

# Realidad Virtual en el aprendizaje de algoritmos de búsqueda en estudiantes de ingeniería

## Virtual Reality in search algorithms learning in engineering students

Gloria Salvador<sup>1,a</sup>, Iván Salvador<sup>2,b</sup>, Jorge Mayhuasca<sup>1,c</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática. Lima, Perú

<sup>2</sup> Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Lambayeque, Perú

<sup>a</sup> Autor de correspondencia: [gloria.salvador@unmsm.edu.pe](mailto:gloria.salvador@unmsm.edu.pe), <https://orcid.org/0000-0002-4613-7227>

<sup>b</sup> E-mail: [isalvador22@unprg.edu.pe](mailto:isalvador22@unprg.edu.pe), <https://orcid.org/0000-0002-3911-8706>

<sup>c</sup> E-mail: [jmayhuascag@unmsm.edu.pe](mailto:jmayhuascag@unmsm.edu.pe), <https://orcid.org/0000-0002-6465-4738>

### Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar el impacto de la gamificación con realidad virtual en el aprendizaje de algoritmos de búsqueda en la asignatura de Inteligencia Artificial de la Escuela de Ingeniería en Computación e Informática de la UNPRG. Se empleó un diseño cuasi-experimental con dos grupos para medir los rendimientos académicos y la satisfacción de 22 estudiantes, mediante una prueba y un cuestionario tipo escala de Likert con alfa de Cronbach de 0.91, respectivamente. El rendimiento del grupo experimental mostró una mejora altamente significativa frente al grupo de control ( $p < 0.01$ ) y el nivel de satisfacción fue muy bueno en 86.4%.

Palabras clave: gamificación, realidad virtual, aprendizaje móvil, satisfacción, algoritmos de búsqueda.

### Abstract

The aim of the research was to determine the impact of virtual reality gamification on the learning of search algorithms in the subject of Artificial Intelligence at UNPRG's school of computer engineering and informatics. A quasi-experimental design with two groups was used to measure the academic performance and satisfaction of 22 students, using a test and a Likert scale questionnaire with Cronbach's alpha of 0.91, respectively. The performance of the experimental group showed a highly significant improvement compared to the control group ( $p < 0.01$ ) and the level of satisfaction was very good at 86.4%.

Keywords: gamification, virtual reality, mobile learning, satisfaction, search algorithms.

Recibido: 31-07-2024 - Aceptado: 18-10-2024 - Publicado: 30-12-2024

#### Citar como:

Salvador, G., Salvador I. & Mayhuasca, J. (2024). Realidad Virtual en el aprendizaje de algoritmos de búsqueda en estudiantes de ingeniería. Revista Peruana de Computación y Sistemas, 6(2):35-43. <https://doi.org/10.15381/rpcs.v6i2.28651>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Computación y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original.

## 1. Introducción

El crecimiento exponencial de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) facilita el acceso a grandes volúmenes de información, lo que contribuye a la sociedad del conocimiento, a consecuencia de la digitalización, el área educativa requiere uno de los servicios y herramientas tecnológicas que cambien la forma en la que se estudia a una escala sin precedentes [1] [2], que motiva a mejorar la naturaleza creativa de la educación [3]. Los educadores deben incorporar distintas herramientas al proceso de enseñanza-aprendizaje, de modo que afecte positivamente la manera en que se estudia, cómo se construye y procesa el conocimiento; para así hacer posible alcanzar los objetivos personales de aprendizaje del alumno [4].

En la Escuela de Ingeniería de Computación e Informática de la UNPRG se encontró un bajo rendimiento en el aprendizaje de algoritmos de búsqueda en el curso de Inteligencia Artificial, indicador de una comprensión limitada y una aplicación insuficiente de estos conceptos. Por lo cual se consideró necesario desarrollar estrategias educativas innovadoras que motiven y faciliten el aprendizaje, especialmente en campos que requieren la solución de problemas basados en lógica y conceptos abstractos, como los algoritmos de búsqueda, donde la planificación de movimientos y una representación gráfica clara suelen ser esenciales.

Y ya que la realidad virtual (RV) ha demostrado ser una herramienta educativa útil, especialmente en campos que requieren la visualización de conceptos complejos, mejorando el aprendizaje activo, la retención de datos y la comprensión a través de experiencias prácticas [5] [6], su elección para la presente investigación se basó en su capacidad para proporcionar una representación visual clara y dinámica, que permite a los estudiantes explorar procesos conceptuales y experimentar con ellos en tiempo real, facilitando una comprensión más profunda y práctica en comparación con enfoques tradicionales [7] [8]. Ante esto, surge la siguiente pregunta: ¿En qué medida la implementación de gamificación en realidad virtual puede optimizar el aprendizaje de los algoritmos de búsqueda?

Este artículo explora el desarrollo de esta propuesta comenzando con una revisión de la literatura que aborda las estrategias educativas basadas en gamificación y realidad virtual, las metodologías y los procedimientos utilizados para implementarlas, así como los resultados obtenidos después de su aplicación en el entorno académico. Además, se discuten las consecuencias de este método y las posibilidades que tiene para mejorar la enseñanza de conceptos complejos.

## 2. Revisión de literatura

### 2.1. Realidad Virtual

La realidad virtual se define como una interfaz humano-computadora que proporciona experiencias inmersivas a través de múltiples canales sensoriales [9], brindando inmersión sensorial, enfocándose en

estímulos visuales y de audio con algunas interfaces hápticas o táctiles [10]. Estas experiencias son facilitadas por dispositivos como pantallas, gafas y altavoces, que crean una ilusión de entorno simulado [9][11].

Richards [12] considera que para las experiencias virtuales no solo se deben considerar dispositivos inmersivos especializados, tales como cascos de inmersión, lentes HMD o pantallas inmersivas, sino también tabletas y teléfonos inteligentes, alentando el uso de distintos medios digitales. Checa y Bustillo [5] destacan que el uso de estos dispositivos simples puede reducir barreras cognitivas y tecnológicas, facilitando su adopción en entornos educativos con menos recursos. ofreciendo una mayor accesibilidad sin comprometer significativamente la experiencia del usuario [6].

Los entornos virtuales son útiles para el aprendizaje, ya que invitan a los participantes a interactuar con el contenido de maneras novedosas [10], por lo que es clave encontrar un equilibrio entre costo, grados de libertad y eficacia educativa [8] pues la adopción de estas tecnologías depende de la disponibilidad de hardware adecuado, lo que convierte a las versiones de escritorio en una opción accesible y efectiva para las instituciones educativas que buscan implementar estas innovaciones [13].

Lo cual permite a los estudiantes tener una experiencia de aprendizaje robusta y presenta un gran potencial para mejorar el proceso educativo al agregar el uso de material digital multimodal de manera accesible [9][14][15].

### 2.2. Aprendizaje móvil

Yu et al. [16] exploraron enfoques pedagógicos, que proporcionen suficiente libertad a los estudiantes para sentirse cómodos para adquirir conocimientos con la ayuda de profesores y compañeros a través de plataformas en línea mejoradas con tecnología, asegurando que estos no solo podrían mejorar la eficacia del aprendizaje, sino también motivar a los estudiantes [17].

Además, Deliyannis y Kaimara [9] agregan que los dispositivos de comunicación personalizados utilizados por la mayoría de la población, como teléfonos móviles y tabletas, forman un ecosistema que puede soportar el uso de herramientas tecnológicas de aprendizaje. Dado que los dispositivos móviles son livianos, portátiles e intuitivos de usar; ya que brindan una pantalla táctil, se prefieren al uso de computadoras portátiles o de escritorio, promoviendo un aprendizaje más autónomo y centrado en el estudiante [17].

El aprendizaje móvil plantea desafíos que pueden ser respaldados por entornos de aprendizaje interactivos y juegos [15] donde los diseños de estos ofrecen experiencias de usuario atractivas y son ricas en medios, temas, contexto y nivel [9]. Algunas tecnologías modernas que reúnen esas características son, por ejemplo, la realidad virtual, aumentada y mixta, junto a los hologramas [18] [9] [16].

Gee[19] afirma que, los juegos educativos podrían, al menos, ejercer un efecto positivo en los

resultados de aprendizaje y que juegan un papel importante en la satisfacción de los estudiantes. Si bien, las experiencias basadas en la gamificación han tenido impacto en los niveles de educación básica y media, se están incorporando paulatinamente a los entornos universitarios [20] con el fin de mejorar el desempeño general de las instituciones de educación superior.

### 2.3. Gamificación

Gee [19] afirma que los buenos juegos son máquinas de aprendizaje naturales, puesto que fomentan la experimentación y la resolución creativa de problemas, además de ayudar a involucrar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje. El uso de juegos tiene beneficios asociados con las oportunidades potenciales que brindan para el aprendizaje, por lo que se ha buscado aplicar elementos de diseño de juegos a diversas situaciones fuera de un entorno basado en juegos [21].

Lee [22] en su obra, *El Aula Multijugador*, afirma que la experiencia gamificada ideal debe contar con comunicación para fomentar el contenido generado por los estudiantes, donde el docente debe entregar un problema, búsqueda o misión a superar; colaboración, pues es importante para el proceso de aprendizaje seguir la mecánica de juegos multijugador; puntuación, como tablas de clasificación, niveles o recompensas por la participación; misiones o problemas, ya que todo juego debe tener objetivos que cumplir; trama, es decir, una línea argumental que une tareas o niveles de manera coherente; y un mapa del conocimiento como una guía ilustrada de la progresión del contenido de la clase. Además, Bovermann, et al. [23] indican que la gamificación puede aumentar la motivación y el compromiso del estudiante, facilitando un entorno de aprendizaje más interactivo.

En esta línea, Coban et al. [8] destacan la importancia de integrar la gamificación en el aula para aumentar tanto la motivación como el compromiso de los estudiantes, a fin de transformar el aprendizaje al fomentar experiencias interactivas y colaborativas [24]. Falah et al. [25] señalan que la Realidad Virtual (RV) ha emergido como un método alternativo, interactivo, dinámico y eficaz para mejorar el aprendizaje en diversas disciplinas, no limitándose solo a áreas relacionadas con la ingeniería. Este enfoque resulta especialmente relevante dado que muchos temas en la educación actual presentan desafíos que los métodos tradicionales de enseñanza no siempre logran abordar de manera efectiva, por lo que la realidad virtual, tanto inmersiva como no inmersiva surgen como alternativas para optimizar este proceso educativo [13].

### 2.4. Algoritmos de búsquedas

Los algoritmos de búsqueda constituyen un dominio fundamental de la informática y la inteligencia artificial y tienen diversas aplicaciones en una amplia gama de problemas y procedimientos [15], pues toma como entrada un problema y devuelve una solución en forma de secuencia de acciones [26].

La visualización de su funcionalidad y aplicación interactiva, puede simbolizarse mediante representaciones gráficas, en actividades de aprendizaje que pueden ayudar a los estudiantes a conectar los conceptos y procedimientos abstractos con experiencias y ejemplos concretos, pues facilita el reconocimiento y comprensión [15].

Grivokostopoulou et al., [15] reconocieron que el dominio de los algoritmos de búsqueda es un dominio difícil de enseñar, pues requiere muchas explicaciones, ilustraciones y material didáctico, además de un medio gráfico como una pizarra. Asimismo, afirmaron que es un tema complejo para que se comprenda profundamente e implemente correctamente por los estudiantes.

Los algoritmos de búsqueda juegan un papel fundamental en la resolución de problemas de grafos, permitiendo explorar y encontrar rutas eficientes en diversas estructuras de datos. La búsqueda a lo ancho es definida por Russell y Norvig [26] como una búsqueda no informada que explora todos los vecinos de un nodo inicial antes de avanzar a niveles más profundos. La búsqueda en profundidad, también descrita por estos autores, expande los nodos de forma exhaustiva, avanzando en cada camino hasta que no se pueda continuar. Por otro lado, la búsqueda de Dijkstra [27] se utiliza para encontrar el camino más corto en un grafo ponderado, explorando nodos vecinos y seleccionando el más cercano con base en una métrica de distancia acumulada.

## 3. Metodología

La investigación fue tecnológica, el diseño cuasiexperimental de grupo control no equivalente, donde estos estuvieron conformados por estudiantes que llevan el curso de Inteligencia Artificial en la escuela de ingeniería en computación e informática de la UNPRG. La muestra se diseñó con 95% de confiabilidad, se asumió un error en el rendimiento académico de 1.8 puntos y 4 de desviación estándar en los rendimientos académicos anteriores, obteniéndose 19 estudiantes y tomándose 22, por aproximación por exceso debido al tamaño del aula.

Para desarrollar la gamificación se elaboró una aplicación móvil "SearchM" de manera iterativa en la plataforma de desarrollo Unity 6000, con el editor de diseño tridimensional ProBuilder, basada en las necesidades del curso de algoritmos de búsqueda, de 8 escenas, centrada en el tema de algoritmos de búsqueda en 5 mecánicas, tanto instruccionales como gamificadas: 1) Presentación de teoría en texto y video, 2) ejercicios interactivos de arrastrar y soltar, 3) laberinto tridimensional aleatorio para la búsqueda de soluciones, 4) ejercicio propuesto gráfico de rutas aleatorias y 5) autoevaluación.

Se realizaron pruebas piloto con un grupo pequeño de estudiantes, ajustando los aspectos técnicos y didácticos de la aplicación antes del experimento principal para garantizar la validez interna. Además, se

replicaron condiciones de enseñanza para ambos grupos del experimento, asegurando que los estudiantes del curso de Inteligencia Artificial, tuvieran acceso a los mismos recursos educativos, excepto por la inclusión de la aplicación "SearchM" en el grupo experimental para asegurar control sobre las variables externas para que los resultados obtenidos sean generalizables a otros contextos educativos similares.

Los instrumentos para la toma de datos fueron pruebas de examen sobre algoritmos de búsqueda con preguntas de teoría y práctica y un cuestionario de escala tipo Likert de 10 ítems con 4 valoraciones para evaluar la calidad de uso de la aplicación, donde: TD= Totalmente en desacuerdo (1), D= En desacuerdo (3), A= De acuerdo (5), TA= Totalmente de acuerdo (7) con un alfa de Cronbach de 0.91. Para la prueba de hipótesis se utilizó t-student. Ambos instrumentos fueron aplicados previo al correspondiente consentimiento informado, en 2 grupos para el control y 3 para el experimental.

#### 4. Resultados

La aplicación móvil "SearchM" se construyó considerando una paleta de colores armoniosa, sencilla, coherente y vibrante, teniendo en cuenta su escalabilidad hacia pantallas de distintos dispositivos móviles. Se incorporaron mecánicas de presentación de teoría, ejercicios interactivos y de autoevaluación (Fig. 1), para una experiencia informativa e interactiva.

El desarrollo de la aplicación ejecutable en dispositivos móviles Android, se realizó utilizando un

enfoque iterativo en la plataforma Unity 6000, con el editor tridimensional ProBuilder para crear entornos virtuales, en una laptop Lenovo Yoga 900-13ISK equipada con un chipset gráfico Intel Skylake 15W GT3e, lo que permitió optimizar la visualización y el rendimiento del sistema. Además, se utilizó un enfoque ágil de desarrollo de software, basado en la metodología Scrum, para mejorar de forma continua las funcionalidades y la experiencia del usuario.

La Figura 2 presenta una pre visualización de las escenas en la plataforma Unity, las que se detallarán a continuación.

La escena de Menú de acceso presenta los botones interactivos: Algoritmos, que redirige a una explicación sobre los algoritmos de búsqueda; Practica, que lleva a un ejercicio drag and drop; dos botones etiquetados como M y G para acceder a experiencias interactivas con un laberinto y un grafo, respectivamente; Evalúa, que conduce a una escena de autoevaluación; además de Configuraciones para controles de sonido y un botón de Salida.

La primera mecánica implementada fue la presentación teórica, desarrollada en dos escenas: la de Algoritmos, que muestra la información en formato texto, y la de Video, que representa la teoría de forma gráfica.

Las mecánicas interactivas se integraron en la escena de Ejemplo, con ejercicios de arrastrar y soltar; la escena de Laberinto, donde los usuarios navegan por un laberinto tridimensional aleatorio; y la escena de Ruta, que presenta un grafo aleatorio con solución.

Finalmente, mecánica de autoevaluación se implementó en la escena Quiz, con 25 preguntas de opción múltiple.

La escena Laberinto, presenta un árbol representado por un laberinto, con una construcción tridimensional aleatoria en una cuadrícula de 8x8 haciendo uso del método recursivo, jugable en primera persona, con dos joysticks para el movimiento del jugador y de la vista, además de un minimapa en la parte izquierda superior para una vista completa del laberinto y se puede cambiar

Figura 1 Wireframe de escenas de la aplicación "SearchM"

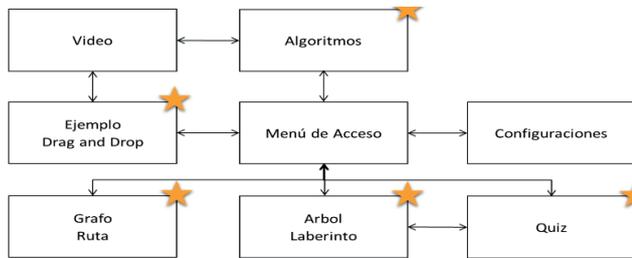
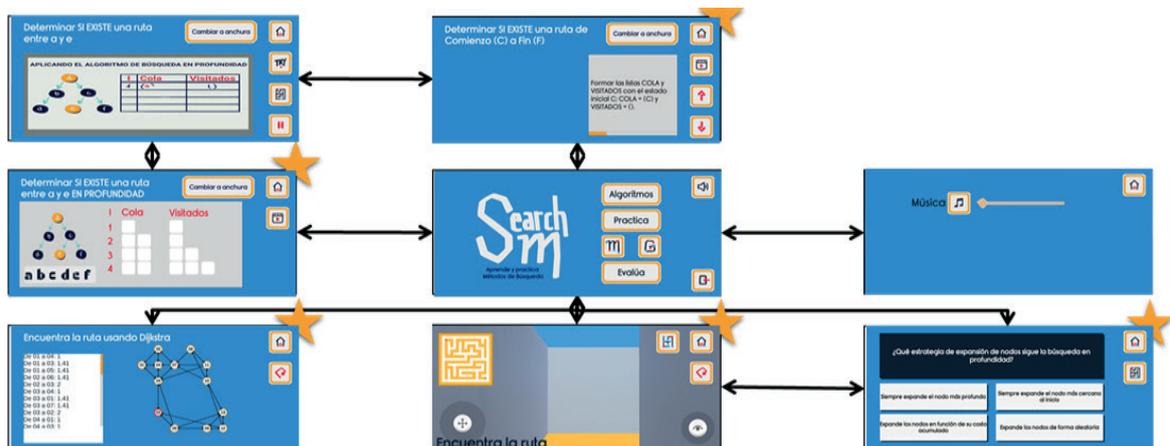


Figura 2 Prototipo de escenas de la aplicación "SearchM"



la vista de laberinto a árbol. Donde el objetivo es decidir el camino correcto a partir de cada nodo, desde una posición de inicio hasta el final. La escena Ruta, presenta un grafo aleatorio, donde se muestran los caminos y sus distancias entre nodos, es interactiva para seleccionar rutas y calcularlas de manera automática. Donde el objetivo es seleccionar un nodo inicial y un nodo final para observar el desarrollo automático del ejercicio. Además, es posible recargar ambas escenas para tener un nuevo laberinto o grafo, respectivamente.

Se construyó el cuestionario de calidad del uso de la aplicación basada en ISO/IEC 25010 [28], considerando la dimensión de Satisfacción, con los indicadores de utilidad y comodidad, con 10 ítems divididos en 5 y 5 para cada indicador.

En la Tabla 1 se muestra que la totalidad de estudiantes están de acuerdo en que la aplicación es útil, pues considera que esta ha contribuido al aprendizaje de Algoritmos de búsqueda, proporcionando una nueva forma de abordar los conceptos y es un recurso valioso para el aprendizaje, contribuyendo de manera gráfica al tema y aseguran que recomendarían el uso de la aplicación para el aprendizaje de Algoritmos de búsqueda.

Asimismo, más del 95% de estudiantes encontraron cómodo el uso de la aplicación, considerando que la aplicación y sus elementos les brindaron una experiencia de usuario satisfactoria, de manera amigable, interactiva, navegable y sin problemas.

**Tabla 1**

*Calidad de uso de la aplicación "SearchM" percibida por los estudiantes de la asignatura de Inteligencia Artificial en la escuela de ingeniería en computación e informática – UNPRG*

		(n=22) %		
Ítems		D	A	TA
Utilidad	[La aplicación 'SearchM' ha contribuido al aprendizaje de Algoritmos de búsqueda.]	0.00	45.45	54.55
	[La aplicación 'SearchM' proporciona una nueva forma de abordar los Algoritmos de búsqueda.]	0.00	36.36	63.64
	[La aplicación 'SearchM' es un recurso valioso para el aprendizaje de los Algoritmos de búsqueda.]	0.00	45.45	54.55
	[La aplicación 'SearchM' contribuye ejemplificando gráficamente los Algoritmos de búsqueda.]	0.00	45.45	54.55
	[Recomendaría la aplicación 'SearchM' para el aprendizaje de Algoritmos de búsqueda.]	0.00	40.91	59.09
Satisfacción	[La aplicación 'SearchM' brindó una experiencia de usuario satisfactoria.]	0.00	45.45	54.55
	[La disposición de los elementos de la aplicación 'SearchM' facilitó la interacción y navegación.]	4.55	45.45	50.00
	[La aplicación 'SearchM' fue amigable.]	0.00	36.36	63.64
	[Usó sin problemas la aplicación 'SearchM']	4.55	45.45	50.00
	[Se sintió cómodo(a) al usar la aplicación 'SearchM']	0.00	36.36	63.64

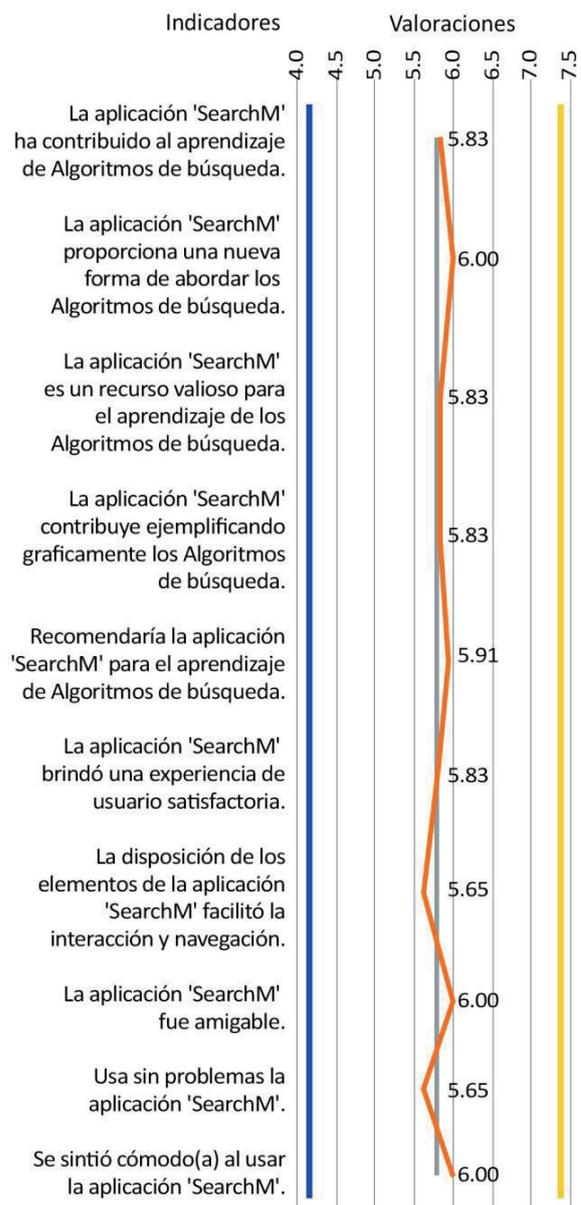
Fuente: Cuestionario aplicado 21/03/24  
 Valoraciones: TD= Totalmente en desacuerdo (1), D= En desacuerdo (3), A= De acuerdo (5), TA= Totalmente de acuerdo (7).

En la Figura 3 se presentan las variaciones de los indicadores de Utilidad y Comodidad, cuyo el promedio es  $5.78 \pm 1.63$ . Se evidencia que el usuario está satisfecho con la aplicación, porque consideran que ha contribuido al aprendizaje de los algoritmos de búsqueda, proporcionando una nueva forma de abordar el tema de manera amigable y que la recomendarían como herramienta de aprendizaje.

Donde, de 10 ítems, 8 presentan datos positivos en las valoraciones de acuerdo y en totalmente de acuerdo. Además, solo 2 se encuentran alejados por debajo de la media, el cual está relacionado a la disposición de los elementos en distintas resoluciones de dispositivos móviles.

**Figura 3**

*Variación de los indicadores de calidad de uso de la aplicación "SearchM" percibidos por los estudiantes de la asignatura de Inteligencia Artificial en la escuela de ingeniería en computación e informática - UNPRG*



Fuente: Cuestionario aplicado 21/03/24

**Tabla 2**

Niveles de Calidad de uso de la aplicación "SearchM" percibidos por los estudiantes de la asignatura de Inteligencia Artificial en la escuela de ingeniería en computación e informática - UNPRG

Niveles de calidad de uso	Rango de valoración	n	%
Regular	10-30	0	0.0
Bueno	30-50	3	13.6
Muy bueno	50-70	19	86.4
Total		22	100.0
$\bar{X} \pm S$		57.27±7.03	

Fuente: Cuestionario aplicado 21/03/24

En la Tabla 2, se aprecian los niveles de calidad de uso de la aplicación, los cuales se encuentran dentro del rango de muy bueno 86.4. Resultado que presenta alta homogeneidad para la calidad del uso del aplicativo y una aceptación consistente del mismo como herramienta de aprendizaje para el tema de Algoritmos de búsqueda.

En cuanto al rendimiento académico, en la Tabla 3 y en la Figura 4 se observan los resultados organizados en la escala educativa vigesimal de cinco niveles.

Existe una diferencia a simple vista entre los resultados de los grupos control y experimental, ya que, si bien ambos comienzan con la totalidad de la muestra en el nivel deficiente, para el grupo control el después aún evidencia que más del 80% se encuentra en los niveles de deficiente y regular, y para el grupo experimental más del 70% se encuentra en los niveles de regular y bueno (Tabla 3).

Además, en la Figura 4 se observa que, parte de la muestra del grupo experimental recibió calificativos excelentes.

Se puede observar otra diferencia en la Tabla 3, en los promedios post test, 9.6 perteneciente al grupo control y 13.22 perteneciente al grupo experimental, los que califican en los niveles deficientes y bueno respectivamente. Una vez aplicada la prueba t-student,

**Tabla 3**

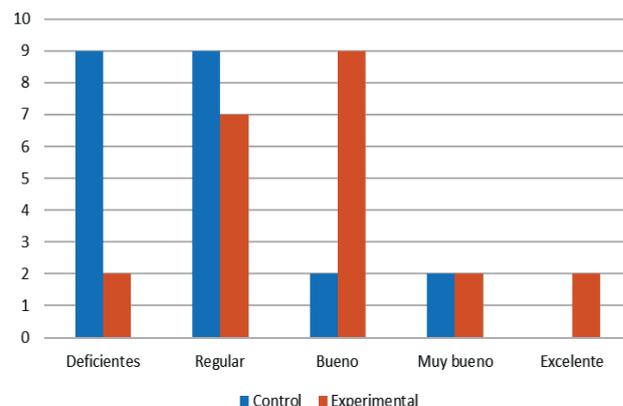
Rendimiento de estudiantes de la asignatura de Inteligencia Artificial, grupo control y experimental antes y después de la aplicación "SearchM" en la escuela de ingeniería en computación e informática - UNPRG

Escala	n	Grupo control		Grupo experimental					
		Antes	Después	Antes	Después				
Deficientes	0 a 10	22	100	9	40.9	22	100	2	9.1
Regular	10 a 13	0	0	9	40.9	0	0	7	31.8
Bueno	13 a 16	0	0	2	9.1	0	0	9	40.9
Muy bueno	16 a 18	0	0	2	9.1	0	0	2	9.1
Excelente	18 a 20	0	0	0	0.0	0	0	2	9.1
Total		22	100	22	100	22	100	22	100
$\bar{X}$		5		9.614		5		13.32	
$\pm S$		0		4.256		0		3.558	
$p < \alpha$			t tabular	1.68			t experimental	3.13	

Fuente: Evaluación aplicada 21/03/24

**Figura 4**

Comparación del rendimiento académico entre los grupos de control y experimental de los estudiantes de la asignatura de Inteligencia Artificial en la escuela de ingeniería en computación e informática - UNPRG tras usar la aplicación "SearchM".



Fuente: Evaluación aplicada 21/03/24

considerando como t experimental resultante de 3.13 y t tabular 1.68, por el tamaño de muestra para los grupos control y experimental, se demuestra que existe una diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre los valores previamente dichos.

Dado que el p-valor es menor que  $\alpha$ , se concluye que la Gamificación con Realidad Virtual contribuye de manera significativa en el aprendizaje de algoritmos de búsqueda en los estudiantes de ingeniería en computación e informática que desarrollan la asignatura de inteligencia artificial.

### 5. Discusión

Los resultados de esta investigación demostraron que la gamificación con realidad virtual facilita la comprensión de los algoritmos de búsqueda, lo que es congruente con las investigaciones de Horváth et

al. [6], Coban et al. [8], Draskovic [29], Šašinka et al. [30], Grivokostopoulou et al. [15] y Barata et al. [31], quienes realizaron estudios similares en los que se utilizaron elementos de juegos para mejorar la dinámica de aprendizaje en asignaturas universitarias, donde se evaluó el impacto de la gamificación en la experiencia de aprendizaje.

Dado que la aplicación desarrollada incluye algoritmos de búsqueda y distintas mecánicas y ejercicios, desde estrategias básicas de búsqueda, juegos, y representación gráfica de los conceptos. Se presenta la aplicación como herramienta auxiliar para la educación en un curso de la Inteligencia Artificial en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, resultando en un impacto positivo en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Asimismo, el rendimiento académico en el aprendizaje de Algoritmos de búsqueda empleando la gamificación con realidad virtual fue positivo, altamente significativo (Tabla 3) en comparación con el grupo control de la investigación, resultados similares a los de las investigaciones desarrolladas por Lee et al. [13], Agbo et al. [32], Wang et al. [33] y Villagrasa et al. [34].

Similar a Falah et al. [25], los resultados del estudio confirmaron las ventajas de la tecnología RV como herramienta de aprendizaje y enseñanza (Tabla 2, Fig. 4). Y dado que el crecimiento de tecnologías emergentes como la realidad virtual y las experiencias 3D ofrecen a los estudiantes oportunidades personalizadas de apoyo en su aprendizaje, su incorporación para crear una sensación de inmersión que enriquezca la experiencia educativa es altamente significativa. Esto es reafirmado por García-López et al. [24], quienes documentan el impacto positivo de la gamificación en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes.

La contribución al procesamiento del conocimiento que aporta la gamificación con realidad virtual es beneficiosa en la educación [7][32] y, en particular, proporciona evidencia sobre el uso de la visualización de conceptos de pensamiento crítico para facilitar la educación en algoritmos de búsqueda, considerando que la actitud hacia la gamificación es crucial para el éxito de este tipo de tecnologías en entornos educativos [23].

Finalmente, los hallazgos del estudio indicaron que la percepción de los estudiantes sobre el entorno de realidad virtual fue muy positiva (Tabla 1, Fig. 3), que la mayoría disfrutó estudiando y jugando con el entorno virtual y una parte considerable de ellos aseguró que recomendaría la aplicación para el aprendizaje de los algoritmos de búsqueda. Asimismo, la mayoría de los estudiantes indicó que el entorno virtual era más interesante que otros enfoques educativos y formas de aprender.

## 6. Conclusiones

La implementación de la gamificación con realidad virtual en la enseñanza de los algoritmos de búsqueda en la asignatura de Inteligencia Artificial tuvo un impacto notablemente positivo en el aprendizaje de los

estudiantes de la escuela de ingeniería en computación e informática. Esta metodología no solo facilitó la comprensión de conceptos complejos, sino que también fomentó un aprendizaje significativo.

El uso de la gamificación con realidad virtual generó un alto nivel de satisfacción entre los estudiantes, con un 86.4% calificando su experiencia como muy buena. Este alto nivel de satisfacción sugiere que los estudiantes no solo encontraron la herramienta educativa atractiva y motivadora, sino que también percibieron un claro valor en su proceso de aprendizaje, lo que confirma que la combinación de elementos lúdicos con una tecnología inmersiva como la realidad virtual creó un entorno educativo estimulante y efectivo.

Los indicadores de utilidad y comodidad del aplicativo fueron altamente valorados por los estudiantes, con un 63.64% que estuvieron totalmente de acuerdo y un 36.36% de acuerdo en que la herramienta era útil y cómoda de usar. Ambos indicadores son cruciales para la adopción y el éxito de nuevas tecnologías en entornos educativos, por lo que este consenso demuestra que la aplicación no solo fue eficiente en su capacidad para facilitar el aprendizaje, sino que también proporcionó una experiencia de usuario amigable y accesible.

Las mecánicas de gamificación, jugaron un papel crucial en el aprendizaje de los algoritmos de búsqueda, al integrar ejercicios interactivos y entornos virtuales, la herramienta permitió a los estudiantes practicar de manera dinámica y aplicada, lo que contribuyó a un aprendizaje profundo y efectivo de estos conceptos fundamentales.

## 7. Recomendaciones

En futuros estudios, se recomienda expandir la investigación hacia otras áreas de la informática, como redes neuronales o sistemas distribuidos, para evaluar si la gamificación con realidad virtual tiene un impacto similar en el aprendizaje de temas complejos.

Además, incorporar más elementos interactivos, como inmersión, simulaciones avanzadas o desafíos colaborativos, podría mejorar aún más la experiencia del usuario y facilitar el desarrollo de competencias prácticas.

## Referencias

- [1] Tadeu, P.; & Brigas, C. (2018). Using Online Programs to Centre Students in the Twenty-First Century. En C. Fitzgerald, S. Laurian-Fitzgerald, & P. C., Handbook of Research on Student-Centered Strategies in Online Adult Learning Environments (págs. 102-119). IGI-Global. doi:10.21125/iceri.2019.2807
- [2] Thoring, A.; Rudolph, D.; Vogl, R. (2018). The Digital Transformation of Teaching in Higher Education from an Academic's Point of View: An Explorative Study. Learning and Collaboration Technologies. Design, Development and Technological Innovation p (págs. 294-309). Alemania: Springer International Publishing.
- [3] Yureva, O. V.; Burganova, L. A.; Kukushkina, O. Y.; Myagkov, G. P.; Syradoev, D. V. (2020). Digital Transformation and Its

- Risks in Higher Education: Students' and Teachers' Attitude. *Universal Journal of Educational Research*, 5965-5971.
- [4] Suresh, M.; Priya, V. V.; Gayathri. (2018). Effect of e-learning on academic performance of undergraduate students. *Drug Invention Today*, 1797-1800.
- [5] Checa, D.; & Bustillo, A. (2020). A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training. *Multimedia Tools and Applications*, 79(9), (págs. 5501-5527). <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08348-9>.
- [6] Horváth, I.; Sudár, A.; & Csapó, Á.B. (2024). Comparing desktop 3D virtual reality with web 2.0 interfaces: Identifying key factors behind enhanced user capabilities. *Heliyon*, 10(e31717), (págs. 1-12). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31717>.
- [7] Lin, A.; & Mawela, T. (2023). Virtual Reality, Augmented Reality and Mixed Reality for Teaching and Learning in Higher Education. *IBICA 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 649. Springer, Cham. (págs. 669–679). [https://doi.org/10.1007/978-3-031-27499-2\\_62](https://doi.org/10.1007/978-3-031-27499-2_62).
- [8] Coban, M.; Bolat, Y.I.; & Goksu, I. (2022). The potential of immersive virtual reality to enhance learning: a meta-analysis. *Educational Research Review*, 36, 100452. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100452>.
- [9] Deliyannis, I.; Kaimara, P. (2019). Developing Smart Learning Environments Using Gamification Techniques and Video Game Technologies. En L. Daniela (Ed.), *Didactics of Smart Pedagogy* (págs. 285-307). Springer, Cham. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-030-01551-0\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01551-0_15).
- [10] Dede, C. J.; Jacobson, J.; Richards, J. (2017). Introduction: Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education. En D. Liu, C. Dede, R. Huang, & J. Richards (Edits.), *Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education* (págs. 1-18). Singapore: Springer. doi:10.1007/978-981-10-5490-7\_1.
- [11] Slater, M. (2017). Implicit Learning Through Embodiment in Immersive Virtual Reality. En D. Liu, C. Dede, R. Huang, & J. Richards (Edits.), *Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education* (págs. 19-34). Singapore: Springer. doi:10.1007/978-981-10-5490-7\_2.
- [12] Richards, J. (2017). Infrastructures for Immersive Media in the Classroom. En D. Liu, C. Dede, R. Huang, & J. Richards (Edits.), *Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education* (págs. 89-104). Singapore: Springer. doi:10.1007/978-981-10-5490-7\_6.
- [13] Lee, V. W. Y.; Hodgson, P.; Chan, C. S.; Fong, A.; & Cheung, S. W. L. (2020). Optimising the learning process with immersive virtual reality and non-immersive virtual reality in an educational environment. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 14(1), (págs 21-35). <https://doi.org/10.1504/ijmlo.2020.103908>.
- [14] Liu, D.; Bhagat, D.; Gao, Y.; Chang, T.; Huang, R. (2017). The Potentials and Trends of Virtual Reality in Education. En D. Liu, C. Dede, R. Huang, & J. Richards (Edits.), *Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education* (págs. 105-132). Singapore: Springer. doi:10.1007/978-981-10-5490-7\_7
- [15] Grivokostopoulou, F.; Perikos, I.; Hatzilygeroudis, I. (2016). An Innovative Educational Environment Based on Virtual Reality and Gamification for Learning Search Algorithms. 2016 IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (T4E) (págs. 110-115). Mumbai: IEEE. doi:10.1109/T4E.2016.029.
- [16] Yu, Z.; Wang, L.; & Gao, M. (2020). The Effect of Educational Games on Learning Outcomes, Student Motivation, Engagement and Satisfaction. *Journal of Educational Computing Research*, 1-25. doi:10.1177/0735633120969214.
- [17] Crompton, H.; & Burke, D. (2018) The Use of Mobile Learning in Higher Education: A Systematic Review. *Computers & Education*, 123, (págs. 53-64). <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.007>.
- [18] Zhu, Z.; Yu, M.; & Riezebos, P. (2016). A research framework of smart education. *Smart Learning Environments*, 3(4), 1-17. doi:10.1186/s40561-016-0026-2.
- [19] Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *ACM Computers in Entertainment*, 1(1), 20. doi:10.1145/950566.950595.
- [20] Fuster-Guilló, A.; Pertegal-Felices, M.; Jimeno-Morenilla, A.; Azorín-López, J.; Rico-Soliveres, M.; Restrepo-Calle, F. (2019). Evaluating Impact on Motivation and Academic Performance of a Game-Based Learning Experience Using Kahoot. *Frontiers in Psychology*, 10, 1-8. doi:10.3389/fpsyg.2019.02843.
- [21] Bodnar, C.; Anastasio, D.; Enszer, J.; Burkey, D. (2016). Engineers at Play: Games as Teaching Tools for Undergraduate Engineering Students. *Journal of Engineering Education*, 105(1), 147–200. doi:10.1002/jee.20106.
- [22] [22] Lee, S. (2020). *The Multiplayer Classroom. Designing coursework as a game* (Segunda ed.). Boca Raton: CRC Press. doi:10.1201/9780429285035.
- [23] Bovermann, K.; Weidlich, J.; & Bastiaens, T. (2018). Online learning readiness and attitudes towards gaming in gamified online learning – a mixed methods case study. *Int J Educ Technol High Educ* 15, 27 (2018). <https://doi.org/10.1186/s41239-018-0107-0>.
- [24] García-López, I. M.; Acosta-Gonzaga, E.; & Ruiz-Ledesma, E. F. (2023). Investigating the impact of gamification on student motivation, engagement, and performance. *Education Sciences*, 13(8), 813. <https://doi.org/10.3390/educsci13080813>.
- [25] Falah, J.; Wedyan, M.; Alfalah, S.; Abu-Tarboush, M.; Al-Jakheem, A.; Al-Faraneh, M.; Abuhammad, A.; Charissis, V. (2021). Identifying the Characteristics of Virtual Reality Gamification for Complex Educational Topics. *Multimodal Technologies and Interaction*, 5(9), 53. doi:10.3390/mti5090053.
- [26] Russell, S.; Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (Cuarta ed.). Pearson.
- [27] Dijkstra, E. W. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, 1(1), 269-271.
- [28] ISO/IEC 25010. (2011). *ISO/IEC 25010:2011, Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models*.
- [29] Draskovic, D. (2019). Development of intelligent systems and application of gamification in artificial intelligent learning. 27th Telecommunications Forum (TELFOR) (pág. 1). Belgrado: IEEE Xplore. doi:10.1109/TELFOR48224.2019.8971360.
- [30] Šašinka, Č.; Stachoň, Z.; Sedlák, M.; Chmelík, J.; Herman, L.; Kubíček, P.; Šašínková, A.; Doležal, M.; Tejkl, H.; Urbánek, T.; Svatoňová, H.; Ugwitz, P.; Juřík, V. (2019). Collaborative Immersive Virtual Environments for Education in Geography.

ISPRS International Journal of Geo-Information, 8(1), 1-25. doi:10.3390/ijgi8010003.

- [31] Barata, G.; Gama, S.; Fonseca, J.; Gonçalves, D. (2013). Improving Student Creativity with Gamification and Virtual Worlds. First International Conference on Gameful Design, Research, and Applications (págs. 95-98). Toronto: Association for Computing Machinery. doi:10.1145/2583008.2583023.
- [32] Agbo, F.; Oyelere, S.; Suhonen, J.; Tukiainen, M. (2023). Design, development, and evaluation of a virtual reality game-based application to support computational thinking. Education Tech Research Dev(71), 505–537. doi:10.1007/s11423-022-10161-5.
- [33] Wang, L.; Chen, B.; Hwang, G.; Guan, J.; Wang, Y. (2022). Effects of digital game-based STEM education on students' learning achievement: a meta-analysis. International Journal of STEM Education, 9(26), 1-13. doi:10.1186/s40594-022-00344-0.
- [34] Villagrasa, S.; Fonseca, D.; Redondo, E. (2014). Teaching Case of Gamification and Visual Technologies for Education. Journal of Cases on Information Technology, 16(4), 38-57. doi:10.4018/jcit.2014100104.