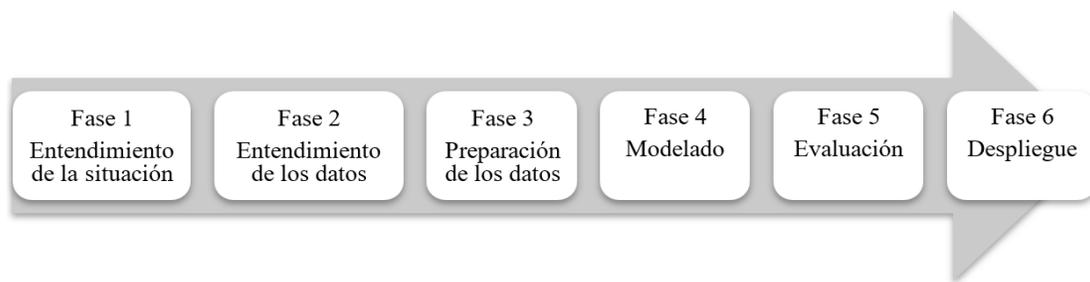


Figura 2. Metodología CRISP-DM.

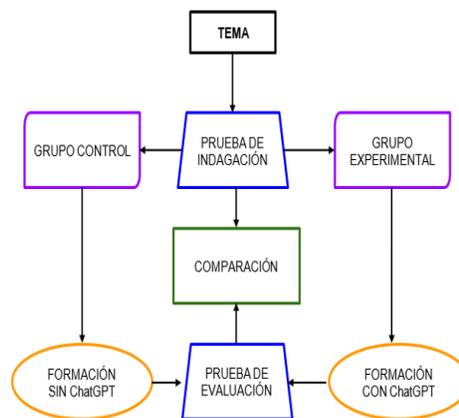
Se comenzó definiendo el objetivo de evaluar el impacto de ChatGPT en la formación. Se utilizó la metodología MAIN y una encuesta para la recolección de datos. En la fase de entendimiento de los datos, se realizó un análisis estadístico que indicó la idoneidad de un proceso de agrupación no supervisado. En la preparación de los datos, se llevó a cabo una limpieza y codificación. Se utilizaron los algoritmos DBSCAN, dendograma y K-Means en la fase de modelado, evaluados con métricas como la silueta y Calinski-Harabasz. La fase de evaluación incluyó un análisis de PCA para identificar grupos. La fase de despliegue no se ejecutó, ya que no estaba contemplada en el proyecto. Todo el proceso de tratamiento de datos se realizó usando el lenguaje de programación Python en el entorno de Google Colab aplicando las librerías de pandas y sklearn. En la siguiente tabla se detalla la estructura de los atributos del Dataset de la encuesta que permitió conocer el nivel de apropiación de la herramienta en términos educativos.

Tabla I. Estructura de los atributos de Data sets.

Dimensión	Atributo
Caracterización	Nombres y Apellidos Edad Genero Estrato social
Educación	Programa de formación Trimestre Competencia. Número de la ficha
Conocimientos previos	¿Estás familiarizado/a con ChatGPT y sus capacidades en inteligencia artificial? ¿Has utilizado ChatGPT? ¿En qué tipo de contexto ha aprovechado ChatGPT? ¿Consideras que ChatGPT tiene limitaciones en términos de su precisión o capacidad de respuesta? ¿Considera importante que dentro del proceso de formación se incluyan competencias de aprovechamiento de las tecnologías de inteligencia artificial, como ChatGPT? ¿En qué medida se cree que ChatGPT puede ayudar a personalizar el proceso de enseñanza y adaptarlo a los requerimientos individuales de los estudiantes?
Evaluación de Impacto	Quiz 1 (Antes de utilizar ChatGPT) Quiz 2 (Después de Utilizar ChatGPT)

La metodología MAIN consistió en usar ChatGPT en la adquisición de conceptos. Para esto se determinaron los siguientes pasos:

1. Definir el tema: Cada competencia (investigación, matemáticas y física) identificó un tema conceptual para llevar a cabo la metodología experimental.
2. Aplicación primer Quiz: Realizar una actividad de indagación a través de un quiz de aprendizajes previos que le permita al instructor conocer qué conocimiento poseen los aprendices del tema.
3. Desarrollar el tema: En el grupo de control se realiza sin ayuda de ChatGPT y en el grupo experimental se desarrolla con ayuda de ChatGPT. Para usar la herramienta se debe preparar los prompts para diferentes consultas donde se muestre las diferentes estructuras de consultas, como verificar la veracidad de la información, y poner en evidencia las falencias o vacíos de información del chatbot.
4. Aplicación segundo Quiz: Realizar una evaluación sobre los conocimientos impartidos.
5. Comparar los resultados de las pruebas antes y después para los dos grupos.

**Figura 3.** Metodología MAIN.

Cada prueba de las diferentes competencias de estudio estaba compuesta por 10 preguntas cerradas y fueron aplicadas de manera online a través de la aplicación de quizizz.com. Con los datos obtenidos, se llevó a cabo el análisis de comparación e identificación de patrones ocultos con los algoritmos de agrupación no supervisada. El fin de aplicar diferentes algoritmos era encontrar la estructura de agrupación adecuada de los datos que explicara qué factores son importantes para la variabilidad. El algoritmo DBSCAN se eligió por su capacidad para detectar grupos de densidad variable, el Dendrograma establece las relaciones de similitud entre observaciones usando relaciones jerárquicas basadas en las métricas, y K-Means permite hacer una partición clara y definida del conjunto de datos [28].

Posteriormente, se procedió a la caracterización de los grupos resultantes y al análisis de las variables cuantitativas asociadas a cada grupo. En este paso se empleó un análisis de componentes principales (PCA, por sus siglas en inglés). Este análisis permitió reducir la dimensionalidad de los datos, identificando las variables más influyentes en la formación de los clusters y facilitando la interpretación de las tendencias presentes en el conjunto de datos.

El uso combinado de estos métodos proporcionó una visión completa y detallada de la distribución de los datos, permitiendo la identificación de los grupos, la comprensión de sus características distintivas y el análisis de las tendencias globales presentes en la información recopilada.

Resultados y Discusión

Para evaluar el impacto de la metodología de ChatGPT, se comparó el desempeño de los aprendices en los quices de indagación (Q1) y de evaluación (Q2). La Figura 4 muestra los diagramas de caja correspondientes a los resultados de los quices Q1 y Q2, agrupados según la variable categórica ChatGPT.

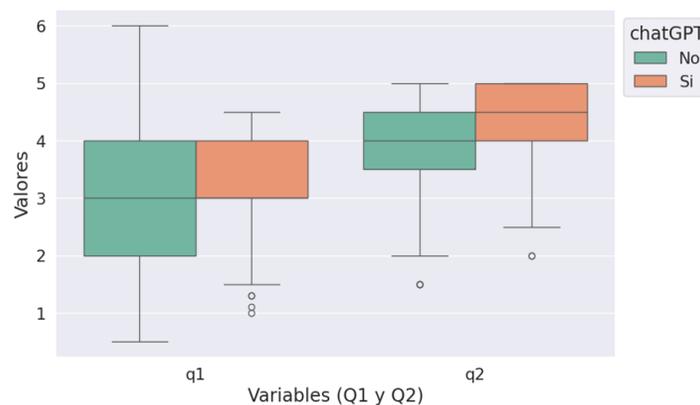


Figura 4. Diagrama de caja para Q1 y Q2 agrupado por ChatGPT.

Para los resultados de Q1, el grupo de control que trabajó sin ChatGPT presenta una dispersión de los datos respecto del grupo experimental, lo que indica que los resultados del grupo experimental son más consistentes al estar en un rango más pequeño, sin embargo, desde una evaluación visual no se evidencian diferencias significativas entre ambos grupos. Para el Q2, se muestra que el desempeño aumentó debido al proceso de formación. En el Q2 grupo de control tiene resultados más consistentes y se percibe una diferencia al comparar las medianas de los grupos, que favorece el desempeño del grupo experimental y sugiere que la metodología con ChatGPT es mejor. Por sí solos, los diagramas de caja no permiten establecer la diferencia

ya que los bigotes de las cajas se contienen, por lo que se realizó una prueba estadística ANOVA. Los resultados se presentan en la Tabla II.

Tabla II. Resultados de la prueba estadística ANOVA

Source	SS	DF	MS	F	P_value	η^2
Resultado para la variable Q1						
ChatGPT	0.033988	1	0.033988	0.027546	0.868574	0.000324
Within	104.875897	85	1.233834	-	-	-
Resultado para la variable Q2						
ChatGPT	5.113707	1	5.113707	5.74403	0.018737	0.063299
Within	75.672500	85	0.890265	-	-	-

Los resultados del análisis ANOVA para las variables Q1 y Q2 revelan diferencias notables en la influencia de ChatGPT. Para la variable Q1, la prueba estadística no mostró significancia ($F = 0.027546$, $p = 0.868574$) y el tamaño del efecto fue extremadamente pequeño ($\eta^2 = 0.000324$), indicando que ChatGPT no tiene un impacto considerable en esta variable. En contraste, para la variable Q2, los resultados fueron significativos ($F = 5.74403$, $p = 0.018737$) con un tamaño del efecto pequeño pero relevante ($\eta^2 = 0.063299$), sugiriendo que ChatGPT sí ejerce una influencia notable en Q2.

Aunque ChatGPT ha demostrado influencia en Q2, podrían existir otros patrones y relaciones subyacentes en los datos que no son evidentes a simple vista. Estos patrones pueden descubrirse mediante algoritmos no supervisados. Por ello, se evaluaron diferentes modelos no supervisados y se utilizó un análisis de PCA para reducir el número de variables y mejorar la visualización de los datos sin perder información relevante.

En el proceso de construcción de los modelos, se empleó el método del codo para la identificación de los hiperparámetros óptimos para cada modelo. Para la elección del modelo más adecuado, se evaluaron métricas como la silueta y Calinski-Harabasz. Los resultados se presentan en la Tabla III.

Tabla III. Modelos para la clusterización de los datos.

Algoritmo	Hiperparametros	Métrica silueta	Métrica Calinski-Harabasz
DBSCAN	$\epsilon = 5$ $\text{min_sample} = 12$	0.25	19.39
Dendograma	method = 'ward' metric = 'euclidean' num_clusters = 2	0.26	25.47
K-Means	n_clusters = 2	0.27	27.07

La clusterización generada por cada modelo se muestra en la figura 5. Para la gráfica de dispersión de cada modelo se realizó un análisis PCA [29] y se graficó en el espacio 2-dimensional de las dos primeras componentes principales (PC-0 y PC-1) las cuales describen el 35% de variación de los datos.

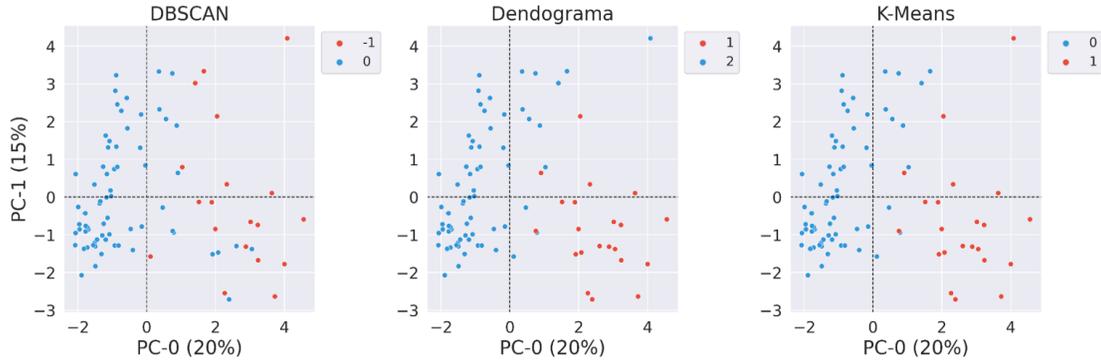


Figura 5. Gráfico de dispersión para los modelos DBSCAN, Dendrograma y K-Means

La métrica de silueta mide la similitud de un objeto con su propio grupo en comparación con otros grupos cercanos. Sus valores oscilan entre -1 y 1, indicando que asignaciones más adecuadas se reflejan en valores más altos [30]. Para los modelos evaluados todos presentan una métrica positiva por lo cual los clusters generados tienen buena cohesión, sin embargo, la métrica más alta es la del modelo de K-Means indicando que los clusters generados por este modelo son más consistentes que en los modelos de DBSCAN y Dendrograma.

La métrica Calinski-Harabasz mide la separación entre los grupos en relación con la dispersión dentro de los mismos. Los valores más altos de esta métrica indican una mejor separación entre los grupos [30]. Para los modelos considerados el modelo de K-Means presenta la métrica más alta, lo que indica que este modelo presenta una mejor definición de los clusters.

Los grupos generados por el modelo de DBSCAN carecen de una frontera definida debido a su capacidad para permitir la mezcla de puntos entre diferentes clusters, lo que puede resultar en una evaluación de métricas más baja. En contraste, los modelos de Dendrograma y K-Means exhiben una frontera distintiva que separa claramente los clusters. Aunque los modelos de Dendrograma y K-Means logran una agrupación casi idéntica en su mayoría, se observa una excepción en un punto específico en la esquina superior derecha, que recibe asignaciones diferentes en cada modelo. La asignación proporcionada por el modelo K-Means para este punto extremo se considera la más favorable, ya que contribuye al aumento de las métricas de evaluación.

Los resultados indican que el modelo de K-Means es la opción más favorable para la clusterización de los datos ya que el modelo logra una asignación cohesiva y una separación eficaz entre clusters.

El algoritmo K-Means busca agrupar n observaciones (x_1, x_2, \dots, x_n) en un número predeterminado de K ($K \leq n$) clusters $\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ con el objetivo de minimizar la suma de las varianzas internas de los clusters (SVIC) [24]. Para lograr esto, se define la función a minimizar como:

$$SVIC = \sum_{L=1}^K \sum_{x_i \in C_L} (x_i - \mu_L)^2 \quad (1)$$

Donde $x_i \in C_i$ indica que la observación x_i pertenece al cluster C_i y μ_i conocido como punto centroeide es la media de puntos en C_i . La optimización de esta función permite obtener particiones de datos más coherentes y compactas, maximizando la similitud dentro de los clusters y minimizando la dispersión entre ellos.

La figura 6 presenta el círculo de correlaciones de los atributos de la base de datos y el gráfico de dispersión para el modelo seleccionado. El círculo de correlaciones (CC) hace parte del análisis de PCA; es útil para determinar cómo se relacionan las variables cuantitativas y su comparación con el gráfico de dispersión permite identificar qué características tiene cada cluster [25], [27].

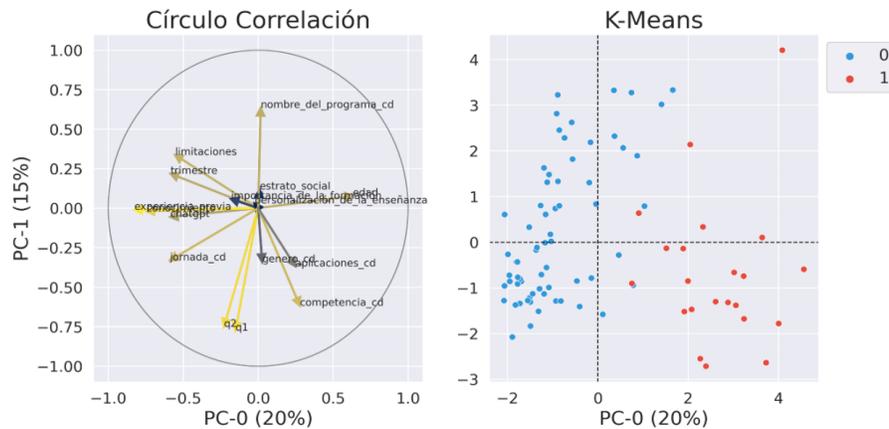


Figura 6. Círculo de Correlación y gráfico de dispersión del modelo K-Means

Las variables óptimamente representadas en el espacio bidimensional formado por PC-0 y PC-1 se destacan en amarillo, y se relacionan con aspectos como la experiencia previa, el conocimiento, q1 (quiz inicial) y q2 (quiz final). Específicamente, la experiencia previa y el conocimiento contribuyen significativamente a la componente PC-1, mientras que q1 y q2 influyen en la componente PC-0.

Se observaron correlaciones positivas entre las variables Experiencia, Conocimiento y ChatGPT, así como entre q1 y q2. Por otro lado, se identificó una correlación negativa entre la edad y ChatGPT. Además, no se encontraron correlaciones significativas entre el nombre del programa y Experiencia, Conocimiento o ChatGPT, ni entre la jornada y la competencia. También se observó falta de correlación entre el trimestre y q1 o q2, así como entre ChatGPT y el género. Estos hallazgos proporcionan una visión detallada de las relaciones entre las variables evaluadas en el estudio.

Para caracterizar los clusters, se consideró que la dirección del vector apunta hacia donde maximiza la característica correspondiente al vector. En este contexto, el cluster 1 (rojo) se distingue por el valor máximo asignado en la codificación numérica de las variables género, aplicación y competencia. En otras palabras, la orientación del vector en el espacio de características señala que estas variables son las que más contribuyen y definen las características predominantes dentro de este cluster específico. Los resultados de la caracterización se resumen en la tabla IV.

Tabla IV. Caracterización de clusters.

 Alta apropiación de ChatGPT Cluster 0	 Baja apropiación de ChatGPT Cluster 1
Alto trimestre Alto q1 y q2 Jornada de la tarde Formación con ChatGPT Experiencia y conocimiento de ChatGPT Conoce las limitaciones de ChatGPT Baja edad Competencias de Física e Investigación	Bajo trimestre Bajo q1 y q2 Jornada de la mañana Formación sin ChatGPT No tienen experiencia y conocimiento de ChatGPT Desconoce las limitaciones de ChatGPT Alta edad Competencia de matemáticas

En el análisis de clustering, destaca que los aprendices con una mayor apropiación de ChatGPT demuestran un conocimiento más profundo, como se evidencia en sus puntuaciones superiores en los cuestionarios aplicados (q1 y q2). Asimismo, se observa que estos aprendices están bien informados sobre las limitaciones de la herramienta. Además, se evidencia que los jóvenes y aquellos en trimestres más avanzados son más receptivos a adoptar nuevas herramientas en comparación con los adultos y aprendices en los primeros trimestres.

Conclusiones

Se realizó un análisis para una muestra de 87 aprendices, divididos en dos grupos: un grupo experimental que recibió formación con el apoyo de ChatGPT y el grupo de control que recibió formación sin esta herramienta, con el propósito de identificar el impacto de ChatGPT en los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como el grado de utilización de esta tecnología por parte de los aprendices. Los resultados del análisis estadístico establecieron que la metodología con ChatGPT influyó en los resultados de la variable Q2 con un efecto de 6.3%, que, aunque es pequeño es significativo a la variable. Este resultado establece el uso de ChatGPT como herramienta de apoyo en la formación por competencias y demostró ser una innovación significativa, facilitando el aprendizaje y mejorando la competencia de los aprendices. Las técnicas de Machine Learning, especialmente K-Means, fueron fundamentales para validar y visualizar estas diferencias, estableciendo otras características relevantes en la educación para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La visualización en el espacio bidimensional a través de PCA resaltó la relevancia de variables como la experiencia previa, el conocimiento de ChatGPT, así como los resultados de los cuestionarios iniciales y finales en el proceso de clusterización. La aplicación del modelo de K-MEANS resultó en la identificación de dos grupos distintos de aprendices: aquellos con una alta apreciación de ChatGPT y aquellos con una baja apreciación. Se observó que los aprendices con mayor apropiación de la herramienta exhibieron un conocimiento más profundo, respaldado por puntuaciones superiores en los cuestionarios aplicados. Además, se destacó que aquellos informados sobre las limitaciones de la herramienta mostraron una mayor receptividad hacia la adopción de nuevas tecnologías. La variabilidad en la receptividad se evidenció también en relación con la edad y el trimestre académico, indicando que los jóvenes y los estudiantes en trimestres avanzados tendieron a ser más receptivos a la adopción de nuevas herramientas en comparación con adultos y aprendices en los primeros trimestres.

El Método de Aplicación de la INnovación educativa (MAIN), ha proporcionado un marco sólido para guiar y evaluar la eficacia de la introducción de tecnologías como ChatGPT en el proceso educativo. La

personalización y mejora de la experiencia educativa ofrecida por ChatGPT, cuando se aplica como enfoque de MAIN, sugiere que esta combinación tiene el potencial de transformar significativamente la forma en que se lleva a cabo la enseñanza y el aprendizaje en el contexto de la formación por competencias. La convergencia de la inteligencia artificial y la pedagogía a través de ChatGPT ha permitido personalizar la experiencia educativa, adaptándose a las necesidades individuales de los estudiantes. En última instancia, esta integración fomenta un entorno educativo más adaptativo, eficiente y centrado en el estudiante. La integración de ChatGPT impacta positivamente el aprendizaje en comparación con métodos convencionales. La capacidad de aplicar esta innovación en áreas específicas del conocimiento, como investigación, matemáticas y física, destaca la versatilidad y la aplicabilidad de este enfoque en diversos contextos educativos.

Los procesos de enseñanza y aprendizaje en la formación por competencias muestran un campo dinámico y en evolución, impulsado por la necesidad de preparar mejor a los estudiantes para los desafíos del mundo moderno. La integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial ofrece oportunidades significativas para mejorar estos procesos, aunque también presenta desafíos que deben ser abordados. La formación por competencias con métodos de innovación representa una oportunidad para transformar la educación, haciendo que el aprendizaje sea más relevante, efectivo y alineado con las demandas del mercado laboral y la sociedad.

Referencias

- [1] W. O. Aparicio Gómez, “La Inteligencia Artificial y su Incidencia en la Educación: Transformando el Aprendizaje para el Siglo XXI”, *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, vol. 3, n° 2, p. 217–229, 2023.
- [2] UNESCO, “ChatGPT e inteligencia artificial en la educación superior”, 2023.
- [3] M. A. Pérez y S. E. Robador Papich, “El futuro de la educación universitaria con Chat GPT”, *XVIII Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología*, 2023.
- [4] O. Vázquez Bautista, “El papel de ChatGPT en la educación: un enfoque de la tecnología y el aprendizaje automatizado”, *Con-Ciencia Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 3*, vol. 10, n° 20, pp. 28-30, 2023.
- [5] M. A. Morales Chan, “Explorando el potencial de Chat GPT: Una clasificación de Prompts efectivos para la enseñanza”, *Universidad Galileo. La Revolución en la educación*, 2023.
- [6] D. Torres Salinas y W. Arroyo Machado, “Manual de ChatGPT: Aplicaciones en investigación y educación universitaria”, *Ediciones InfluScience*, 2023.
- [7] R. A. Usanos, “Inteligencia artificial y bioética, España: Universidad Pontificia Comillas”, 2023.
- [8] J. González Alonso, Estudio sobre ChatGPT y herramientas basadas en IA en la educación, Universidad de Valladolid, 2023.

- [9] F. J. García Peñalvo, “La percepción de la Inteligencia Artificial en contextos educativos tras el lanzamiento de ChatGPT: disrupción o pánico”, *Education in the Knowledge Society (EKS)*, vol. 24, p. e31279, 2023.
- [10] A. Pérez Montero, “La desambiguación y el razonamiento en la inteligencia artificial: Análisis lingüístico de ChatGPT”, *Universidad de Alicante*, 2023.
- [11] M. D. Deleon Villagrán, “Perspectivas sobre el ChatGPT: Una herramienta potente en la Educación Superior”, *PANORAMA UNAB*, vol. 11, p. 5, 2023.
- [12] C. R. Cladera Gonzales, “El ChatGPT en la formación de Estudiantes de Administración”, *Universidad NUR*, 2023.
- [13] L. E. Gómez Vahos, L. E. Muriel Muñoz y D. A. Londoño Vásquez, “El papel del docente para el logro de un aprendizaje significativo apoyado en las TIC”, *Revista Encuentros*, vol. 17, n° 02, pp. 118-131, 2019.
- [14] A. Sarrazola, “Uso de ChatGPT como herramienta en las aulas de clase”, *Revista EIA*, vol. 20, n° 40, p. 1-23, 2023.
- [15] J. L. Ramírez Díaz, “El enfoque por competencias y su relevancia en la actualidad: Consideraciones desde la orientación ocupacional en contextos educativos,” *Electrónica Educare*, vol. 24, n° 2, pp. 475-489, 2020.
- [16] M. G. Vargas Sánchez y D. G. Lara Lojano, “La importancia de la formación por competencias para el ámbito laboral,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7, n° 2, pp. 9608-9630, 2023.
- [17] N. F. Hincapié Parejo y C. C. De Araujo, “Evaluación de los aprendizajes por competencias: Una mirada teórica desde el contexto colombiano,” *Revista de Ciencias Sociales*, vol. XXVIII, n° 1, pp. 106-122, 2022.
- [18] P. Morales Bueno, “Aprendizaje basado en problemas (ABP) y habilidades de pensamiento crítico, ¿una relación vinculante?,” *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, vol. 21, n° 2, pp. 91-108, 2018.
- [19] OCDE, “Aprovechar al máximo la tecnología para el aprendizaje y la formación en América Latina,” Paris, 2020.
- [20] Á. Fidalgo Blanco, S. Echaluze y M. Luisa, “Método MAIN para planificar, aplicar y divulgar la innovación educativa,” *Universidad de Zaragoza*, vol. 19, n° 2, 2018.
- [21] M. A. Marcos Rodríguez, A. M. Alvarez Rubio, A. M. Aguado Lingán, D. E. Paz Rubio, J. C. Saldaña Bocanegra y J. W. Carrillo Flores, *Inteligencia Artificial en la educación digital y los resultados de la valoración del aprendizaje*, Mar Caribe de Josefrank Pernalete Lugo, 2023.

- [22] R. Martínez, C. Parkinson, M. Caruso y D. López, “Propuesta de técnicas de validación para la calidad de datos abiertos e identificación de patrones para predicciones con Machine Learning,” XXIV Edición del Workshop de investigadores en Ciencias de la Computación, 2022.
- [23] J. J. Espinosa Zúñiga, “Aplicación de metodología CRISP-DM para segmentación geográfica de una base de datos pública,” *Ingeniería, investigación y tecnología*, vol. 21, n° 1, 2020.
- [24] C. Schröer, F. Kruse y J. M. Gómez, “A Systematic Literature Review on Applying CRISP-DM Process Model,” *Procedia Ciencias de la Computación*, vol. 181, pp. 526-534, 2021.
- [25] P. A. Buitrago Cadavid, J. A. Benavides Guevara, E. J. Restrepo Zapata, J. J. Castro Maldonado y J. A. Patiño Murillo, “Geospatial visualization of indicators for the dynamics of innovation in an educational institution applying clustering techniques,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 012012, p. 2516, 2023.
- [26] J. J. Castro Maldonado, J. A. Patiño Murillo y E. Camargo Casallas, “Aplicación de analítica de datos en la evaluación de los procesos de investigación aplicada y desarrollo experimental para fortalecer las competencias del siglo XXI en una institución de educación no formal,” *Respuestas*, vol. 27, n° 2, pp. 6-26, 2022.
- [27] J. J. Castro Maldonado, “Modelo de evaluación de riesgos informáticos basado en analítica de datos para la comunidad educativa del centro de servicios y gestión empresarial del SENA Regional Antioquia,” *Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, n° 3, p. 323, 2022.
- [28] H. Robles Berumen, *Nuevos métodos para clustering basado en algoritmos evolutivos*, U. Universidad de Córdoba, Ed., 2023.
- [29] S. Raschka, *Python Machine Learning*, Packt Publishing Ltd, 2015, p. 454.
- [30] J. Amat Rodrigo, *Clustering con Python*, Licencia CC BY-NC-SA 4.0, 2020.