



MSc. Santiago Xavier Valarezo Cofre

sant_valarezo23@hotmail.com

Ingeniero en Matemática Pura por la Universidad Central del Ecuador y en Gestión de Empresas por la Universidad Metropolitana del Ecuador. Es Especialista en Enseñanza de la Matemática en la Escuela Politécnica Nacional, Máster en Matemática Computacional por la Universidad de la Rioja, en España y Magister en Educación Superior por la Universidad Israel. Labora a tiempo completo en el Instituto de Ciencias Exactas FERMAT y es Doctorando en Docencia Universitaria.

Cómo citar este texto:

Valarezo Cofre, SX. (2021). Algoritmos y problemas de aprendizaje en la materia de Cálculo, un enfoque sociológico de su aplicación a la Educación Superior. REEA. No. 9, Vol III. Diciembre 2021. Pp. 78-91. Centro Latinoamericano de Estudios en Epistemología Pedagógica. URL disponible en: <http://www.eumed.net/rev/reea>

Recibido: 1 de junio de 2021.

Aceptado: 1 de octubre de 2021.

Publicado: diciembre de 2021.

Indexada y catalogado por:



ALGORITMOS Y PROBLEMAS DE APRENDIZAJE EN LA MATERIA DE CÁLCULO, UN ENFOQUE SOCIOLÓGICO DE SU APLICACIÓN A LA EDUCACIÓN SUPERIOR.

Santiago Xavier Valarezo Cofre
MsC. Instituto de Ciencias Exactas FERMAT
sant_valarezo23@hotmail.com
...

Correspondencia: sant_valarezo23@hotmail.com

RESUMEN

El presente ensayo pretende aportar un enfoque sociológico a la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial como una intervención educativa que identifique con precisión los problemas de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería en la materia de cálculo. La primera sección, a modo introductorio, hace un acercamiento conceptual general para evidenciar el objetivo general de la propuesta. La segunda parte, mediante una breve descripción y análisis de los alcances del Plan CEIBAL, tiende un puente de análisis entre el potencial de la presente propuesta y la sociología con el fin de evidenciar sus implicaciones en la concepción algorítmica y en su aplicación como intervención. La tercera y última parte, llama la atención sobre preocupaciones éticas y sociológicas en materia de algoritmos y su aplicación en aulas universitarias, haciendo un énfasis especial en la actitud docente en medio de este cambio paradigmático, tanto de la definición de las secuencias didácticas como del rol docente al definir las acciones ante los problemas de aprendizaje y las estrategias para identificar las necesidades de sus estudiantes.

Palabras clave: inteligencia artificial, problemas de aprendizaje de cálculo, sistemas algorítmicos en educación, sociología de la educación superior.

ALGORITHMS AND LEARNING PROBLEMS IN CALCULUS, A SOCIOLOGICAL APPROACH TO THEIR APPLICATION TO HIGHER EDUCATION

ABSTRACT

This essay aims to provide a sociological approach to the application of artificial intelligence algorithms as an educational intervention that accurately identifies the learning problems of engineering students in the subject of calculus. The first section, by way of introduction, makes a general conceptual approach to evidence the general objective of the proposal. The second part, through a brief description and analysis of the scope of the CEIBAL Plan, builds a bridge of analysis between the potential of this proposal and sociology in order to show its implications in the algorithmic conception and its application as an intervention. The third and last part draws attention to ethical and sociological concerns regarding algorithms and their application in university classrooms, with special emphasis on the teacher's attitude

in the midst of this paradigmatic change both in the definition of didactic sequences and in the teacher's role in defining actions in the face of learning problems and strategies to identify the needs of his or her students.

Key words: artificial intelligence, computational learning problems, algorithmic systems in education, sociology of higher education.

ALGORITMOS E PROBLEMAS DE APRENDIZAGEM EM CÁLCULO, UMA ABORDAGEM SOCIOLÓGICA À SUA APLICAÇÃO NO ENSINO SUPERIOR

RESUMO

Este ensaio visa proporcionar uma abordagem sociológica à aplicação de algoritmos de inteligência artificial como uma intervenção educacional que identifica com precisão os problemas de aprendizagem dos estudantes de engenharia na disciplina de cálculo. A primeira secção, a título de introdução, faz uma abordagem conceptual geral para demonstrar o objectivo geral da proposta. A segunda parte, através de uma breve descrição e análise do âmbito do Plano CEIBAL, constrói uma ponte de análise entre o potencial desta proposta e a sociologia, a fim de mostrar as suas implicações na concepção algorítmica e a sua aplicação como intervenção. A terceira e última parte chama a atenção para as preocupações éticas e sociológicas relativas aos algoritmos e à sua aplicação nas salas de aula universitárias, com especial ênfase na atitude pedagógica no meio desta mudança paradigmática tanto na definição de sequências didácticas como no papel dos professores na definição de acções face aos problemas de aprendizagem e estratégias para a identificação das necessidades dos seus alunos.

Palavras-chave: inteligência artificial, problemas de aprendizagem do cálculo, sistemas algorítmicos na educação, sociologia do ensino superior.

ALGORITHMES ET PROBLÈMES D'APPRENTISSAGE EN MATIÈRE DE CALCUL, UNE APPROCHE SOCIOLOGIQUE DE SON APPLICATION À L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

RÉSUMÉ

Cet essai vise à fournir une approche sociologique de l'application des algorithmes d'intelligence artificielle en tant qu'intervention éducative qui identifie avec précision les problèmes d'apprentissage des étudiants en génie dans le domaine du calcul. La première section, en guise d'introduction, fait une approche conceptuelle générale pour montrer l'objectif général de la proposition. La deuxième partie, au moyen d'une brève description et analyse de la portée du Plan CEIBAL, établit un pont d'analyse entre le potentiel de cette proposition et la sociologie afin de montrer ses implications dans la conception algorithmique et dans son application comme intervention. La troisième et dernière partie attire l'attention sur les préoccupations éthiques et sociologiques concernant les algorithmes et leur application dans les

clases universitarias, en mettant un accent particulier sur l'attitude enseignante au milieu de ce changement paradigmatique, à la fois dans la définition des séquences didactiques et dans le rôle de l'enseignant lors de définir des actions pour faire face aux problèmes d'apprentissage et des stratégies pour identifier les besoins de leurs élèves.

Mots-clés: intelligence artificielle, problèmes d'apprentissage du calcul, systèmes algorithmiques en éducation, sociologie de l'enseignement supérieur.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, debido a la creciente expansión del desarrollo tecnológico, la existencia de una sociedad inmersa en la Cuarta Revolución Industrial y un futuro que cada día se encuentra más cerca de la Quinta Revolución Industrial, la práctica educativa se ha visto obligada a adaptarse a la vertiginosa propuesta de la inclusión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Mar-Cornelio et al., 2021; Ramírez-Pérez et al., 2021). Todo ello involucra un cambio de paradigma sociológico que se evidencia en la praxis de la escuela. Es por esto que los seres humanos se consagran a aprehender su entorno y a entenderse a sí mismos por medio de la imaginación sociológica en cuanto a la relatividad social y el poder transformador que tiene la historia (Mills, 1961).

Consecuentemente, los avances en la Ciencia de los Datos, el Big Data, la Inteligencia Artificial y la incorporación de algoritmos en la vida diaria han logrado que generaciones enteras de individuos no solo se hayan adaptado, sino que ya han crecido en una sociedad de información digitalizada (Cornejo et al., 2020; Giddens, 1995; Jara & Ochoa, 2020). Hoy en día, resulta cada vez más impensable la ejecución de un proceso en cualquier sector de la sociedad sin la implicación de herramientas tecnológicas, tanto por su novedad y pertinencia, como por las ventajas que trae su adopción como la rapidez, efectividad y ahorro de recursos (Vila & Penín, 2007; Villacís et al., 2014).

Por su parte, la educación superior no queda exenta de la necesidad de la aplicación de herramientas tecnológicas en la optimización de sus procesos sustantivos, en el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, de los modelos de aprendizaje, los recursos de apoyo y gestión de la enseñanza como plataformas web y en la calidad y satisfacción de estudiantes y educandos (Castrillón, 2004; Huapaya et al., 2005; Ortega et al., 2021; Vélez, 2019). En este contexto la educación superior, como abordan diversos investigadores y académicos, puede ser entendida como el semillero de los profesionales que se insertarán productivamente en la sociedad que los modela, por lo que la misma no es indiferente a esta ineludible digitalización y automatización de la sociedad. Asimismo, actualmente la educación superior y el sector de la enseñanza en sentido general van hacia una dinámica académica abierta a la inclusión de algoritmos y herramientas digitales que mejoren todos los procesos antes

abordados (Builes & Carranza, 2008; Hernández & Rengifo, 2015; Ocaña-Fernández et al., 2019; Vílchez, 2007).

Dentro de este contexto académico, la materia de cálculo y las matemáticas en general son dominios susceptibles a generar dificultades de aprendizaje en los estudiantes que requieren una solución dinámica e intuitiva para asegurar la interiorización de los contenidos propuestos, sobre todo en las carreras de filiales técnicas como la ingeniería (Perquez, 2018; Rodríguez et al., 2021; Sheremetov et al., 1999). Desde este punto de vista, la incorporación de herramientas tecnológicas y de inteligencia artificial para resolver problemas de aprendizaje de cálculo en las universidades nace de este cambio paradigmático y trae consigo una serie de consecuencias que merecen un análisis desde la sociología. Adicionalmente, los mismos han evidenciado una respuesta positiva en educadores y educandos (Bullón, 2019; Hernández et al., 2014; Valdivia et al., 2017).

La realización del presente trabajo permitió a su autor un acercamiento sociológico a la problemática de la estandarización del proceso de aprendizaje de la materia de cálculo y a los efectos de la optimización de este proceso a través de algoritmos de inteligencia artificial. Por todo ello, el objetivo de la investigación es analizar desde un enfoque sociológico la aplicación de algoritmos de Inteligencia Artificial en la materia de Cálculo en la Educación Superior en el Ecuador, para la identificación de problemas de aprendizaje en los estudiantes.

De igual manera se realizará una intervención educativa que tiene el propósito de determinar si la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial permite o impacta de manera significativa en la identificación con precisión de los problemas de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería en la materia de Cálculo y si la aplicación de algoritmos de Inteligencia Artificial tiene alguna relación con la identificación de problemas de aprendizaje en los estudiantes en la materia de Cálculo.

METODOLOGÍA

La investigación tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo, a partir de la aplicación de un análisis documental para la exploración del fenómeno objeto de estudio y luego la aplicación de técnicas estadísticas para evaluar su efecto en un grupo de estudiantes de la educación superior. El alcance del estudio es exploratorio y tuvo un diseño experimental de corte transversal. El artículo analiza desde un enfoque sociológico la aplicación de herramientas tecnológicas y algoritmos de Inteligencia Artificial en la identificación de problemas de aprendizaje en la materia de Cálculo en la Educación Superior. El estudio se llevó a cabo entre los meses de marzo y septiembre de 2021, en Guayaquil, Ecuador.

Para la determinación de los resultados de la investigación, la misma se dividió en tres fases:

- 1. La sociología como un apoyo académico para la inteligencia artificial aplicada:** en donde se realiza un análisis documental para el estudio exploratorio del fenómeno objeto

de estudio, a partir de la búsqueda de artículos científicos digitales en revistas indexadas en bases de datos de impacto, fundamentalmente en el periodo de 2017-2021.

2. **Rol del docente y algoritmos:** donde se lleva a cabo un análisis introspectivo del fenómeno hacia el interior del Ecuador y en las instituciones de la educación superior. En él se evalúa el estado actual en cuanto a la aplicación de herramientas tecnológicas y la propia Inteligencia Artificial en la identificación de problemas de aprendizaje en los estudiantes en la materia de Cálculo u otras materias.

3. **Intervención educativa para la identificación con precisión los problemas de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería en la materia de Cálculo:** En esta fase se aplica un instrumento de medición a dos grupos de estudiantes para probar la hipótesis que guía el estudio. Para ello se utiliza el paquete estadístico IBM SPSS Statistics en su versión 22. Se realiza un análisis descriptivo de la media y desviación estándar, se utiliza el contraste no paramétrico U de Mann-Whitney para la prueba de hipótesis y el coeficiente de correlación de Spearman para evaluar si existe correlación entre ambas variables estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La sociología como un apoyo académico para la inteligencia artificial aplicada

Desde un punto de vista sociológico, los objetos que las sociedades crean desde un nivel de perfeccionamiento tecnológico son evidencias del desarrollo previo del conocimiento científico y pretenden perdurar por generaciones en la cultura material de dichos grupos humanos (Giddens, 1995). Concretamente, los sistemas expertos de cálculo matemático propuestos en la presente investigación son objetos que tienen el potencial de suscribirse dentro de la cultura material del proceso de formación universitaria. Un método clásico de la sociología tiene que ver con proponer escenarios de experimentación ficticios semejantes a las experiencias sociales que permanentemente produce la evolución de la vida en sociedad.

Por otra parte, en general, la educación superior involucra una batería de oportunidades y mecanismos que favorecen el tan mencionado desarrollo de los países (Brunner, 2014). Sin embargo, es necesario preguntarse si los sistemas de tutoría inteligente y sus algoritmos, entendidos como un elemento integrante de la sociedad del conocimiento (García, Mora, & Ávila, 2020), se desarrollarán en concordancia con las necesidades de la realidad universitaria ecuatoriana, la cual está ya inserta en una meso realidad latinoamericana, cuya coyuntura aún supera obstáculos y brechas en su trayectoria hacia las redes globales de la educación superior.

Esto encuentra su base en la construcción social de la realidad que nace del interaccionismo simbólico (Berger, 1967) entre los actores educativos que tienen el importante rol de aterrizar las necesidades individuales de los estudiantes, cuantificar sus dificultades de aprendizaje para generar modelos algorítmicos que optimicen y automaticen intuitivamente los procesos necesarios para lograr una identificación e intervención efectivas. Es decir que mientras más dependan de la coyuntura particular las conductas y problemáticas estudiadas, más proclive será el algoritmo a captar únicamente las actitudes que no valen más allá de los límites de esta situación (Bourdieu, 1980).

Para ilustrar esta correlación entre cultura material, interaccionismo simbólico e intervención científica, aparece el Plan CEIBAL como una propuesta de aprendizaje adaptativo en Uruguay (Marrero, 2012). Este proyecto basado en algoritmos pretendía llenar el vacío digital existente en las escuelas uruguayas mediante una solución de aprendizaje en línea denominada Plataforma Adaptativa para las Matemáticas (PAM), y ofrece una gama de herramientas de evaluación para los docentes y de trabajo para que los estudiantes aprendan a su ritmo. A través del algoritmo, la plataforma identifica áreas de perfeccionamiento para luego adaptar el contenido a las necesidades individuales de cada alumno (Marrero, 2012) y se potencia incrementando el acceso de la comunidad educativa a las TIC entregando laptops personales a los estudiantes.

A pesar del impacto positivo que la propuesta generó en la comunidad científica, en los padres de familia y sobre todo en la motivación de los alumnos, el Plan CEIBAL se vio limitado cuando fue aplicado en zonas rurales del país donde los recursos y la conectividad son limitados; además, al principio de su implementación, varias funcionalidades de la plataforma online no fueron comprendidas en su totalidad dado que estaban en inglés. En definitiva, la experiencia del Plan CEIBAL demuestra que, a nivel de programación algorítmica, la plataforma propuesta satisface las necesidades pedagógicas para las que fue creada y alcanza satisfactoriamente los objetivos planteados para su implementación; por otra parte, a nivel sociológico los objetivos se alcanzan a condición de que las exigencias del proyecto (conexión internet, capacitación docente, dominio del inglés) encuentren terreno fértil en las comunidades educativas más aventajadas económicamente (Baker, 2016). Para Mills (1959), los individuos están vinculados a su entorno, pero a su vez, este entorno social está íntimamente relacionado con fuerzas sociales e históricas más amplias que configuran los diferentes niveles de la sociedad.

De esta forma, por ejemplo, los estudiantes de los sectores más desfavorecidos de la sociedad no han tenido acceso a una formación que les permita comprender el inglés de manera que puedan manejar la plataforma sin limitaciones, lo cual se debe a que los docentes de lengua extranjera no han sido capacitados para enseñar un tercer idioma en sectores indígenas donde el español es ya una segunda lengua. A su vez, el idioma inglés es una lengua franca definida como tal como producto de la globalización, una realidad que, conjuntamente con la digitalización moderna, e independientemente de sus detractores y partidarios, es una fuerza social que ejerce influencia innegable sobre el entorno

uruguayo y sobre cada individuo; como consecuencia los estudiantes y docentes que no dominan el idioma se han visto excluidos de las ventajas de la PAM.

Para que un proyecto innovador y con potencial como el Plan CEIBAL cumpla sus nobles objetivos en cada estudiante uruguayo es necesario que la comunidad educativa y los programadores de la plataforma interioricen este postulado sociológico, a fin de evitar caer en una apatía sociológica (Mills, 1959) que deje en el olvido la identificación de problemas explícitos producto de desligar el yo social, el entorno y las fuerzas históricas que los determinan. En resumen, se hace necesario una revalorización de la coyuntura como metodología de contextualización práctica que concentre los esfuerzos de programación y de concepción algorítmica a nivel micro pero con consciencia plena de pertenencia social. De esta manera, tanto programadores como docentes y estudiantes entenderán no solo detalles inherentes al trabajo de concepción en inteligencia artificial sino también a la compleja interrelación de los humanos y las computadoras.

La creación de algoritmos se basa en representaciones de secuencias y sistemas de decisiones que pretenden emular procesos abstractos de la inteligencia humana con miras a la resolución de problemas pero sobre todo al aprendizaje automático que, a pesar de la avanzada dimensión de alcance intuitivo que comienza a perfilarse, está lejos del entramado orgánico que construye la intuición humana. Sin embargo, la era digitalizada impone su ritmo, y se hace necesario un intercambio equilibrado que refuerce la naturaleza socio-técnica de los algoritmos, y optimice “la ubicación de todas estas prácticas dentro de un contexto socio-cultural habitualmente diverso y cambiante” (p. 234)

Rol del docente y algoritmos

Actualmente, la idea que genera un algoritmo evoca automatización de procesos (Hernández, 2018), sistemas de decisión y reglas de aprendizaje de los sistemas (Meza, Garita & Villalobos, 2001). Con la intención de brindar una perspectiva equilibrada al desarrollo, aplicación, y monitoreo de algoritmos, surge también la noción de opacidad (Gómez, 2019) principalmente para llamar la atención sobre preocupaciones éticas y normativas en materia de algoritmos. Entendiendo la opacidad como la tendencia a proteger y crear una gobernanza algorítmica que salvaguarde legalmente los procesos automáticos de aprendizaje y a sus creadores, la problemática se circunscribe en términos de eficiencia y de justicia, en donde el primero entra en discusión con la inexacta calidad de los datos obtenidos cuando se trata de predecir la conducta humana; mientras que la segunda tiene que ver con el secretismo que provoca el tratamiento de datos en internet y su uso a título comercial. El presente trabajo se enfocará en el primer aspecto únicamente.

El funcionamiento de los algoritmos está basado en la conjugación de clasificaciones y sistemas de decisión que recepta informaciones para originar un efecto. Para Gómez (2019) las decisiones de clasificación son opacas y parciales cuando ignoramos cómo ha sido manipulada cierta información para

obtener un resultado; es por esto que las clasificaciones y sistemas de decisión algorítmicas conllevan consecuencias sociales que se evidencian también en la educación superior.

Concretamente, el presente trabajo basa sus clasificaciones algorítmicas en la teoría de inteligencias múltiples de Gardner que buscan una identificación de las necesidades individuales de los estudiantes para resolver sus problemas de aprendizaje en la materia de cálculo. Esta noble tarea será efectuada por un tutor digital que determinará la secuencia y metodología didácticas con base en datos sobre el rendimiento y las inteligencias múltiples de los estudiantes; lo que evidenciará un salto cualitativo de la manera tradicional donde el profesor humano diseña la secuencia didáctica y la aplica sin adaptaciones curriculares en particular.

La literatura consultada sobre este tema, ofrece argumentos que enaltecen la labor docente y sus conclusiones están muy lejos de proponer que los modelos algorítmicos reemplacen a los profesores. Al contrario, concluyen que los grandes docentes motivan a los estudiantes a aprender y les dotan con una amplia variedad de estrategias cognitivas y meta-cognitivas para legar al éxito escolar (Essa, 2016). En contraste, los sistemas algorítmicos creados como intervención didáctica o pedagógica requieren tiempo para una aplicación integral de las ventajas que pretenden demostrar (Baker, 2016). Igualmente, y como ya se analizó anteriormente, el perfil estudiantil es directamente proporcional a la coyuntura y “al contexto social del momento, lo que implicaría actualizaciones demasiado frecuentes de los modelos” (p. 605)

Intervención educativa para la identificación con precisión los problemas de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería en la materia de Cálculo.

Se realizó una intervención educativa exploratoria en dos grupos de estudiantes para evaluar el impacto que tiene la aplicación de algoritmos de Inteligencia Artificial para la identificación con precisión los problemas de aprendizaje en Ingeniería en la materia de Cálculo. Fueron utilizados dos grupos de 30 estudiantes cada uno, uno que lleva a cabo las clases de Cálculo de manera tradicional, sin la aplicación de herramientas tecnológicas novedosas, y un segundo grupo que sí aplica algoritmos de Inteligencia Artificial.

La intervención educativa exploratoria tiene el objetivo de demostrar la necesidad de la aplicación en la educación superior de un enfoque sociológico en la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial para la identificación con precisión los problemas de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería en la materia de Cálculo, lo cual no es posible ni muestra resultados satisfactorios sin la utilización de herramientas tecnológicas como las que se presentan. Fue empleado un cuestionario como instrumento cuantitativo de medición. Se realizaron diez preguntas a cada encuestado, donde se utilizó la escala psicométrica de Likert de cinco puntos para plasmar las respuestas. La escala de Likert empleada va de 1 a 5, donde 1 se corresponde con una percepción Totalmente en Desacuerdo con el elemento evaluado (negativa) y 5 es Totalmente de Acuerdo (positiva).

Posteriormente, los datos obtenidos fueron analizados con el paquete estadístico IBM SPSS Statistics en su versión 22. El análisis preliminar de los datos arrojó que los 60 cuestionarios no tenían elementos perdidos, de igual manera los resultados tenían valores aceptables de confiabilidad con un Alfa de Cronbach superior a 0.7 e inferior a 0.9 en todos los casos.

Los estadísticos descriptivos utilizados fueron la Media y la Desviación Estándar. Posteriormente, para la prueba de hipótesis, se realizó un análisis comparativo con los resultados que fueron obtenidos, para ello se utilizó el contraste no paramétrico U de Mann-Whitney. Con la aplicación de esta prueba estadística se evaluó que la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial permite la identificación con precisión de los problemas de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería en la materia de Cálculo. Los datos obtenidos, como se muestra en la Figura 1 para $n=30$, arrojaron que se obtiene un $p_valor \leq 0,05$ lo que demuestra que existen diferencias significativas entre las muestras comparadas para el grupo de control (no aplica herramientas tecnológicas novedosas en la impartición de la materia Cálculo) y el grupo experimental o de intervención (sí aplica algoritmos de Inteligencia Artificial en la impartición de la materia Cálculo y en la identificación de problemas de aprendizaje de los estudiantes).

Tabla 1

Estadísticos Descriptivos

| | N | Media | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
|---|----------|--------------|----------------------------|---------------|---------------|
| Identificación de problemas de aprendizaje en los estudiantes | 30 | .68 | .479 | 0 | 1 |
| Aplicación de algoritmos de Inteligencia Artificial | 30 | 2.00 | .830 | 1 | 3 |

Tabla 2

Rangos

| Aplicación de Algoritmos de Inteligencia Artificial | | N | Rango Promedio | Suma de Rangos |
|---|-------|----------|-----------------------|-----------------------|
| Identificación de problemas de aprendizaje en los Estudiantes | Si | 10 | 8.00 | 80.00 |
| | No | 10 | 13.00 | 130.00 |
| | Total | 20 | | |

Figura 1

Estadísticos de Prueba^a

| | Identificación de problemas de aprendizaje en los estudiantes | de de los |
|-----------------------------|--|------------------|
| U de Mann-Whitney | | 25,000 |
| W de Wilcoxon | | 80,000 |
| Z | | -2,517 |
| Sig. Asintónica (Bilateral) | | .012 |

^a. Variable de agrupación: Aplicación de algoritmos de Inteligencia Artificial

Finalmente, a partir de los datos obtenidos en el análisis comparativo, se analizó si la aplicación de algoritmos de Inteligencia Artificial tiene alguna relación con la identificación de problemas de aprendizaje en los estudiantes en la materia de Cálculo. Para ello, en la Figura 2 se calcula el coeficiente de correlación de Spearman, arrojando que $\rho=0,814$. Este valor indica que sí existe correlación, una correlación alta significativa entre ambas variables. Además, se está en presencia de una relación lineal positiva, debido a que en la medida que se aplican de manera más intencionada los algoritmos de Inteligencia Artificial en la materia de Cálculo, se observa una mejor y mayor identificación de problemas de aprendizaje en los estudiantes.

Figura 2

Análisis comparativo entre la aplicación de algoritmos de Inteligencia Artificial y su impacto en la identificación de problemas de aprendizaje en los estudiantes en la materia de Cálculo

| | | | Aplicación de algoritmos de Inteligencia Artificial | Identificación de problemas de aprendizaje en los estudiantes |
|-----------------|---|---|--|--|
| Rho de Spearman | Aplicación de Algoritmos de Inteligencia Artificial | Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) | 1,000 | ,814** |
| | | N | 30 | 30 |
| | Identificación de problemas de aprendizaje en los estudiantes | Coeficiente de Correlación Sig. (bilateral) | ,814** | 1,000 |
| | | N | 30 | 30 |

** La Correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas)

CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación permitieron llevar a cabo una discusión con base en la literatura científica actualizada e indexada en bases de datos de impacto sobre la problemática que constituyen los estilos de aprendizaje, en un contexto marcado por el empleo progresivo las Tecnologías de la Información y la Comunicación y una sociedad marcada por la Cuarta Revolución Industrial. Estas herramientas tecnológicas disponibles han tenido un impacto positivo en la materia de Cálculo, para lo cual se realiza el estudio siguiendo un enfoque sociológico acerca de su aplicación en la Educación Superior, contextualizado en el Ecuador.

En el análisis científico y la discusión realizados se concluye que la inteligencia artificial, como parte de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, si bien constituye un avance tecnológico novedoso y pertinente en la actualidad, con disímiles áreas de aplicación en todos los sectores de la sociedad, tampoco es por sí solo una solución irrefutable en el mejoramiento de todos los problemas en un sistema educativo. Su aplicación incluye la adopción de una estrategia, plan de acciones, estilos de aprendizaje y modelos pedagógicos adecuados y coherente con los objetivos a alcanzar en cada nivel.

En tal sentido, los proyectos y futuras investigaciones en esta área académica, que busquen implementar procesos relacionados con la aplicación de la Inteligencia Artificial como intervenciones educativas para resolver problemáticas del proceso de enseñanza- aprendizaje, tendrán un impacto positivo. Ello se debe al elevado rango de alcance, aplicación y popularidad de los algoritmos de inteligencia artificial, los cuales deben ser implementados en concordancia con el contexto particular de cada institución del Ecuador.

Las limitaciones del estudio se derivan del alcance exploratorio de la investigación y de las características de la intervención educativa realizada a 60 sujetos o estudiantes. Es por ello que no se pudo analizar con toda la profundidad requerida o rigor científico el fenómeno estudiado para llegar a conclusiones que fueran generalizables a toda la población, al menos en las instituciones del nivel superior en el Ecuador. Sin embargo, el estudio puede ser considerado un referente válido para el análisis de la problemática de la aplicación de herramientas tecnológicas y algoritmos de inteligencia artificial en la identificación con precisión de los problemas de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería en la materia de Cálculo, una visión y enfoque sociológico de la cuestión en la educación superior en el Ecuador.

De esta forma, para futuros estudios en los que se aborde la aplicación de la Inteligencia Artificial, con los modelos empleados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, con la didáctica de las matemáticas y con la sociología, se hace necesario contar con una revisión exhaustiva de la literatura actualizada y de impacto, la cual en este momento se revela como escasa. Del mismo modo se debe escoger un enfoque sociológico adaptado a las necesidades del estudio, lo que permitirá delimitar el análisis y afinar las conclusiones.

REFERENCIAS

- Baker, R. S. (2016). Stupid tutoring systems, intelligent humans. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26(2), 600-614.*
- Berger, P. (1967). Introducción a la sociología. México, Limusa-Wiley SA.*
- Builes, J. A. J., & Carranza, D. A. O. (2008). Uso de técnicas de Inteligencia Artificial en ambientes distribuidos de enseñanza/aprendizaje. Revista Educación en Ingeniería, 3(5), 98-106.*
- Castrillón, E. P. (2004). Sistemas tutoriales inteligentes, un aporte de la inteligencia artificial para la mediación pedagógica. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 1(12).*
- Cornejo, M. A. N., Desiderio, S. V. E., & Agreda, O. E. O. (2020). Estilos de aprendizajes e inteligencia artificial. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 5(9), 222-253.*
- Essa, A. (2016). A possible future for next generation adaptive learning systems. Smart Learning Environments, 3(1), 1-24.*

- Bullón, Á. L. G. (2019). Enseñanza y divulgación de las Ciencias: Las nuevas matemáticas: La Inteligencia Artificial. *Revista 100cias@ uned*, 12, 111-114.
- Giddens, A. (1995). *La Constitución de la sociedad*. Buenos Aires, Argentina. Editorial Amorrortu.
- Gómez, C. E. (2019). Estudios críticos sobre algoritmos: ¿un punto de encuentro entre la ingeniería y las ciencias sociales? *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 14(41).
- Hernández, J. A. D., & Rengifo, Y. S. P. (2015). Los sistemas tutores inteligentes y su aplicabilidad en la educación. *Horizontes Pedagógicos*, 17(2), 104-116.
- Hernández, M. G., Tarasenko, A., & Karelin, O. (2014). Redes semánticas en la enseñanza de las matemáticas. *PÁDI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 2(3).
- Huapaya, C. R., Arona, G. M., & Lizarralde, F. A. (2005). Enseñanza de la ingeniería con sistemas tutoriales inteligentes. *Información tecnológica*, 16(5), 75-78.
- Jara, I., & Ochoa, J. M. (2020). Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación. Sector Social división educación. Documento para discusión número IDB-DP-00-776. BID. doi: <http://dx.doi.org/10.18235/0002380>.
- Marrero, A. (2012). *Introducción a la Investigación en ciencias sociales*. Montevideo, Uruguay. FCU.
- Mar-Cornelio, O., Ramírez-Pérez, J. F., López-Cossio, F., Morejón, M. M., & Orellana-García, A. (2021). Impacto de la Maestría en Informática Médica Aplicada en la informatización de la salud pública cubana. *Revista Información Científica*, 100(2).
- Mills, C. W., Germani, G., & Torner, F. M. (1961). *La imaginación sociológica (Vol. 2)*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L. A., & Garro-Aburto, L. L. (2019). Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 536-568.
- Ortega, J. G. C., Pérez, J. F. R., & González, R. C. (2021). El impacto de los recursos educativos abiertos en la socialización del conocimiento en el sistema educativo ecuatoriano. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 14(6), 59-71.
- Perquez, L. D. (2018). Efecto de la ejercitación de problemas matemáticos en contexto a través de la inteligencia artificial. In [2018] *Congreso Internacional de Educación y Aprendizaje*.
- Ramírez-Pérez, J. F., Torres, V. G. L., Ledo, M. J. V., Pérez, A. D. R. R., & Valdés, M. M. (2021). Las tecnologías de la información y la comunicación como factor de desempeño competitivo en instituciones de salud. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 32(2).
- Rodríguez, J. M. C., Raffi, L. M. G., & Pérez, E. A. S. (2021). Aprender como una máquina: Introduciendo la inteligencia artificial en la enseñanza secundaria. *Modelling in Science Education and Learning*, 14(1), 5-14.
- Sheremetov, L., Núñez, G., & Guzmán, A. (1999). Tecnologías de Inteligencia Artificial y de agentes computacionales en la educación: el Proyecto EVA. *Revista Academia*, 23, 45-53.

- Valdivia, Z. Z. G., Chávez, M. D. C., & Castellanos, M. G. (2017). Resolución de problemas en el proyecto integrador de la asignatura Inteligencia Artificial en la Universidad Metropolitana. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(4), 106-113.
- Vila, E. M. S., & Penín, M. L. (2007). Monografía: Técnicas de la Inteligencia Artificial aplicadas a la educación. *Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 11(33), 7-12.
- Villacís, C. J., Fuertes, W. M., Bustamante, C. A., Zambrano, M. E., Torres, E. P., Aules, H. M., ... & Basurto, M. O. (2014). Optimización del juego tres en raya con niveles de dificultad utilizando heurísticas de inteligencia artificial. *AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento*, 3(2), 95-106.
- Vélez, R. G. (2019). *Contribuciones a la gestión del conocimiento en el ámbito de la educación superior mediante técnicas de inteligencia artificial (Doctoral dissertation, Universidade de Vigo)*.
- Vílchez, E. (2007). *Sistemas expertos para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en la educación superior. Cuadernos*, 3, 42-64.