



TECNOLOGÍA
en marcha

Revista trimestral
Julio 2024
Volumen 37
ISSN-E 2215-3241

Número especial

Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC)



ET
Editorial Tecnológica
de Costa Rica

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

Publicación y directorio en catálogos

latindex

redalyc.org UAEM

Dialnet

melICA

SciELO

REDIB
Red Iberoamericana
de Investigación y Docencia Científica

DOAJ

Comisión Editorial

Felipe Abarca Fedullo. Director.
Editorial Tecnológica de Costa Rica

Juan Antonio Aguilar Garib
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Universidad Autónoma de Nuevo León.
México

Carlos Andrés Arredondo Orozco
Facultad de Ingenierías
Universidad de Medellín. Colombia

Lars Köhler
Experimenteller Botanischer Garten
Georg-August-Universität Göttingen.
Alemania

Jorge Solano Jiménez
Instituto Costarricense del Cemento
y del Concreto

Edición técnica

Alexa Ramírez Vega

Revisión filológica

Esperanza Buitrago Poveda

Diseño gráfico

Felipe Abarca Fedullo

Diagramación

Alexa Ramírez Vega

Diseño de cubierta

Ariana Sanabria García

Imagen de cubierta

Ariana Sanabria García

Datos de catalogación en publicación

Tecnología en Marcha / Editorial Tecnológica
de Costa Rica. - Vol. 37, número especial.
AmTIC. Julio, 2024 – Trimestral
ISSN-E 2215-3241

1. Ciencia y Tecnología –
Publicaciones periódicas CDD:600



Apdo 159-7050 Cartago, Costa Rica
Tel.:(506) 2550-2297, 2550-2618
Correo electrónico: editorial@itcr.ac.cr
Web: <https://www.tec.ac.cr/editorial>
http://revistas.tec.ac.cr/tec_marcha

**TEC** | Tecnológico
de Costa Rica

La Editorial Tecnológica de Costa Rica es una dependencia especializada del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Desde su creación, en 1978, se ha dedicado a la edición y publicación de obras en ciencia y tecnología. Las obras que se han editado abarcan distintos ámbitos respondiendo a la orientación general de la Institución.

Hasta el momento se han editado obras que abarcan distintos campos del conocimiento científico-tecnológico y han constituido aportes para los diferentes sectores de la comunidad nacional e internacional.

La principal motivación de la Editorial es recoger y difundir los conocimientos relevantes en ciencia y tecnología, llevándolos a los sectores de la comunidad que los requieren.

La revista *Tecnología en Marcha* es publicada por la Editorial Tecnológica de Costa Rica, con periodicidad trimestral. Su principal temática es la difusión de resultados de investigación en áreas de Ingeniería. El contenido de la revista está dirigido a investigadores, especialistas, docentes y estudiantes universitarios de todo el mundo.

Publicación y directorio en catálogos



TECNOLOGÍA *en marcha*

Contenidos

Presentación

Presentation

Cynthia López-Valerio, Jorge Luis Pincay-Lozada 3

Conocimiento de la percepción de la ciberseguridad en los estudiantes de la escuela de Economía de la Universidad de Costa Rica en su vida cotidiana, con enfoque a redes sociales

Knowledge of the perception of cybersecurity in the students of the school of economics of the University of Costa Rica in their daily lives with a focus on social network

María Paz Castro-López 5

El General en su Laberinto: Una adaptación de videojuego 2D para la educación cultural en Unity

The General in his Labyrinth: A 2D Video Game Adaptation for Cultural Education in Unity

Santiago Steven Prieto-Patiño, Oscar Camilo Valderrama-Riveros 12

Adaptación literaria mediante el uso de video juegos móvil para incentivar la lectura en la población joven
“Rosario Tijeras 2D”

Literary adaptation through the use of mobile video games to promote reading among the young population:
“Rosario Tijeras 2D”

Guiver Alexander Perdomo-Arias, Oscar Camilo Valderrama-Riveros 23

Videojuego 2D: Michin’s Adventure y Bunny’s Adventure basados en los cuentos de Rafael Pombo

2D video game: Michin’s Adventure y Bunny’s Adventure based on the stories of Rafael Pombo

German Andrés Delgado-Lozano, Oscar Camilo Valderrama-Riveros 31

Videojuego 2D en Unity: Realidad Aumentada con Vuforia y enfoque educativo en comunicación asertiva

2D Unity Video Game: 2D Unity video game: Augmented Reality with Vuforia and assertive communication educational approach

Laura Carolina Martínez-Lombana, Samantha Catalina Morales-Ramírez, Oscar Camilo Valderrama-Riveros 44

Desarrollo de un videojuego que introduce en su narrativa el Don Quijote de la Mancha	
Development of a videogame that introduces Don Quixote de la Mancha in its narrative	
<i>Diego Alejandro Torres-Sierra, Oscar Camilo Valderrama-Riveros</i>	51
Prototipo de un asistente virtual para el diagnóstico del estrés utilizando Inteligencia Artificial	
Prototype of a virtual assistant for stress diagnosis using Artificial Intelligence	
<i>María Delgado, Alexis Wong, Luyiana Pérez</i>	61
Prototipo de realidad aumentada en discalculia	
Prototype of augmented reality for dyscalculia	
<i>Ilesa Indira Sánchez-Medina, Jaime Malqui Cabrera-Medina, Jireh Valentina Padilla-Gaitan, Daniel Fernando Fierro-Salas</i>	69
Competencias Digitales	
Digital skills	
<i>Ilesa Indira Sánchez-Medina, Jaime Malqui Cabrera-Medina, David Stiven Cristancho-Aya</i>	75
Prototipo IOT para el sector agrícola	
IOT prototype for the agricultural sector	
<i>Jaime Malqui Cabrera-Medina, Ilesa Indira Sánchez-Medina, José David García-Cerón, Daniel Enrique Restrepo-Reyes</i>	81
Estrategias basadas en inteligencia artificial para la gestión de inventarios en la cadena de suministro	
Artificial intelligence-based strategies for supply chain inventory management	
<i>Johan Sebastian Bravo-Aroyave, Jhoan Andres Riascos-Guerrero, Esteban Galván-Colonia, Jorge Luis Pincay-Lozada</i>	88
Revisión sistemática de los factores que incidirían en la distribución del hidrógeno verde en el Valle del Cauca	
A systematic review of the factors that would affect the distribution of green hydrogen in Valle del Cauca	
<i>Jenny Fernanda Díaz-Gómez, José Daniel Artunduaga-Cárdenas, Sebastián Hoyos-Martínez, Diana Milena Caicedo-Concha</i>	98

Presentación

Presentation

Cynthia López-Valerio¹, Jorge Luis Pincay-Lozada²

López-Valerio, C; Pincay-Lozada, J. L. Presentación. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, número especial. Julio, 2024. XI Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 3-4.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i6.7273>

La sexta versión del Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil, AmITIC, se celebró en la Ciudad de Cali Colombia entre el 25 y 27 de octubre de 2023, siendo organizado por la Universidad Cooperativa de Colombia, la Universidad Tecnológica de Panamá, el Sistema Nacional de Investigación de Panamá, el Instituto Tecnológico de Costa Rica, el Capítulo IEEE Electron Devices Society, EDS, de Costa Rica. Contando con el apoyo de múltiples organizaciones gubernamentales y privadas latinoamericanas.

Este evento facilitó un espacio donde estudiantes y investigadores pueden compartir sus ideas, proyectos y buscar soluciones a problemas complejos que surgen en sus espacios de trabajo y estudio.

Durante el congreso, se presentaron contribuciones abordando tópicos relevantes y de actualidad como: mujeres en ingeniería, gestión tecnológica, huellas de carbono digital, tecnologías aplicadas al cambio climático, salud electrónica y móvil, open data, internet de las cosas, big data y open data, nuevos desarrollos en ingeniería de software, e-learning aplicado a entornos móviles, diseño de interfaces móviles, seguridad y privacidad en redes, inteligencia artificial, realidad aumentada, interacción persona-computadora, inteligencia ambiental, computación ubicua, ciudades inteligentes, e inteligencia de negocios.

En esta edición, se contó con conferencistas magistrales, empresarios del sector privado y científicos de corte internacional, propiciando un espacio para la transferencia, divulgación y socialización de conocimientos y saberes entre los distintos tópicos del evento.

1 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.

 cylopez@itcr.ac.cr

2 Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia.

 jorge.pincay@campusucc.edu.co

Además, se contó con ponencias orales y posters de trabajos, estos últimos resumieron sus hallazgos en artículos extendidos los cuales se incluyen en este número especial de Tecnología en Marcha. A continuación, se presentan los resultados de los #13 trabajos presentados durante el congreso AmITIC 2023.

<https://redamitic.utp.ac.pa/amic2023/>

Editores

M.Sc. Cynthia López-Valerio

Profesora Investigadora Escuela de Computación, Unidad Desconcentrada de Alajuela, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

M.Eng. Jorge Luis Pincay-Lozada

Profesor Investigador, Facultad de Ingenierías Universidad Cooperativa de Colombia. Doctorando en Ingeniería Universidad Autónoma de Occidente, Colombia Doctorando en Energías Renovables Universidad de Jaén España.

Presidentes del Congreso AmITIC 2023

Dr. Vladimir Villarreal - Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

M.Sc. Víctor David Mosquera Fernández. - Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia

Presidentes de Comité Científico y de Programa AmITIC 2023

M.Eng. Jorge Luis Pincay-Lozada -Universidad Cooperativa de Colombia -Colombia, Universidad Autónoma de Occidente. -Colombia, Universidad de Jaén - España

Dra. Lilia Muñoz - Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

M.Sc. Esteban Arias-Méndez - Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Conocimiento de la percepción de la ciberseguridad en los estudiantes de la escuela de Economía de la Universidad de Costa Rica en su vida cotidiana, con enfoque a redes sociales

Knowledge of the perception of cybersecurity in the students of the school of economics of the University of Costa Rica in their daily lives with a focus on social network

María Paz Castro-López¹

Castro-López, M.P. Conocimiento de la percepción de la ciberseguridad en los estudiantes de la escuela de economía de la Universidad de Costa Rica en su vida cotidiana, con enfoque a redes sociales. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, número especial. Julio, 2024. XI Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 5-11.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i6.7261>

¹ Estudiante. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
 mariapaz.castro@ucr.ac.cr
 <https://orcid.org/0009-0005-2527-5945>

Palabras claves

Ciberseguridad; redes sociales; *Phishing*; suplantación de identidad; accesos seguros.

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo realizar un análisis exploratorio con relación al conocimiento que poseen los estudiantes del curso de Economía de la Universidad de Costa Rica con respecto a su uso de la Ciberseguridad en redes sociales en sus cuentas personales y cómo se accede a ellas de forma adecuada. Luego se plantea una guía rápida que contiene una serie de pasos que se recomiendan para incrementar el conocimiento del tema y lograr establecer mejoras sobre el uso de las redes sociales, accesos seguros y técnicas de Suplantación de identidad que se pueden dar en esas redes.

Keywords

Cybersecurity; social networks; Phishing; identity theft; secure access.

Abstract

The objective of this research is to carry out an exploratory analysis in relation to the knowledge that students of the UCR Economics course have regarding their use of Cybersecurity in social networks in their personal accounts and how to access them properly. Then a quick guide is proposed that contains a series of steps that are recommended to increase knowledge of the subject and achieve improvements in the use of social networks, secure access and impersonation techniques that can occur in these networks.

Introducción

La aplicación de la ciberseguridad se ha convertido en una necesidad para la protección de la información de todos los usuarios que posean algún tipo de aplicación electrónica o móvil, precisamente porque se desea detectar vulnerabilidades en dichos programas o plataformas que se podrían llegar a utilizar en contra del usuario, como los es el robo de datos. Si bien en el campo de las redes sociales el robo de datos varía en comparación a otras aplicaciones, ya que es el usuario el que expone sus datos al público ya sea por medio de comentarios, publicaciones o historias. Sin embargo, esto no le quita importancia de que se debe tener conocimiento de todas aquellas maneras seguras navegar en estos programas, incluso profundizar cómo estas podrían variar según la plataforma utilizada.

Una de las poblaciones que hace un mayor uso de las aplicaciones sociales es la estudiantil. Ya que en su día a día buscan poder estar conectados unos con otros, así como con el mundo externo. En el presente las redes sociales son nuestro mundo actual en el que realizamos una variedad de actividades como es darnos a conocer, mejorar nuestra imagen para todos aquellos usuarios que nos siguen así como para fortalecer relaciones entre usuarios. Esto ha sido de gran impacto para el desarrollo social alrededor del mundo ya que como nos visualizan como persona se basa en cómo nos presentamos en las redes.

Estos medios de los cuales somos muy partícipes requieren seguridad ya que al no ser aplicada de forma correcta puede tener repercusiones a largo plazo. Robo de identidad, cyberbullying, robo de contraseñas son algunas de las incidencias que pueden ser generadas por la falta de

conocimiento de la seguridad que se debe tomar en cuenta en estas plataformas. Es por esto que informarse de ciberseguridad, y aplicar lo aprendido va a ser un gran beneficio para toda persona que utilice las redes sociales. [4]

Materiales y métodos

El enfoque del tipo de investigación de este artículo es cualitativo ya que, el propósito es examinar la forma en que ciertos individuos perciben y experimentan fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados [1]. Acerca de la caracterización del estudio se establece que sea de tipo exploratorio, el cual se basa en conocer una problemática de la cual no se evidencia amplio estudio previo, así como definir conceptos y priorizar los puntos de vista de las personas que participan en el proceso. Este estudio permitirá obtener información para una investigación posterior más completa de la cual se desea implementar el plan de acción a la población estudiada. Con respecto a los materiales se aplicó una encuesta a todos los compañeros de la clase 20 aproximadamente, este documento tenía 10 preguntas las cuales iban a evaluar el conocimiento de la población en relación a diferentes tópicos de ciberseguridad. Luego de las respuestas obtenidas se tabularon los datos y se muestran los gráficos más representativos. Entre ellos están los siguientes:

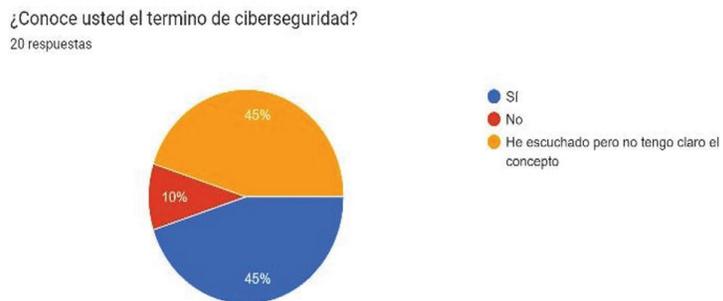


Figura 1. Conocimiento del término ciberseguridad.

En la figura 1 se muestra que el 10% indica que no conoce el tema, y el 45% indica que ha escuchado, pero no tiene claro el concepto y un 10% que no tiene conocimiento alguno del término.



Figura 2. El uso de la red social que más frecuentan.

Con respecto a la figura 2 se muestra cuáles son las redes más usadas, donde el 55% de la población indica que Instagram.

¿Conoce usted que hace una contraseña segura, segura?
20 respuestas

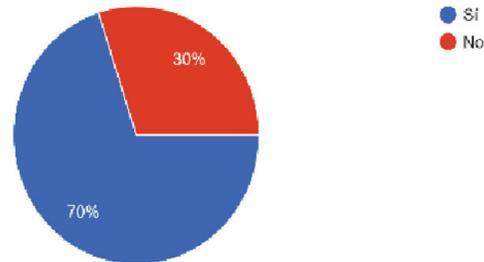


Figura 3. Conocimiento de lo que es una contraseña segura.

En la figura 3 se muestra que 30% de la población indica que no sabe que es una contraseña segura.

Conoce el concepto de phishing?
20 respuestas

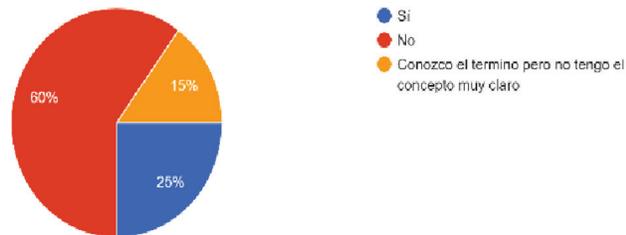


Figura 4. Conocimiento del término *Phishing*

Como se muestra en la figura 4 el 60% indica que no conoce el concepto de Phishing y el 15% indica conocer el termino, pero no tiene el concepto claro. Y solo el 25% posee conocimiento del termino.

Propuesta

Luego de ver los resultados más representativos se plantea una guía que muestra el detalle de algunos conceptos importantes y de acciones puntuales que se deben realizar con respecto a la seguridad en las redes sociales así como los son las contraseñas seguras, técnicas de suplantación y cómo realizar una autenticación segura, así como lo que es el concepto de ciberseguridad, phishing y cómo estos se ven reflejados en las redes sociales. Y finalmente el uso de los correos electrónicos y la forma de verificar su autenticidad.

Cuadro 1. Guía rápida para el uso en redes sociales

Criterio	Concepto y Acciones
Ciberseguridad	<p>La ciberseguridad es la práctica de proteger sistemas, redes y programas de ataques digitales. Por lo general, estos ciberataques apuntan a acceder, modificar o destruir la información confidencial; Extorsionar a los usuarios o interrumpir la continuidad del negocio. Según [2]. Sus principales campos para actuar son la seguridad de red, seguridad de la nube y la seguridad física.</p> <p>En redes sociales es esencial ya que la cantidad de información que se expone en ellas podría utilizarse de manera maliciosa, especialmente si se llegara a concretar algún ataque. La vinculación de estos datos personales con otras plataformas de servicios puede ocasionar daños indirectos con los mismos si se logra un ataque exitoso, he de aquí su importancia. [7]</p>
Contraseñas seguras	<p>El objetivo de una contraseña segura para evitar que otra persona acceda a su cuenta y proteger los datos personales [8], es por eso que se recomienda:</p> <p>No utilizar contraseñas cortas, no nombres personales, de mascotas, de uso común o contraseñas ya antes utilizadas en otras aplicaciones.. No usar patrones tan simples como “123456” o “Qwrty” que están en el teclado. Utilizar combinaciones de varias palabras, que, aunque aparentemente no tengan relación lógica entre ellas se puedan recordar como “Perro azul 3000”. Combinar mayúsculas, minúsculas, números y caracteres especiales, así como “Felicidad 2023\$”.</p> <p>Por último utilizar un medidor de fortaleza de contraseñas: https://lowe.github.io/tryzxcvbn/ para confirmar si la contraseña es lo suficientemente segura o se podría mejorar aún más. Así como también el uso de generadores de contraseñas como lo es https://www.dashlane.com/es/features/password-generator</p> <p>es de gran ayuda en el caso de que crear una contraseña propia no se pueda lograr con sus propios medios.</p>
Phishing	<p>Técnica o tipo de ataque en el que alguien suplanta a una entidad/servicio mediante un correo electrónico o mensaje instantáneo para conseguir las credenciales o información de la tarjeta de crédito de un usuario. Ese correo/mensaje suele tener un enlace (o archivo que contiene ese enlace) a un sitio web que suplanta al legítimo y que usan para engañarlo. Sinónimo: Vishing, Smishing. Según [3]</p> <p>No utilizar correo de procedencia extraña con un link. Verificar el encabezado y la firma que pertenece a una organización. No atender correos con solicitudes de ayuda, cambio de credenciales, cambio de configuraciones o solicitudes específicas.[5] a menos de que el usuario lo necesite de lo contrario la mayoría de plataformas sociales o que brindan servicios no solicitan este tipo de datos, es por esto que si se recibe un correo solicitando ese tipo de información se debe tratar de forma cuidadosa.</p> <p>Además, el phishing se ve reflejado de diferentes formas dependiendo de la plataforma en la que se esté aplicando como lo es en el caso de Instagram. Según [9]. En esta aplicación un ataque de phishing inicia cuando un ataque genera una página falsa de inicio de sesión en Instagram. Su objetivo es parecerse lo más posible a la página original, así que cuando el cliente ingresa su usuario de Instagram junto con su contraseña el atacante obtendrá sus datos los cuales los puede utilizar para hacerse pasar por su persona en las redes o robar información facilitada en las mismas. Es por eso que se debe confirmar si las páginas de inicio de sesión son las verdaderas, verificando su link de procedencia que no posea nada fuera de lo común e incluso comprarlo con el original para asegurarse de que sea el indicado.</p> <p>En el caso de Facebook un ataque de phishing se ve reflejado por medio de un mensaje o link el cual le solicita que le de confirmación a su información personal. Estos mensajes son entregados a través de la misma plataforma o facebook messenger [9]. Esto es un caso más difícil de diferenciar, sin embargo, en el caso de mensajes es bueno confirmar si realmente es un amigo de la plataforma consultándole, pero lo más importante es evitar a toda costa ingresar directamente al link de procedencia sin haber confirmado que es legítimo.</p>
Autenticación	<p>Acción mediante la cual demostramos a otra persona o sistema que somos quien realmente decimos que somos, mediante un documento, una contraseña, rasgo biológico etc.</p> <p>Autenticación o autenticación básica: Definición Esquema de autenticación basado en la web más simple que funciona</p>

Criterio	Concepto y Acciones
	<p>Mediante el envío del nombre de usuario y contraseña con cada solicitud o con un código de letras o números.</p> <p>Utilizar factor de doble autenticación con Google u otra cuenta de correo que se utilice. En los accesos a cuentas de banco utilizar un token u otra combinación de códigos que garantice que solo la persona conoce cómo ingresar y tiene las credenciales necesarias. En el caso de algunas plataformas sociales se recomienda utilizar también algún número telefónico de confianza del cual se pueda verificar la identidad del usuario.</p>
Seguridad redes sociales	<p>¿Cómo configurar los ajustes de privacidad y seguridad en Instagram?</p> <p>Activar la autenticación en dos pasos para mejorar la seguridad de la cuenta [10] [11]. Nunca dar la contraseña a alguien que no conoces o en quien no confías. Piensa antes de autorizar a una app de terceros.</p> <p>Elige una contraseña segura y única que no uses para otras cuentas. Usa una combinación de al menos seis números, letras y caracteres especiales (como !\$@%), e intenta evitar repeticiones.</p> <p>Cambiar la contraseña periódicamente, en especial si hay un mensaje de Instagram donde se pide que lo hagas. Cambiar las contraseñas de todas las cuentas de correo y no usar la misma contraseña en más de una cuenta.</p> <p>Descarga tus datos. Cierra sesión en Instagram cuando uses una computadora o un teléfono que compartes con otras personas. Si inicias sesión desde una computadora pública, no marques la casilla "Recordarme", ya que, al hacerlo, permaneces conectado incluso después de cerrar la ventana del navegador.</p>
Suplantación de identidad	<p>Es la actividad maliciosa en la que un atacante se hace pasar por otra persona para cometer algún tipo de fraude, acoso (cyberbullying). Según [3]</p> <p>Un ejemplo es, en las redes sociales, crear un perfil de otra persona e interactuar con otros usuarios haciéndose pasar por ella. Revisar los perfiles de solicitud, buscar información, fotos que aseguren que esa persona es quien dice ser. Buscar otros medios para verificar la autenticidad de los datos, información cruzada de otro perfil u otro sistema.</p>

Conclusiones

Antes los resultados encontrados se propone una guía de uso para la vida cotidiana con enfoque a la ciberseguridad en las redes sociales, dicha guía incluye lo que es una contraseña segura sea una contraseña diferente con respecto a sus otras redes sociales, que tengan una combinación entre números, letras, mayúsculas y caracteres. Además, su mayor objetivo es proteger la información del usuario; con esto se incluye correos electrónicos, archivos y demás contenido. Así como puede identificar por cuenta propia su red social de mayor uso con el objetivo de leer los acuerdos de privacidad y la información, y como estas normativas cumplen su función en relación con el uso. Por último, recalcar las diferentes importancias del uso de las contraseñas seguras y cómo estás mejoran nuestra interacción con las redes y sus elementos que la componen.

Referencias

- [1] Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-hill.
- [2] https://www.cisco.com/c/es_mx/products/security/what-is-cybersecurity.html. Recuperado el 09 de julio 2023.
- [3] www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/guias/doc/guia_glosario_ciberseguridad_2021.pdf. Recuperado el 05 de Julio 2023.

- [4] López Mendoza, A., Roque Hernández, R. V., Prieto Quezada, M. T., & Salazar Hernández, R. (2022). Hábitos y percepciones sobre Seguridad Informática en estudiantes universitarios pertenecientes a las generaciones Y, Z: Un estudio comparativo de dos universidades públicas en México. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y p.* 301, 1982].
- [5] Muñoz Andrade, A. N., Morales Carvajal, A. J., Parra Cantor, L. R., & Pino Mahecha, S. C. (2022). El phishing un adversario silencioso en la comunidad universitaria Ean.
- [6] Del Estado De Hidalgo, U. A. (s. f.). *La investigación cualitativa*. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n3/e2.html> Recuperado el 30 de noviembre 2023.
- [7] Seguridad, R. R. (2023, 14 noviembre). La ciberseguridad en redes sociales: los riesgos y cómo mantenerse a salvo - Revista Seguridad 360. *Revista Seguridad 360*. <https://revistaseguridad360.com/noticias/ciberseguridad-en-redes-sociales/>
- [8] *Cómo crear una contraseña segura y tener una cuenta más protegida - ayuda de cuenta de Google*. (s. f.). <https://support.google.com/accounts/answer/32040?hl=es-41> Recuperado el 30 de noviembre de 2023.
- [9] ¿Qué es el phishing en redes sociales? (s. f.). Trend Micro. https://www.trendmicro.com/es_mx/what-is/phishing/social-media-phishing.html Recuperado el 30 de noviembre de 2023
- [10] *Facebook*. (s. f.). <https://es-la.facebook.com/help/148233965247823> Recurado el 30 noviembre de 2023
- [11] Instagram - autenticación en dos pasos (2FA). (s. f.). Privacy International. <https://privacyinternational.org/es/guide-step/3867/instagram-two-factor-authentication> Recuperado el 30 noviembre del 2023

El General en su Laberinto: Una adaptación de videojuego 2D para la educación cultural en Unity

The General in his Labyrinth: A 2D Video Game Adaptation for Cultural Education in Unity

Santiago Steven Prieto-Patiño¹, Oscar Camilo Valderrama-Riveros²

Prieto-Patiño, S. S; Valderrama-Riveros, O. C. El general en su laberinto: una adaptación de videojuego 2D para la educación cultural en Unity. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, número especial. Julio, 2024. XI Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 12-22.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i6.7262>

1 Estudiante. Universidad Cooperativa de Colombia. Tolima, Colombia.

 santiago.prieto@campusucc.edu.co

 <https://orcid.org/0009-0003-7935-0176>

2 Ingeniero. Universidad Cooperativa de Colombia. Tolima, Colombia.

 oscar.valderramar@campusucc.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0003-3168-2086>

Palabras clave

Videojuego; e-Learning; entornos móviles; aprendizaje interactivo; literatura colombiana; Gabriel García Márquez; gamificación.

Resumen

Este poster presenta el desarrollo de un videojuego educativo basado en la novela “El General en su Laberinto” de Gabriel García Márquez, enfocado en el contexto del e-learning aplicado a entornos móviles. El objetivo del proyecto es proporcionar a los usuarios una experiencia de aprendizaje interactiva y atractiva, aprovechando las ventajas que ofrecen los dispositivos móviles en el acceso a la información y el aprendizaje. La iniciativa de convertir la obra literaria en un videojuego podría tener ventajas educativas. El objetivo principal es fomentar la alfabetización, atrayendo a estudiantes que posiblemente no estén interesados en la lectura tradicional. La naturaleza interactiva del juego tiene el potencial de despertar la curiosidad de los estudiantes por la literatura y motivarlos a investigar el libro original. En su versión 2D, Unity permite crear entornos de juego y gráficos en dos dimensiones, lo que resulta ideal para desarrollar un juego basado en una obra literaria como esta. Unity facilita la incorporación de elementos de la historia, los personajes y el mundo literario en un contexto de juego interactivo gracias a su interfaz amigable y herramientas de desarrollo accesibles. También se busca fomentar la conciencia cultural en torno a Simón Bolívar, quien es una figura histórica significativa en Colombia. El videojuego, diseñado específicamente para computador y dispositivos móviles, combina el poder narrativo de una novela icónica con elementos de gamificación. De esta manera, se busca fomentar el interés en la literatura y la historia de Colombia, al tiempo que se promueven valores culturales y cívicos.

Keywords

VideoGame; e-Learning; mobile environments; interactive learning; colombian literature; Gabriel García Márquez; gamification.

Abstract

This poster presents the development of an educational video game based on the novel “The General in his Labyrinth” by Gabriel García Márquez, focused on the context of e-learning applied to mobile environments. The objective of the project is to provide users with an interactive and attractive learning experience, taking advantage of the advantages that mobile devices offer in accessing information and learning. The initiative to turn the literary work into a video game could have educational advantages. The main goal is to promote literacy, attracting students who may not be interested in traditional reading. The interactive nature of the game has the potential to spark students' curiosity about literature and motivate them to research the original book. In its 2D version, Unity allows you to create game environments and graphics in two dimensions, which is ideal for developing a game based on a literary work like this one. Unity makes it easy to incorporate elements of the story, characters, and literary world into an interactive game context thanks to its friendly interface and accessible development tools. It also seeks to promote cultural awareness around Simón Bolívar, who is a significant historical figure in Colombia. The video game, designed specifically for computers and mobile devices, combines the narrative power of an iconic novel with gamification elements. In this way, it seeks to promote interest in the literature and history of Colombia, while promoting cultural and civic values.

Introducción

En la era digital actual, el aprendizaje electrónico se ha convertido en una poderosa herramienta para la educación, que brinda a los estudiantes la capacidad de acceder a conocimientos y recursos de una manera flexible y conveniente. Con el crecimiento exponencial del uso de dispositivos móviles, el e-learning aplicado a entornos móviles ha adquirido una importante relevancia en la forma en que aprendemos y accedemos a la información. En este contexto, este cartel se centra en el desarrollo de un videojuego educativo basado en la novela “El General en su Laberinto” de Gabriel García Márquez, el cual ha sido diseñado específicamente para su uso en dispositivos móviles. El objetivo es aprovechar las capacidades y características únicas de los dispositivos móviles para brindar a los usuarios una experiencia de aprendizaje interactiva y atractiva [1].

El objetivo de este estudio es desarrollar un videojuego educativo utilizando Unity 3D para despertar el interés de los estudiantes y jóvenes en la literatura y la historia de Colombia. Para brindar una experiencia de aprendizaje envolvente, se busca combinar la narrativa literaria con la interactividad del juego [2]. Se discutirá cómo se crea esta experiencia mediante la gamificación y el uso de recursos multimedia para promover la comprensión de la literatura clásica [3].

El uso de entornos móviles en e-learning ofrece ventajas como la portabilidad, la accesibilidad en cualquier momento y lugar y la posibilidad de un aprendizaje personalizado [4]. Además, al combinar el poder narrativo de una novela icónica con la interactividad y gamificación de un videojuego, se busca fomentar el interés por la literatura y la historia colombianas, así como por los valores culturales y cívicos [5] [6].

Materiales y métodos

Para la creación del videojuego se usó:

- Unity - 8 GB de memoria RAM. - Windows 7 o superior o MacOSX 10.8 o superior. - Tarjeta gráfica con DX9 o DX11. - Tarjeta gráfica INTEL GRAPHIC 4000 o superior, o Nvidia o ATI con un 1G VRAM dedicada o superior (Unity Technologies, n.d.) [7].
- Adobe Photoshop (Herramienta de diseño para editar Sprites 2D). Procesador Intel de sexta generación o más reciente, o AMD equivalente compatible con SSE4.1. Microsoft Windows 10 versión 21H1, 21H2, 22H2 (se recomienda la versión 21H2); Windows 11 (versión 21H2); solo versiones de 64 bits; Windows 7 y Windows 8 no compatibles. 8 GB de RAM.

La adaptación de un libro a un videojuego utilizando Unity 2D proporciona una plataforma adaptable y sólida para convertir la narrativa literaria en un entorno visual y jugable. Esta herramienta ayuda a los desarrolladores a integrar las mecánicas de juego, los gráficos y el diseño de sonido para brindar a los jugadores una experiencia inmersiva y cautivadora [8].

- Investigación y análisis: lo primero es investigar el libro “El General en su laberinto” de Gabriel García Márquez y analizar su contenido para determinar qué elementos pueden ser utilizados en el juego y cómo pueden ser adaptados a la plataforma. También es importante investigar sobre la educación en jóvenes y sus necesidades, para diseñar un juego que se adapte a ellas .
- Contenido de la novela: Se deben seleccionar los elementos clave de la novela que se incorporarán en el videojuego, como los personajes, los lugares, las situaciones, los diálogos y los temas centrales.

- Desarrollo: Se requiere experiencia en desarrollo de videojuegos en Unity, diseño de arte, animaciones, música y narrativa.
- Diseño de niveles: Se debe diseñar el juego de modo que cada nivel tenga una dificultad adecuada, progresión de habilidades y sea coherente con la trama [9].
- Cronograma de desarrollo: Se debe establecer un cronograma detallado que incluya fechas de inicio y finalización de cada etapa del desarrollo del videojuego.
- Pruebas y evaluación: Se debe realizar pruebas del videojuego a medida que se desarrolla para detectar errores y evaluar la jugabilidad.
- Contenido apropiado para la edad: El contenido del videojuego debe ser apropiado para la edad de los estudiantes y se deben de tomar en cuenta.

Contenido de la novela

El desarrollo del videojuego educativo basado en “El General en su Laberinto” de Gabriel García Márquez se enfocará en la inclusión de elementos claves que retraten fielmente la complejidad histórica y cultural de la vida de Simón Bolívar. Entre los personajes principales se encuentran Simón Bolívar, figura central y protagonista, cuya personalidad, dilemas y decisiones serán destacados en el juego. Además, se incorporarán personajes como Francisco de Paula Santander, aliado cercano; Manuela Sáenz, amante de Bolívar y su influencia en la vida del General; y José Palacios, criado y confidente leal. Respecto a los escenarios, se recrearán lugares emblemáticos como los Andes, la selva amazónica y la costa caribeña, así como ciudades importantes como Bogotá, Cartagena, Quito y Lima, esenciales en la historia de Bolívar. En cuanto a situaciones clave, se representarán las batallas históricas y los desafíos políticos enfrentados por Bolívar, incluyendo diálogos significativos que revelen sus dilemas morales, políticos y personales. Los temas principales, como la soledad y melancolía del líder revolucionario, la lucha por la independencia y la política de la América Latina del siglo XIX, así como la enfermedad y su impacto en las decisiones finales, serán abordados para ofrecer una experiencia interactiva que resalte estos aspectos fundamentales de la novela y la historia.

Desarrollo



Figura 1. General.

En esta figura se observa un pixel art 2D, Simón Bolívar aparece como un personaje principal y destacado en el diseño. En esta representación, se le representa vistiendo con vestimentas históricas, llevando un uniforme militar que refleja su posición como líder revolucionario y

estratega en las luchas por la independencia. A pesar del estilo pixelado, la imagen muestra a Bolívar en una postura segura y decidida, con rasgos faciales claros. Su gesto puede transmitir determinación y liderazgo, mientras que sus ojos pueden reflejar seriedad o determinación.

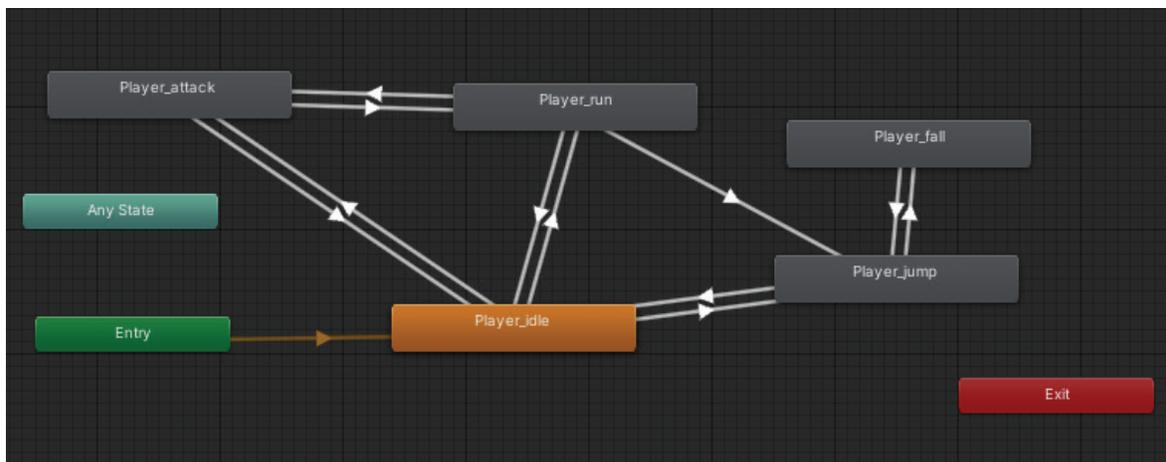


Figura 2. Animador General.

En esta Figura se muestra el Animador de Unity donde van la animación del personaje principal el cual el jugador controla.



Figuro 3. Parámetros General.

En esta figura se puede observar los parámetros de animación son variables que son definidas dentro de un Animator Controller el cual puede ser accedido y asignar valores desde scripts. Esto es cómo un script puede controlar o afectar el flujo del estado de máquina.

Dentro de los parámetros de la movilidad del jugador podemos encontrar: moveSpeed, isGround, IsMoving, vida, attack. Donde cada uno cumple con las funciones de establecer que debe hacer el personaje.

El parámetro “moveSpeed” determina la velocidad del jugador en un rango de 0 a 1 al presionar las teclas “w, d, s, a”, ya sea en tierra o en el aire. “IsGround” identifica el contacto con el suelo, facilitando la correcta interacción entre las animaciones “caminata” y “saltar”. Por su parte, “IsMoving” indica si el personaje está en movimiento.

El parámetro “Attack” detecta si el jugador realiza la acción de atacar al presionar la tecla “q”. Por otro lado, “Vida” establece la cantidad de vida del jugador y se actualiza ante la recepción de puntos de daño para reflejar el estado actual de salud del personaje.

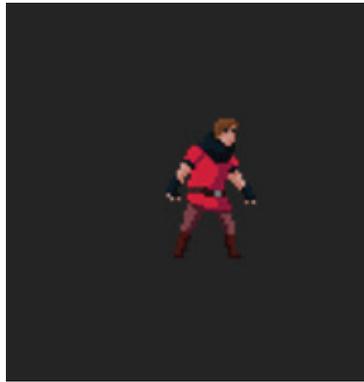


Figura 4. Enemigo.

En la Figura 4 se observa el Sprite del enemigo el cual atacara al jugador.

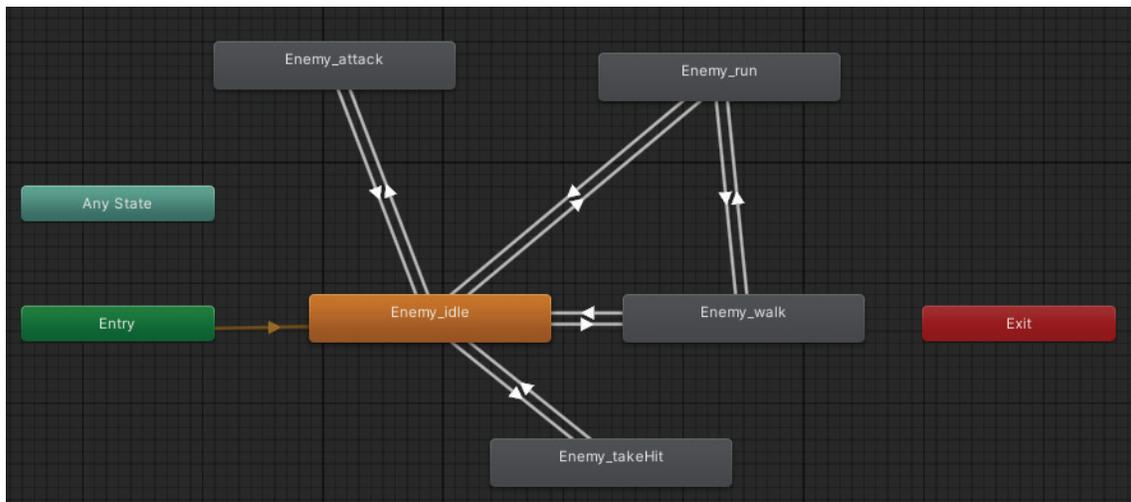


Figura 5 Animator Enemigo.

En esta Figura se muestra el Animator de Unity donde van la animación del enemigo y es controlado por la maquina ya que tiene unas ordenes de seguir al jugador.

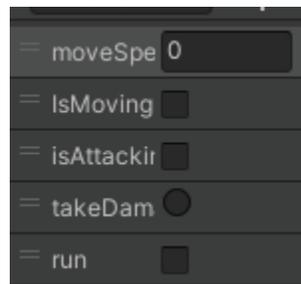


Figura 6. Parámetros Enemigo.

En la Figura 6 se puede observar los parámetros de animación son variables que son definidas dentro de un Animator Controller el cual puede ser accedido y asignar valores desde scripts. Esto es cómo un script puede controlar o afectar el flujo del estado de máquina.

Dentro de los parámetros de la movilidad del jugador podemos encontrar: IsMoving, run, IsAttacking, takeDamage. Donde cada uno cumple con las funciones de establecer que debe hacer el enemigo

“IsAttacking” determina si el enemigo está cerca del jugador para iniciar la animación de ataque. Por otro lado, “run” verifica la proximidad del enemigo al jugador para iniciar la animación de correr en su dirección.

“IsMoving” se encarga de detectar si el enemigo está cerca del jugador para que éste se dirija hacia él y, al mismo tiempo, evite que el enemigo realice un ataque mientras se desplaza.

En cuanto a “takeDamage”, su función radica en identificar si el enemigo se encuentra dentro del rango de ataque del jugador para activar la animación de recibir daño en caso de ser atacado.

Principio del formulario

Interacciones con objetos

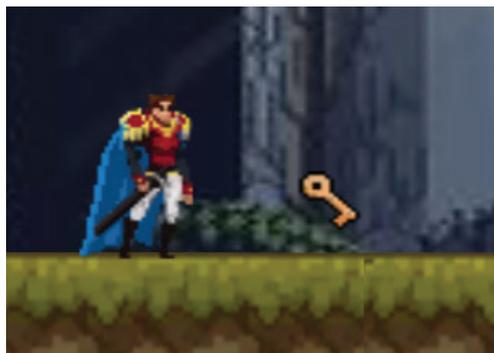


Figura 7. Item Key.

En la Figura 7 se ve la llave como un objeto que el jugador puede recolectar en el inventario del personaje principal. Esta llave se guarda automáticamente en el inventario para su uso posterior cada vez que el jugador la usa en el juego. Este componente tiene como objetivo activar o permitir el acceso a desafíos o áreas bloqueadas específicas dentro del juego.



Figura 8. Cofre contra Jugador.

La Figura 8 se observa al jugador interactuando con un cofre muestra la posibilidad de adquirir objetos o piezas para su inventario en el juego. Este cofre representa la disponibilidad de un recurso valioso que el jugador puede obtener directamente interactuando con él.

Combate

La Figura 9 representa el ataque del personaje principal representa visualmente la acción del personaje al realizar un movimiento ofensivo o un ataque durante el juego. Esta Figura muestra el momento en que el personaje utiliza su habilidad ofensiva para atacar a enemigos, criaturas u objetivos del juego.



Figura 9. Ataque General.

La Figura 10 muestra a un enemigo persiguiendo al jugador en su posición actual representa visualmente la amenaza o el peligro que representa ese enemigo dentro del juego. En esta imagen, el enemigo se mueve detrás del personaje principal, lo que indica qué tan peligroso o difícil es para el jugador.



Figura 10. Enemigo Hacia Jugador.

La Figura 11 muestra al enemigo realizando su ataque cuando se acerca al jugador representa visualmente el momento en que el enemigo ejecuta su acción ofensiva o su ataque al estar en cercanía del personaje principal. Esta imagen representa la amenaza inminente que supone el ataque del enemigo.



Figura 11. Enemigo contra Jugador.

En la Figura 12 se observa la pantalla de inicio del juego donde podemos ver reflejado todo el contexto histórico de este, ya que todos los hechos se basan en la época colonial.

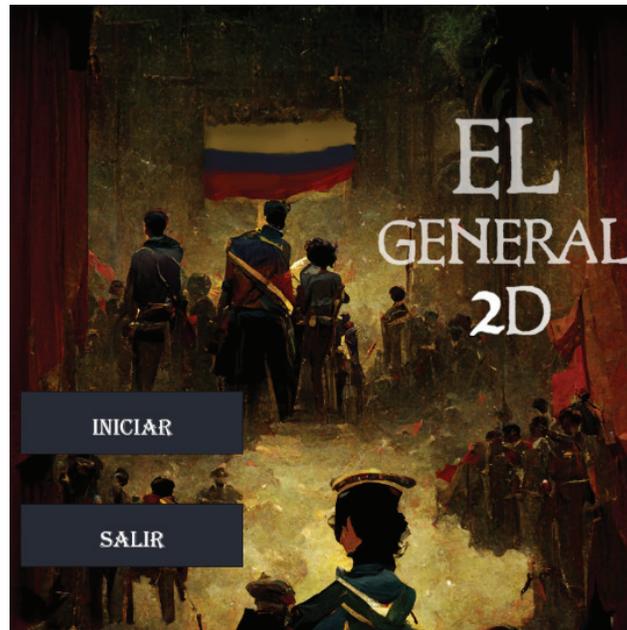


Figura 12. Pantalla de Inicio.

Diseño de niveles

Visualmente, el nivel 1 se representa como un paisaje tranquilo con pasto verde y árboles ya que es el nivel donde se aprenden las principales mecánicas del juego. Se puede observar un bosque en el fondo. Además, hay objetos como blancos de tiro, barriles u otros elementos similares esparcidos por el escenario que brindan interacción o desafíos para el jugador. Este nivel tiene elementos que se pueden usar para juegos o actividades dentro del videojuego, lo que lo hace acogedor y natural.

Los objetos a lo largo del nivel, como los blancos de tiro y los barriles, tienen un propósito funcional además de ser objetos decorativos. Los blancos de tiro pueden utilizarse en ejercicios de puntería o incluso como parte de desafíos particulares del juego. Mientras tanto, los barriles pueden servir como obstáculos para el jugador a superar o para esconder objetos o recompensas útiles. Cada uno de los elementos del paisaje y los objetos presentes en este nivel se ha ubicado estratégicamente para agregar interactividad y desafíos adicionales, lo que hace que la experiencia del jugador sea dinámica y entretenida.

Este enfoque en la funcionalidad y la jugabilidad de cada elemento en el nivel permite una experiencia más inmersiva y atractiva para el jugador, lo que enriquece significativamente la experiencia general del juego.

Principio del formulario

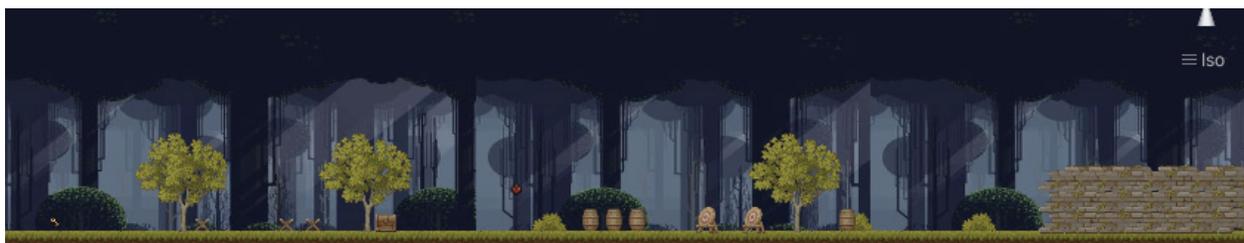


Figura 13. Nivel 1.

Conclusiones

A través de este proyecto, hemos demostrado cómo el uso de la tecnología móvil puede brindar una experiencia de aprendizaje atractiva y accesible para los usuarios, permitiéndoles sumergirse en el mundo literario de García Márquez mientras resuelven puzzles y avanzan en la trama. La combinación de elementos narrativos de la novela con la interactividad de un videojuego ha logrado capturar la atención del jugador y motivarlo a explorar y aprender más sobre la cultura e historia de Colombia, enriqueciendo su comprensión del contexto histórico y social en el que se desarrolla la novela.

Al desarrollar el videojuego, podemos concluir que las diversas experiencias con los videojuegos como herramienta generan un modo particular de aprendizaje que puede aplicarse a la práctica y enseñanza de la lectura de cuentos, fortaleciendo el hábito de lectura en las nuevas juventudes y evitando la pérdida de clásicos literarios como los cuentos de Rafael Pombo. En cuanto al uso y desarrollo de la herramienta Unity, podemos inferir lo práctica y adaptable que puede ser, ya que facilita todos los pasos de producción del videojuego y con un buen uso puede llegar a presentar muy buenos resultados, a profundidad como los detalles de efectos visuales que puede ofrecer.

La adaptación de un libro a un videojuego educativo es otra conclusión importante en el campo del desarrollo del proyecto. La comprensión profunda de la narrativa literaria es necesaria para esta tarea, así como la habilidad de convertir elementos complejos del texto original en mecánicas de juego significativas. La selección y la interpretación de los elementos esenciales de la historia y los personajes, manteniendo la fidelidad al libro, son desafíos importantes. Además, dado que se buscaba adquirir un manejo avanzado de esta plataforma para la creación del videojuego, el proceso de aprender a utilizar la herramienta Unity para llevar a cabo este proyecto fue difícil y tomó tiempo. El objetivo era brindar al jugador una experiencia interactiva sin comprometer la esencia del contenido literario, por lo que resultaba difícil mantener un equilibrio entre la jugabilidad y la integridad de la obra literaria. Estos obstáculos enfatizan la complejidad y el trabajo que conlleva este tipo de adaptaciones cuando se realizan por un solo estudiante.

Referencias

- [1] García Márquez, G. (1989). *El General en su laberinto*. Editorial XYZ.
- [2] Smith, J. (2017). "The Art of Game Adaptation: Balancing Fidelity and Creativity." *Journal of Digital Media Studies*, 12(3), 45-62. [Enlace a la revista: <https://www.examplelink.com/journal-of-digital-media-studies>]
- [3] Brown, P. (2018). *Critical Thinking in Education*. *Journal of Educational Psychology*, 110(3), 308-319.
- [4] David Vallejo, C. M. (2015). *Desarrollo de Videojuegos: Un Enfoque Práctico. Vol 1: Arquitectura del Motor*. ESI.
- [5] Jones, A. (2019). "Cultural Representation in Video Games: Navigating Challenges and Opportunities." *International Journal of Cultural Studies*, 25(2), 167-184. [Enlace a la revista: <https://www.examplelink.com/international-journal-of-cultural-studies>]
- [6] Jones, A. (2020). *Cultural Awareness in Educational Settings*. *International Journal of Cultural Studies*, 15(2), 187-203.
- [7] Unity Technologies. (n.d.). *Animator component (componente animator)*. Unity3d.com. Retrieved November 23, 2023, from <https://docs.unity3d.com/es/530/Manual/class-Animator.html>
- [8] Vives, V. (29 de septiembre de 2021). *Los videojuegos como herramienta educativa*. Obtenido de [vicensvives blog: https://blog.vicensvives.com/los-videojuegos-como-herramienta-educativa/](https://blog.vicensvives.com/los-videojuegos-como-herramienta-educativa/)
- [9] Smith, J. (2017). *The Impact of Video Games on Literacy*. *Journal of Educational Technology*, 42(3), 221-234.

Adaptación literaria mediante el uso de video juegos móvil para incentivar la lectura en la población joven “Rosario Tijeras 2D”

Literary adaptation through the use of mobile video games to promote reading among the young population: “Rosario Tijeras 2D”

Guiver Alexander Perdomo-Arias¹, Oscar Camilo Valderrama-Riveros²

Perdomo-Arias, G. A; Valderrama-Riveros, O. C. Adaptación literaria mediante el uso de video juegos móvil para incentivar la lectura en la población joven “Rosario Tijeras 2D”. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, número especial. Julio, 2024. XI Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 23-30.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i6.7263>

1 Estudiante Ingeniería de Sistemas. Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué-Tolima Colombia.

 guiver.perdomo@campusucc.edu.co

 <https://orcid.org/0009-0002-7311-3017>

2 MSc Ingeniería, Ingeniero Electrónico. Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué-Tolima, Colombia.

 oscar.valderramar@campusucc.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0003-3168-2086>

Palabras clave

Videojuegos; juventud; adaptación; literatura; educación; e-learning; móviles.

Resumen

La aplicación de los video juegos en las diferentes áreas de conocimiento a tenido un fuerte impacto en la sociedad a través del tiempo, con esto el uso de estos es que su función principal es entretener al público de maneras en las cuales el uso de habilidades físicas como mentales hacen que la persona se atreva a tener un nivel de concentración para poder pasar todos los desafíos que se le proponen. sin embargo, con el paso del tiempo se ha evidenciado como se llegan a perder algunos hábitos por la transformación de la tecnología, una de ellas y más importantes, es la perdida al gusto de la lectura la cual es de suma importancia para el desarrollo del ser humano. Para obtener una solución a este problema el cual afecta principalmente la juventud que se encuentra entre los 12 a 25 años, y que su población se centra en estudiantes de colegios y universidades, se debe crear alternativas las cuales atraigan la población afectada y las incentiven a retomar estos hábitos. Este trabajo se centra en la adaptación literaria de la novela colombiana “Rosario Tijeras” y llevarla a dispositivos móviles, la cual fue escrita por el autor colombiano Jorge franco, poder contar su historia a través de un video juego el cual narre la historia y poder mediante una jugabilidad atractiva y diferentes misiones, pueda atrapar el interés de la juventud logrando que ellos busquen nuevas novelas y pueden hacer sus propias adaptaciones.

Keywords

Video games; youth; adaptation; literature; education; e-learning; mobile devices.

Abstract

The application of video games in different areas of knowledge has had a strong impact on society over time. Their main function is to entertain the public by engaging their physical and mental skills, requiring concentration to overcome the challenges presented. However, as technology advances, some habits have been lost, with one of the most significant being the decline in reading, which is crucial for human development. To address this issue, which mainly affects youth between the ages of 12 and 25, particularly students in schools and universities, alternative solutions must be created to attract and incentivize the affected population to regain these habits. This project focuses on the literary adaptation of the Colombian novel “Rosario Tijeras” and its transformation into a mobile game. The novel, written by Colombian author Jorge Franco, can be told through a video game that narrates the story. By providing attractive gameplay and various missions, it can capture the interest of young people, encouraging them to seek out new novels and even create their own adaptations.

Introducción

En la actualidad los video juegos han pasado a un plano mayor en donde anteriormente se decía que estos programas hacían perder el tiempo a la sociedad y la consumía a las maquinas, pero con el desarrollo de las tecnologías en donde al pasar de los años es más fácil y económico conseguir la tecnología como lo son consolas, computadores, periféricos. El desarrollo de los video juegos ha tomado otro camino, mediante el entretenimiento, historias que son llamativas y entre otros factores que hacen que la industria de los video juegos sea tan grande y tenga un agujero que supera fronteras entre los países del mundo.

La asociación española de video juegos (AEVI) en el año 2020 generó unas cifras en donde evidencia que los menores entre las edades de 6 y 10 años ya son jugadores con un 80% y las edades entre 11 y 14 años tiene un 78% de jóvenes que ya son jugadores recurrentes en video juegos [1], estas estadísticas no tienden a cambiar entre los diferentes países, la juventud hoy en día es gamer pero esto tiene cosas positivas, al tomar estas prácticas desde jóvenes potencia capacidades cognitivas en el cerebro, entre estas la atención y la memoria visual, la toma de decisiones también se potencia mediante los juegos que tienen con temáticas estrategias y de cierto modo el aprendizaje en nuevos idiomas como lo son el inglés y el japonés que son los 2 idiomas insignias en los video juegos, que a través del tiempo se han venido adaptando para el uso de más idiomas y que así puedan llegar a más partes del mundo. La adaptación se basa en la transformación de una obra literaria a un nuevo lenguaje como el cine, novelas, audio libros, y poderlo llevar a un nuevo contexto que sea más ameno a la juventud actual [2].

La adaptación en la industria de los video juegos ha tenido gran importancia en lo largo de los años, obteniendo resultados muy positivos en la audiencia, en donde una de las más importantes son las adaptaciones de cine, mediante el uso de una jugabilidad clave, un enfoque que se adapte a lo visto en los cines. Unos ejemplos de adaptaciones exitosas son: El padrino, Harry Potter que viene de ser igual obras literarias que pasaron de un entorno de lectura a lo visual contando las historias, pero además siendo nuevamente adaptados a video juegos dándole un enfoque totalmente diferente y con una inmersión mejor [3].

Los juegos de aventura generan que los estudiantes exploten su imaginación creando historias únicas o recreando historias ya contadas, los juegos de simulación aporta beneficios ya que hace que los estudiantes se enfrenten a situaciones que hacen que tomen decisiones que aporten en su desarrollo como persona [4]. En el año 2020 en donde una pandemia atacó el mundo llegando a confinar la mayoría de la humanidad, el uso de los video juegos aportó para que este confinamiento fuera de mayor agrado y de aportes psicológicos que pudieran frenar adversidades. Donde su aumento fue de un 65% creando nuevas variantes de gamers [5].

Para poder lograr que estos aspectos positivos que nos genera el jugar video juegos, se intensifique y conociendo otros aspectos en la sociedad y que se centra en la población en donde las personas son amantes de los video juegos, son negativos, como lo viene siendo la pérdida en la lectura en los jóvenes que se ha perdido a través del tiempo. En nuestra sociedad la literatura ha tomado un gran impacto, desde novelas históricas o novelas con temas ficticios pero que tratan de reflejar la sociedad actual. Mediante la implementación de un motor gráfico como lo es Unity podemos hacer la adaptación de una novela literaria de nuestro interés, siendo esta Rosario Tijeras, una historia que cuenta la realidad de la época de los 80s-90s en la ciudad de Medellín y así hacerla mucho más entretenida, logrando que los jóvenes tomen iniciativa a leer nuevas novelas y poderlas recrear [6].

La lectura se llega a ver sustituida por diferentes medios los cuales hace que sea más práctico para la comunidad, la radio o la televisión hace que los lectores promedios busquen en ellos un nuevo mundo dejando atrás los libros y la práctica de leer que aprendimos desde muy jóvenes. Según [7], los jóvenes interpretan que la lectura es algo mortalmente aburrido, una tarea que es impuesta y que no genera satisfacción, así evitando esta práctica.

Según Crisanto Pérez Esain, docente de la facultad de ciencias de la educación de la UDEP, en Perú. Nos dice que las consecuencias en la pérdida de la lectura nos hacen menos libres, ya que nos quita la posibilidad de saber tomar decisiones, también nos aparta de la experiencia vital del ahora, nos vuelve ciegos y sordos en el conocimiento. Al no tener estas prácticas no podemos entender como mediante la historia se vivía en la antigüedad, ya que conociendo las historias podemos entender como era la vida en de la antigua sociedad. [8]. El uso de estas

prácticas de aprendizaje con videojuegos en las aulas pueden formar parte del proceso de educación ayudando a los docentes, mejorando las habilidades sociales y el rendimiento en el entorno escolar, con un mejor pensamiento y planificación de estrategias [9].

El uso de Unity como herramienta de trabajo tiene ventajas las cuales como desarrollador es posible hacer uso de la monetización en los juegos que sean publicados, poder hacer uso de analíticas para medir como es el comportamiento de los jugadores y como poder realizar mejoras, añadiendo nuevas mecánicas y objetos que hagan más competitivo y entretenido [10].

La plataforma digital más conocida en el mundo para la distribución de videojuegos Steam, ha crecido a través de los años logrando dar un amplio abanico videojuegos en diversas categorías, una de ellas y que ha venido impulsando, dándole un mayor impacto en la audiencia global dando experiencias interactivas y significativas que fomenten el aprendizaje [11].

Metodología

El desarrollo del video juego será mediante Unity el motor grafico multiplataforma 2D y 3D [12], con lenguaje de programación C# [13], mediante una serie de pasos las cuales serán de vital importancia para su desarrollo, las cuales son:

1. Concepción de la idea del videojuego. con el objetivo de realizar un análisis y buscar los factores principales que influyen en la historia de principio a fin. El propósito es tomar estos elementos y adaptarlos según sus necesidades.
2. Diseño. Luego de tener la idea clara, se empieza a desarrollar los guiones los cuales darán la pauta de la historia, acompañado con Storyboard los cuales de manera grafica marca el paso a paso del desarrollo del videojuego.
3. Planificación. Con los dos pasos anteriores, se genera una lista de tareas las cuales serán validadas con entregables para conocer el avance del desarrollo del video juego y así se define el tiempo que tomara completar el videojuego.
4. Producción. En esta etapa, se empieza a implementar los resultados de los pasos anteriores y se ejecuta todos los componentes en el motor grafico Unity siguiendo las pautas que se crearon en la fase de diseño con el Storyboard.
5. Pruebas. En paralelo con la etapa de producción, se van probando las diferentes mecánicas para comprobar su funcionamiento, dando solución a errores que pueden surgir en el desarrollo.
6. Mantenimiento. Una vez concluido el desarrollo y tras un período de pruebas, se llevarán a cabo los cambios necesarios para optimizar y mejorar la experiencia, incorporando y añadiendo nuevas ideas.

Estos pasos permiten un enfoque estructurado y metódico en el desarrollo del videojuego, garantizado la creación de una experiencia de calidad.

Resultados Esperados

La implementación del video juego cuenta de 2 grandes fases que se dividen en generar la idea y producción de la idea, cada fase toma sus respectivos pasos previamente explicados en la metodología. La fase de generar la idea toma el paso (1 concepción de la idea, 2 diseño y 3 planificación). Y la fase de producción de la idea toma los pasos (4. producción, 5 pruebas y 6 mantenimiento)

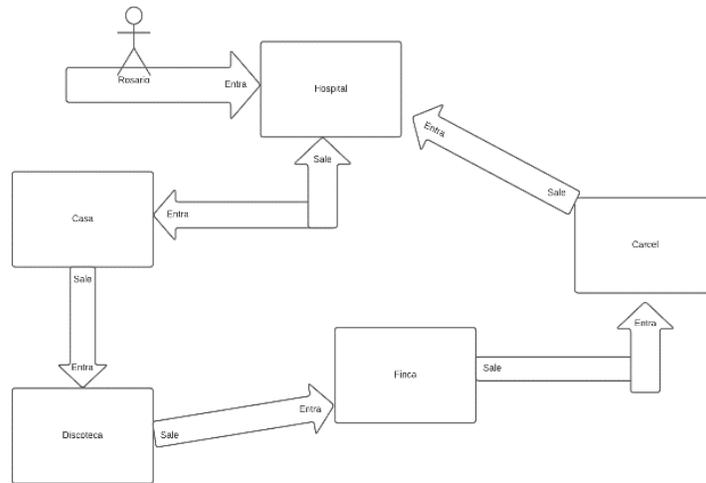


Figura 2. Storyboard digitalizado

Segunda Fase: Producción de la idea

La implementación del video juego cuenta con diversas interfaces las cuales cuentan con su funcionalidad, en donde se puede evidenciar un menú interactivo el cual cuenta con diferentes opciones a elegir, logrando llevar al usuario a apartados como lo son el inicio del juego, opciones y poder modificar el volumen y a créditos para visualizar los autores del videojuego (Figura 3), al seleccionar el inicio del juego se cambia la escena y se puede comenzar a jugar el nivel 1, en donde se desarrolla la historia y se deben superar los obstáculos para ser completado y continuar la historia, la cual es contada mediante carteles y personajes, los cuales dan el contexto y cuenta como en el libro la historia de Rosario, se puede activar la mecánica de diálogos la cual se puede ver con el símbolo “!” en cada cartel indicando que se puede activar (Figura 4) Estas interacciones pueden brindar información adicional sobre la historia, proporcionar pistas o desbloquear nuevas áreas o desafíos para completar.

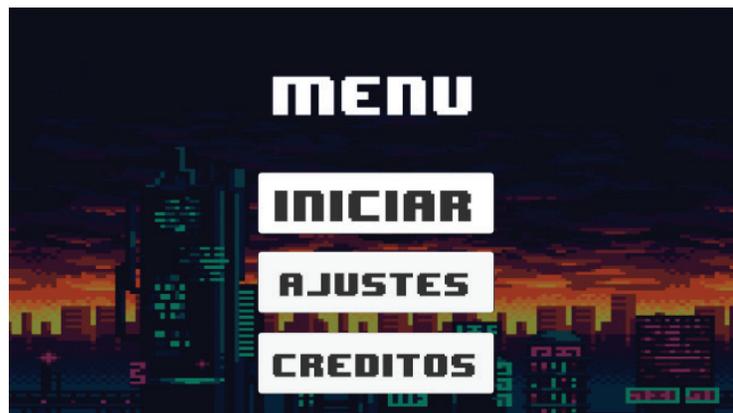


Figura 3. Menú.



Figura 4. Mecánica diálogos.

La categoría donde se ubica el videojuego será de aventura con un mundo abierto en 2D, permitiendo un recorrido en 4 direcciones (arriba, abajo, izquierda, derecha) en donde el jugador tiene la libertad de estar inmerso en el mapa y ver sus diferentes zonas y que permita al jugador desplazarse sobre diferentes escenarios para conocer la historia a profundidad mediante misiones y diálogos que tendremos en el transcurso de la aventura, se debe tener en cuenta que en los diversos mapas del videojuego se encontraran personajes que ayudaran al desarrollo de la historia y dar vida complementando la historia con sus diálogos y la relación que cada uno forma con el personaje principal. Al completar cada nivel resolviendo las misiones pertinentes y conociendo la historia de cada nivel, el jugador completara los requisitos y podrá continuar a un siguiente nivel, en donde cada vez la dificultad aumentara para poner a prueba las habilidades de los jugadores logrando engancharlos más a la historia, esto porque en cada nivel deben completar su 100% y algunos diálogos estarán ubicados en zonas donde se debe ir obligatoriamente previamente de haber superado los obstáculos para lograr llegar a la meta.

Conclusión

En conclusión, uno de los mayores desafíos a nivel de desarrollo implica adaptar el contenido educativo de manera lineal y transformarlo, teniendo una revisión exhaustiva del material y la identificación de los puntos clave que puedan generar la experiencia significativa a los jugadores. El diseño de niveles son aspectos cruciales en la adaptación llegando a sumergir al público en la historia y a medida que se avanza retroalimentar los sucesos para lograr cumplir con el desafío propuesto y que pueda avanzar en la historia.

El desarrollo del video juego tiene como objetivo principal aplicar herramientas como lo son E-learning y poder adaptar novelas literarias las cuales captaran la atención de los jóvenes, esta combinación de elementos busca incursionar nuevos tipos de experiencias, los jóvenes pueden descubrir nuevas historias y universos literarios, lo que puede llevarlos a explorar más obras y desarrollar el hábito de la lectura. Obteniendo un impacto positivo en la cultura de la lectura de los jóvenes, generando la capacidad de promover la creatividad y formar una generación más imaginativa y activa en el ámbito digital y literario.

Referencias

- [1] Meneses, C. (2020, 27 de febrero). Influencia e impacto de los videojuegos en la sociedad. Recuperado de <https://www.interempresas.net/Juguetes/Articulos/337244-Influencia-e-impacto-de-los-videojuegos-en-la-sociedad.html>

- [2] Sáez, M. V. (2005). Literatura, sociedad, educación. Revista de Educación, Núm. Extraordinario 2005, 6-7.
- [3] Vandal. (2022, 3 de marzo). Las adaptaciones de cine a videojuegos son ideales para expandir universos. Recuperado de <https://vandal.elespanol.com/reportaje/random-las-adaptaciones-de-cine-a-videojuegos-son-ideales-para-expandir-universos>
- [4] Roncancio-Ortiz, A. P., et al. (2017). El uso de los videojuegos como herramienta didáctica para. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, 17, 3-4.
- [5] Laboral, R. E. (2020). Videojuegos y sus efectos psicológicos durante la pandemia. Empresarial & Laboral. Recuperado de <https://revistaempresarial.com/actualidad-empresarial/entretenimiento/videojuegos-y-sus-efectos-psicologicos-durante-la-pandemia/>
- [6] Ramos, J. F. (1999). Rosario Tijeras. Bogotá: Editorial Planeta.
- [7] Amaya, R. F. (2000). Factores que influyen en el desinterés por. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- [8] Talledo, J. (2012, 24 de abril). La ausencia de lectura nos hace menos libres. Recuperado de <https://www.udep.edu.pe/hoy/2012/04/la-ausencia-de-lectura-nos-hace-menos-libres/>
- [9] 3Ciencias. (2013). Videojuegos y su impacto en la sociedad. Recuperado de <https://3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/04/videojuegos.pdf>
- [10] García, D. E. (s.f.). OpenWebinars. Recuperado de <https://openwebinars.net/blog/que-es-unity/>
- [11] Steam. (s.f.). Steam. Recuperado de <https://store.steampowered.com/>
- [12] Unity Technologies. (s.f.). Unity. Recuperado de www.unity.com
- [13] C#. (s/f). Recuperado el 23 de noviembre de 2023, de Microsoft website: <https://dotnet.microsoft.com/es-es/languages/csharp>

Videojuego 2D: Michin's Adventure y Bunny's Adventure basados en los cuentos de Rafael Pombo

2D vídeo game: Michin's Adventure y Bunny's Adventure based on the stories of Rafael Pombo

German Andrés Delgado-Lozano¹, Oscar Camilo Valderrama-Riveros²

Delgado-Lozano, G.A; Valderrama-Riveros, O.C. Videojuego 2D: Michin's Adventure y Bunny's Adventure basados en los cuentos de Rafael Pombo. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, número especial. Julio, 2024. XI Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 31-43.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i6.7264>

1 Estudiante Ingeniería de Sistemas. Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué, Tolima Colombia.

 german.delgadol@campusucc.edu.co

 <https://orcid.org/0009-0003-9944-1606>

2 Ingeniero Electrónico. Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué, Tolima Colombia.

 oscar.valderramar@campusucc.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0003-3168-2086>

Palabras clave

Juegos 2D; Unity; C#; Photoshop; literatura colombiana; Rafael Pombo.

Resumen

El proyecto consiste en un juego bidimensional inspirado en los cuentos infantiles *El Gato Bandido* y *El Conejo Aventurero* de Rafael Pombo. Desarrollado con Unity, Photoshop y C#, se destaca por la creación integral del código desde cero, empleando tutoriales online como guía. Conformado por 11 niveles, donde todos los niveles son jugables, siendo 9 niveles dedicados a la historia y 2 dedicados a enfrentamientos contra los jefes correspondientes de cada uno de los cuentos. El juego presenta una experiencia interactiva para aprender de manera lúdica estas narrativas clásicas. La propuesta ofrece un entorno colorido y accesible que sumerge a los jugadores en el universo de los icónicos personajes de Pombo, como “MICHÍN, el gato bandido” y “El conejo aventurero”. Cada nivel se configura como una aventura única y emocionante, adaptada al formato de videojuego. El objetivo principal es fomentar el desarrollo cognitivo y motor en los jóvenes, combinando entretenimiento y aprendizaje a través de la interacción con los personajes y la resolución de desafíos en los distintos niveles. El juego se posiciona como una herramienta didáctica que estimula la reflexión y la lógica. Las palabras clave como “juegos 2D”, “Unity”, “C#” y “Photoshop” destacan elementos esenciales del proyecto. Los juegos 2D se definen como aquellos representados en dos dimensiones, mientras que Unity, C# y Photoshop son las tecnologías clave utilizadas en el desarrollo del juego. Con esta propuesta, se busca proporcionar a los jóvenes una experiencia educativa única y atractiva a través de la combinación de tecnología y cuentos clásicos.

Keywords

2D games; Unity; C#; Photoshop; colombian literature; Rafael Pombo.

Abstract

The project consists of a two-dimensional game inspired by the children’s stories *El Gato Bandido* and *El Conejo Aventurero* by Rafael Pombo. Developed with Unity, Photoshop, and C#, it stands out for the comprehensive creation of the code from scratch, using online tutorials as a guide. Consisting of 11 levels, where all levels are playable with 9 levels dedicated to the story and 2 dedicated to confrontations against the corresponding bosses of each of the stories. The game presents an interactive experience to learn these classic narratives in a playful way. The proposal offers a colorful and accessible environment that immerses players in the universe of Pombo’s iconic characters, such as “MICHÍN, the bandit cat” and “The adventurous rabbit.” Each level is configured as a unique and exciting adventure, adapted to the video game format. The main objective is to promote cognitive and motor development in young people, combining entertainment and learning through interaction with the characters and solving challenges at different levels. The game is positioned as a teaching tool that stimulates reflection and logic. Keywords like “2D games,” “Unity,” “C#,” and “Photoshop” highlight essential elements of the project. 2D games are defined as those represented in two dimensions, while Unity, C# and Photoshop are the key technologies used in game development. With this proposal, we seek to provide young people with a unique and attractive educational experience through the combination of technology and classic stories.

Introducción

Este proyecto invita a los jóvenes a conocer la obra de Rafael Pombo de forma educativa y divertida, a través de la implementación de videojuegos en dos dimensiones que adaptan sus historias [1]. Los videojuegos pueden ser un recurso educativo valioso, puesto que pueden ayudar a los jóvenes a aprender mientras se estos se divierten [2]. Este proyecto busca aprovechar el potencial educativo de los videojuegos para promover la literatura juvenil entre los más jóvenes.

La industria de los videojuegos ha crecido significativamente en los últimos años y se ha considerado como un elemento lúdico que puede ser utilizado con fines educativos en modelos de aprendizaje [3]. Esto puede ayudar en el desarrollo y la consecución de competencias específicas a través del desarrollo de nuevas estrategias de enseñanza que superen las formas tradicionales de enseñanza [4]. Aunque la sociedad está experimentando cambios tecnológicos y sociales, los videojuegos aún no se han incorporado sistemática o progresivamente a los entornos educativos.

En [5], [6] y [7] se destaca la importancia de presentar el mundo a través de la lectura y la narración de historias, incluida la lectura en voz alta y la propuesta de libros ilustrados. Aprovechando la evolución tecnológica y permitiendo que estas historias no se pierdan con el tiempo, el desarrollo de videojuegos basados en obras literarias permite que trasciendan aún más.

Metodología

La metodología de desarrollo del proyecto "Videojuego 2D: Cuentos de Rafael Pombo" se estructura en fases clave que garantizan una planificación efectiva, una conceptualización precisa, un diseño sólido, una producción eficiente, unas pruebas exhaustivas y una distribución exitosa del juego [8]. En la figura 1. se describirá las etapas en la que se guiará el proyecto.



Figura 1. Descripción de las etapas del proyecto.

Fase concepción

En la etapa de planificación, ponemos las bases para *Michin's Adventure* y *Bunny's Adventure* [9]. Se crea los storyboards detallados que sirven como hojas de ruta visuales, definimos géneros y dinámicas de juego. Estos storyboards encapsulan decisiones importantes, desde estilos de personajes hasta atmósferas y bandas sonoras, proporcionando una guía esencial para el diseño y desarrollo de videojuegos.

Michin's Adventure

A continuación, se mostrarán los bocetos iniciales de los niveles del juego, tanto como para *Michin's Adventure* como *bunny's Adventure*. En este boceto se puede observar el diseño de la casa de michín como punto de inicio de la aventura, junto con el cartel de tutorial de teclas.

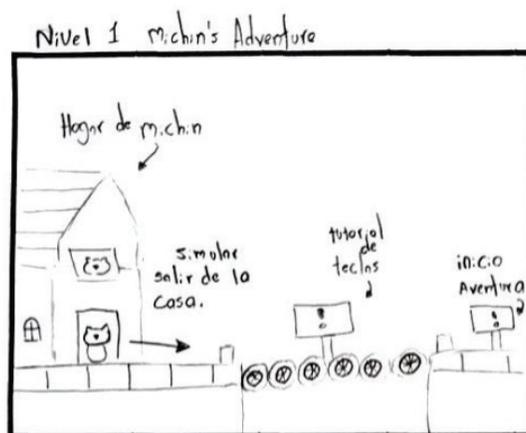


Figura 2. Boceto nivel 1 Michín.

Se puede observar la mecánica básica del jugador de saltar sobre otros objetivos para desaparecerlos, en este caso específico, saltando sobre la gallina.



Figura 3. Boceto nivel 2 Michín.

El boceto muestra la interacción de Michín con el búho y el escenario.



Figura 4. Boceto nivel 3 Michín.

Se muestra la interacción de Michín con el otro gato escapando, y la mecánica de las palancas.

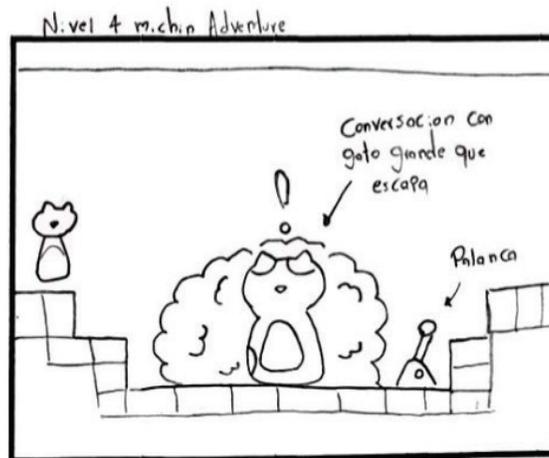


Figura 5. Boceto nivel 4 Michín.

El boceto refleja la primera interacción de Michín con el jefe final de su juego el cual es el perro.

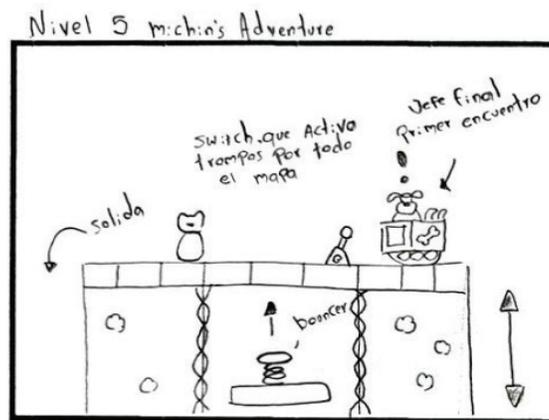


Figura 6. Boceto nivel 5 Michín.

El boceto refleja la primera interacción de Michín con el jefe final de su juego el cual es el perro.

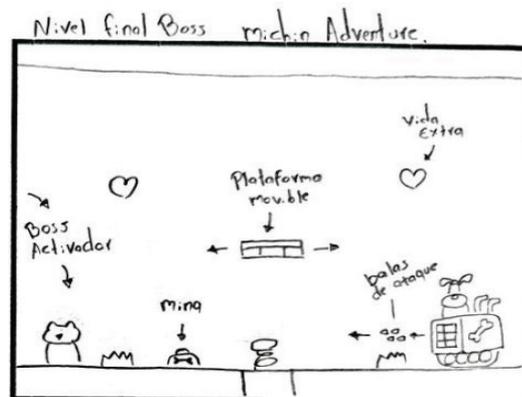


Figura 7. Boceto pelea final Michín.

Boceto de Michín cuando este regresa a su hogar, el punto de inicio de la aventura.



Figura 8. Boceto nivel final.

Boceto pantalla de inicio Michin's adventure.



Figura 9. Boceto pantalla de inicio Michin.

Bunny's Adventure

Boceto del inicio de la aventura de Bunny, dentro de la madriguera.

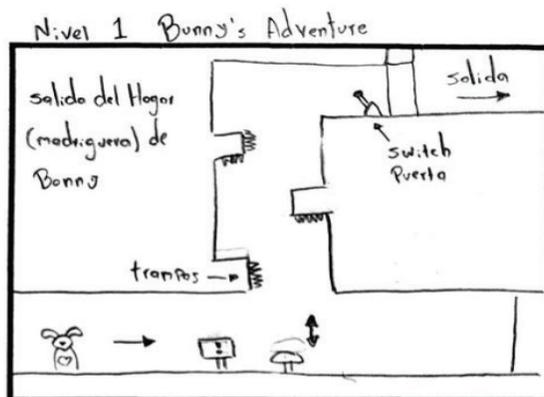


Figura 10. Boceto nivel 1 Bunny.

Boceto de la salida de la madriguera de Bunny, y primer contacto con humanos.

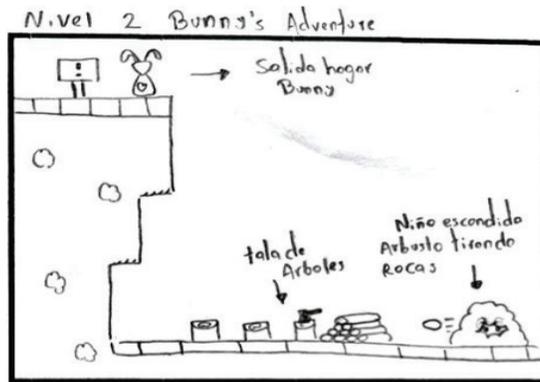


Figura 11. Boceto nivel 2 Bunny.

Boceto del encuentro de Bunny con el granjero que quería capturarlo.



Figura 12. Boceto nivel 3 Bunny.

Boceto del escape de Bunny de la jaula.

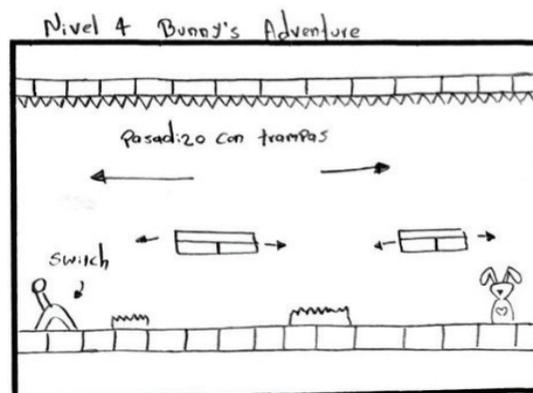


Figura 13. Boceto nivel 4 Bunny.

Boceto de la pelea final de Bunny.

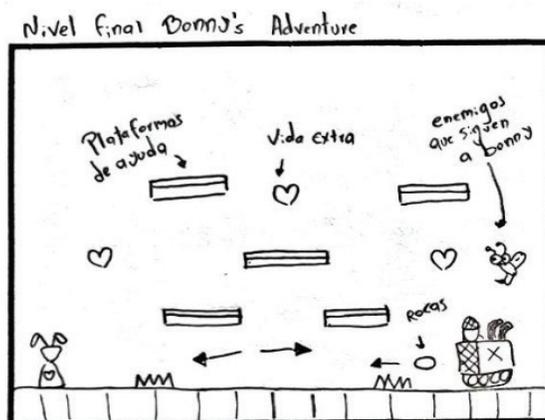


Figura 14. Boceto nivel 5 Bunny

Boceto Pantalla de inicio Bunny.

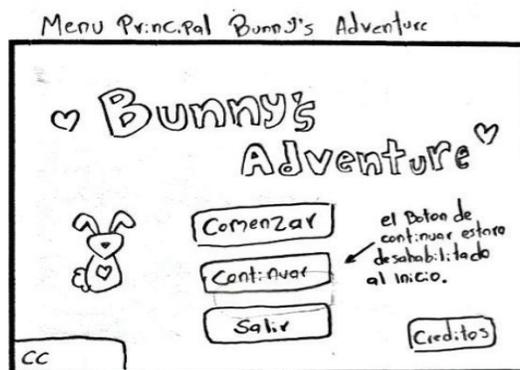


Figura 15. Boceto menú principal

Fase de diseño

Todos los elementos de *Michin's Adventure* y *Bunny's Adventure* se definen minuciosamente durante la fase de diseño del juego. Se desarrollan bocetos y conceptos visuales que incluyen la trama y los objetivos, así como personajes principales y secundarios. Se describen los componentes sonoros, como los efectos, la ambientación y la música, y se describe cómo interactúan las entidades virtuales.

A partir de los bocetos creados en la fase anterior, se crean los conceptos del aspecto del juego, la forma en que se visualizarán los personajes, los escenarios, los objetos, etc.

Descripciones de los personajes principales

Michin: Es un gato ladrón que busca convertirse en "Petate," el cual emprende una aventura a través de varios niveles para robar diamantes en su camino, interactuando con distintos personajes a lo largo del juego.



Figura 16. Diseño de Michín

Bunny: Curiosa y aventurera, Bunny anhela salir de su madriguera, desafiando las advertencias de sus padres sobre los peligros que le aguardan. A pesar de las advertencias, Bunny está decidida a vivir su propia aventura, sin anticipar las dificultades que puedan surgir en su camino



Figura 17. Diseño de Bunny.

Mapa Michin's Adventure: El mapa de Michín está inspirado en el logotipo de la Universidad Cooperativa, que consta de 6 niveles.

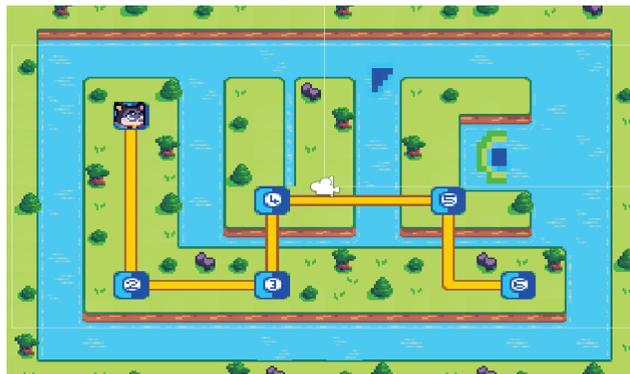


Figura 18. Mapa Michín.

Mapa Bunny's Adventure: El mapa de Bunny está inspirado en las zanahorias que tiene que obtener por los niveles, este consta de 6 niveles.



Figura 19. Mapa Bunny.

Fase de producción

Durante la creación de *Michin's adventure* y *Bunny's adventure*, se empleó la metodología Scrum y se utilizaron las herramientas brindadas por Unity. La programación y el desarrollo del juego se ordenaron eficientemente con este enfoque estructurado.

La introducción del componente Animator de Unity [10] fue un componente esencial de este desarrollo porque era fundamental para asignar animaciones a los GameObjects, particularmente para los juegos en sus respectivas escenas. Para lograr esto, fue necesario recurrir al controlador de animación, quien estaba a cargo de determinar qué clips de animación se utilizarían y de supervisar las transiciones entre ellos, controlando su mezcla y timing. La incorporación del animador fue fundamental para lograr la dinámica y expresividad visual que definen tanto la aventura de Michin como la aventura de Bunny. El impacto de Unity Animator en la animación de personajes principales y secundarios se muestra en la imagen resultante, que destaca la interacción dinámica entre los elementos visuales y el código subyacente.

Animator Michin y Bunny: El Animator de Unity es una herramienta poderosa que permite a los desarrolladores crear y controlar animaciones fluidas, brindando vida a personajes y objetos en sus juegos mediante la gestión de secuencias animadas y transiciones entre estados [10].

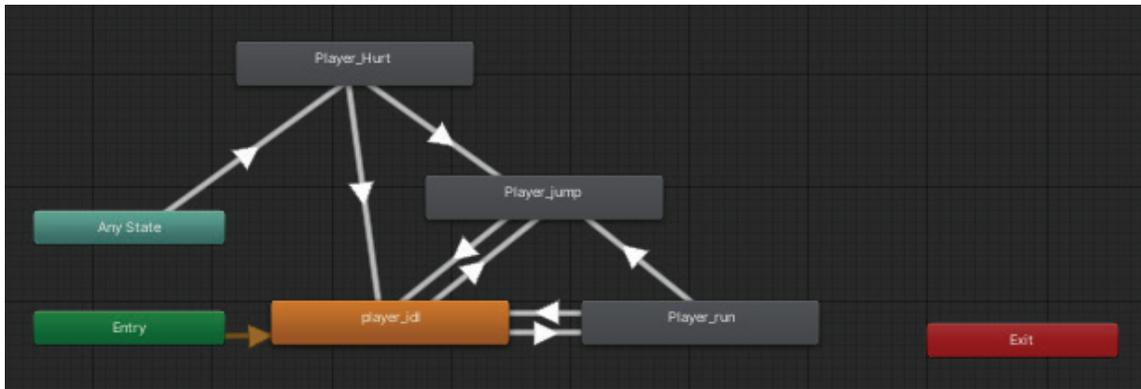


Figura 20. Animator de Michín.

Como se observan en la figura 20 y 21 están la transición de animación como idl, jump, hut, skip.

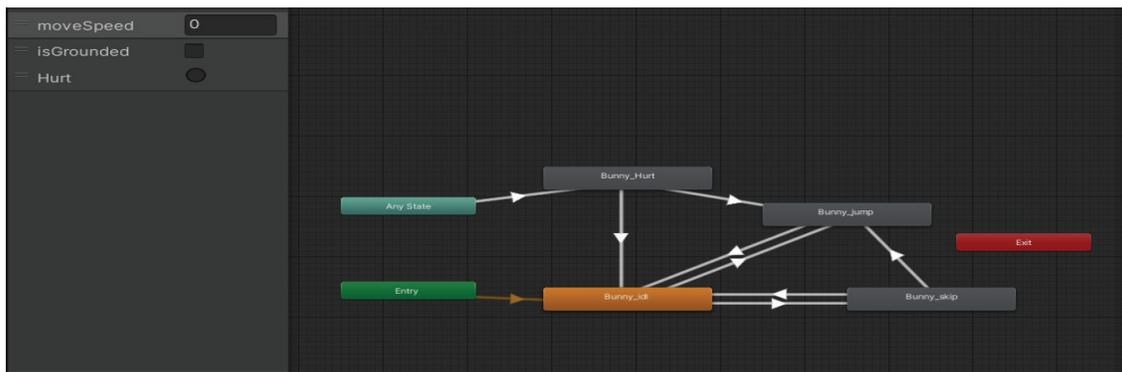


Figura 21. Animator de Bunny.

A continuación, se describen los parámetros de animación en Unity donde estas son variables que permiten ajustes dinámicos en tiempo real al controlar las transiciones entre estados de animación. Se utilizan para cambiar las propiedades de las animaciones, para agregar lógica condicional a las animaciones y para sincronizar los eventos del juego con momentos importantes. En esencia, brindan flexibilidad y control sobre la forma en que las animaciones responden a la lógica del juego.

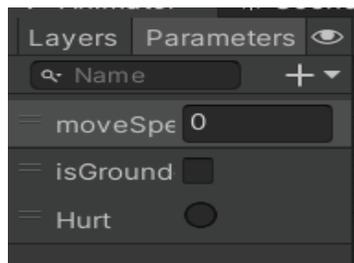


Figura 22. Parámetros de personajes principales.

Fase de pruebas

Se utilizó una técnica iterativa durante la fase de pruebas de *Michin's adventure* y *Bunny's adventure* en Unity, lo que permitió el desarrollo incremental de cada nivel. Se realizaron pruebas internas para identificar y corregir errores para mejorar la jugabilidad y la funcionalidad del juego. Este enfoque se basó en la metodología iterativa, que consiste en repetir ciclos a lo largo del proceso. Se permitió una revisión y ajuste constante del trabajo realizado en lugar de una progresión lineal. Se llevó a cabo una prueba de concepto y se compartió el juego con amigos y familiares. Para garantizar una experiencia de juego sólida y atractiva para los usuarios finales, la retroalimentación recibida durante esta etapa fue fundamental.

Fase de distribución

Para esta fase se tendrá en consideración lo siguiente:

1. Preparación para la presentación: Para asegurar una presentación exitosa del juego, se realizarán las siguientes acciones en la etapa previa al lanzamiento. Se verificará la finalización del desarrollo, asegurándose de que todos los niveles estén completados y que se hayan realizado pruebas finales exhaustivas para eliminar errores importantes que puedan afectar la experiencia del usuario.
2. Configurar en ITCH.IO: Después, se creará un perfil del juego en la plataforma itch.io con una descripción exhaustiva, capturas de pantalla y detalles sobre su objetivo educativo. La plataforma recibirá el juego completo, que incluirá todos los archivos ejecutables y recursos necesarios.
3. Configurar y guiar las descargas gratuitas: El juego se configurará como gratuito en itch.io, lo que permitirá a los usuarios descargarlo sin costo alguno. Además, los jugadores recibirán información detallada sobre el tema educativo del juego, así como manuales y tutoriales para ayudarlos a comprender los objetivos educativos.

Conclusiones

Durante el extenso proceso de creación y desarrollo de los juegos *Michin's Adventure* y *Bunny's Adventure*, se alcanzaron hitos y éxitos significativos. En primer lugar, los objetivos trazados durante la fase de concepción, que incluían la creación de storyboards completos y la finalización de todos los niveles planificados basados en los cuentos de Rafael Pombo, fueron alcanzados con éxito.

El diseño integral de personajes, escenarios y mecánicas de juego se realizó de manera satisfactoria, manteniendo coherencia con el tema educativo propuesto. La aplicación de la metodología Scrum demostró ser fundamental para un desarrollo ágil y organizado, garantizando la consecución eficiente de los objetivos e hitos establecidos. La utilización efectiva de las herramientas de programación y desarrollo de juegos proporcionadas por Unity, en especial el componente Animator, enriqueció la calidad visual y la experiencia de juego al permitir asignar animaciones a los GameObjects de manera precisa.

En la fase de pruebas, se implementó una metodología iterativa que facilitó la corrección de errores y la mejora continua de la jugabilidad, destacando la adaptabilidad del proceso a medida que surgían desafíos. Las pruebas de concepto realizadas con amigos y familiares brindaron valiosos comentarios, los cuales desempeñaron un papel crucial en los ajustes finales, asegurando que los juegos se adaptaran de manera efectiva al público objetivo.

Finalmente, la distribución exitosa de los juegos en la plataforma itch.io, con un enfoque en la accesibilidad gratuita y la participación activa de la comunidad, se materializó a través del siguiente enlace: <https://germandelgadol.itch.io/michin-adventure>

Referencias

- [1] Baratz. [Enlace](<https://www.comunidadbaratz.com/blog/12-consejos-para-fomentar-la-lectura-de-los-peques-de-la-casa/>)
- [2] Vives, V. (29 de septiembre de 2021). *Los videojuegos como herramienta educativa.* Vicens Vives Blog. [Enlace](<https://blog.vicensvives.com/los-videojuegos-como-herramienta-educativa/>)
- [3] Cepeda, G., & Otero, J. (2016). *Videojuegos educativos para la promoción de la lectura.* *Revista de Educación, 371,* 59-76.
- [4] Ramírez, G. B. (01 de 01 de 2022). *Revistas de divulgación científica CITAS.* [Enlace](<https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/citas/article/view/7573>)
- [5] García-Ruiz, M., & Martínez-Hernández, J. J. (2017). *Videojuegos educativos para la promoción de la lectura: una revisión sistemática.* *Revista de Investigación Educativa, 35*(1), 13-31.
- [6] Petit, M. (2016). *Leer el mundo: experiencias actuales de transmisión cultural.* CABA,.
- [7] Gutiérrez-Martínez, A., & González-Sánchez, J. (2018). *Los videojuegos educativos como herramienta para la promoción de la lectura.* *Revista de Investigación Educativa, 36*(1), 65-83.
- [8] David Vallejo, C. M. (2015). *Desarrollo de Videojuegos: Un Enfoque Práctico. Vol 1: Arquitectura del Motor.* ESI.
- [9] Lozano, G. A. (27 de abril de 2022). *Michin's Adventure.* itch.io. [Enlace](<https://germandelgadol.itch.io/michin-adventure>)
- [10] Uniry Documentation. (2016). *Animator Class.* [Enlace](<https://docs.unity3d.com/es/530/Manual/class-Animator.html>)

Videojuego 2D en Unity: Realidad Aumentada con Vuforia y enfoque educativo en comunicación asertival

2D Unity Video Game: 2D Unity video game: Augmented Reality with Vuforia and assertive communication educational approach

Laura Carolina Martínez-Lombana¹, Samantha Catalina Morales-Ramírez², Oscar Camilo Valderrama-Riveros³

Martínez-Lombana, L.C; Morales-Ramírez, S.C; Valderrama-Riveros, O.C. Videojuego 2D en Unity: realidad aumentada con Vuforia y enfoque educativo en comunicación asertival. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, número especial. Julio, 2024. XI Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 44-50.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i6.7265>

- 1 Estudiante. Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué-Tolima Colombia.
 laura.martinezlomb@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0009-0002-6269-4434>
- 2 Estudiante. Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué-Tolima Colombia.
 samantha.morales@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0009-0004-3437-7436>
- 3 Ingeniero. Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué-Tolima Colombia.
 oscar.valderramar@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0000-0003-3168-2086>

Palabras clave

Videojuego; Unity; realidad aumentada; Vuforia; comunicación asertiva; RPG; 2D.

Resumen

Este proyecto se enfocará en el desarrollo de un videojuego 2D el cual utiliza gráficos planos llamados sprites, y no tienen geometría tridimensional, se dibujan en la pantalla como imágenes planas y con un estilo RPG es un acrónimo derivado del inglés “Role-Playing Game” (Juego de Rol en español), donde proporciona al jugador la capacidad de encarnar uno o múltiples roles en un entorno ficticio. Este género ofrece experiencias inmersivas al permitir que los jugadores influyan en la narrativa y el desarrollo de los personajes destacando la integración de realidad aumentada mediante las plataformas de Software libre como lo son Unity y Vuforia. La implementación estratégica de la comunicación asertiva desempeñará un papel crucial al garantizar no solo la entrega de un producto visualmente atractivo, sino también la creación de una experiencia de usuario enriquecedora y envolvente donde jugará un papel fundamental en la concepción y desarrollo del juego. Se busca no solo entretener a los usuarios, sino también garantizar una experiencia óptima. La interacción entre los jugadores y el entorno virtual estará diseñada de manera que fomente la participación de los mismo, proporcionando retroalimentación constante y guía a medida que se avanza en el juego. La búsqueda de la satisfacción del usuario se traducirá en un diseño que motive a los jugadores y el rumbo que tomen a lo largo de la travesía sea el más efectivo, promoviendo la participación y asegurando una conexión significativa con la trama del juego y su travesía por el intrigante mundo virtual creado, el cual se encuentra inspirado en la obra literaria “Omnia” de Laura Gallego.

Keywords

Videogame; Unity; augmented reality; Vuforia; assertive communication; RPG; 2D.

Abstract

This project will focus on the development of a 2D video game which uses flat graphics called sprites, and do not have three-dimensional geometry, are drawn on the screen as flat images and with an RPG style is an acronym derived from the English “Role-Playing Game” (Role-Playing Game in Spanish), which provides the player the ability to embody one or multiple roles in a fictional environment. This genre offers immersive experiences by allowing players to influence the narrative and character development, highlighting the integration of augmented reality through open source platforms such as Unity and Vuforia. The strategic implementation of assertive communication will play a crucial role in ensuring not only the delivery of a visually appealing product, but also the creation of an enriching and immersive user experience where it will play a fundamental role in the conception and development of the game. The aim is not only to entertain users, but also to ensure an optimal experience. The interaction between players and the virtual environment will be designed in a way that encourages player participation, providing constant feedback and guidance as the game progresses. The search for user satisfaction will be translated into a design that motivates players and the course they take throughout the journey will be the most effective, promoting participation and ensuring a meaningful connection with the plot of the game and their journey through the intriguing virtual world created, which is inspired by the literary work “Omnia” by Laura Gallego.

Introducción

Este proyecto tendrá en cuenta la creación de un videojuego 2D de estilo RPG, implementando la realidad aumentada mediante las plataformas Unity y Vuforia [1] [2] [3]. Con la incorporación de la comunicación asertiva, se pretende proporcionar una experiencia de usuario satisfactoria e inmersiva, donde los jugadores se sientan motivados y guiados en su viaje por el fascinante mundo virtual inspirado en el libro Omnia de Laura Gallego este enfoque no solo guiará a los jugadores a través de un mundo virtual lleno de maravillas, sino que también les permitirá sumergirse profundamente en la rica narrativa, asegurando que cada interacción sea tanto motivadora como gratificante.

La historia de los videojuegos se remonta en la década de los 50, cuando en los primeros programas lúdicos para ordenadores [4]. Así mismo desde la década de los 70 se formaliza con la creación de las consolas, siendo así, el inicio de estas tecnologías donde se encuentran, hasta hoy en día, que los vemos en distintas plataformas.

En los últimos años, la pandemia del 2020 hasta el 2022 ha generado cambios significativos en cómo nos movemos y nos relacionamos en el mundo. Los videojuegos, desde sus inicios en los años 50, han evolucionado con la aparición de consolas y diversas plataformas. Hoy en día, títulos como “The Last of Us” [5], logran combinar géneros y narrativas que impactan y crean recuerdos significativos, permitiendo a los jugadores conectar con las historias desarrolladas.

La comunicación asertiva es crucial para interactuar efectivamente con la sociedad. Los videojuegos han contribuido a ello al evolucionar con la tecnología, facilitando la interacción social en comunidades en línea, blogs y páginas web, donde se fomenta la construcción de relaciones significativas y el apoyo emocional. La habilidad de comunicarse efectivamente es esencial para establecer relaciones sólidas, resolver conflictos y superar obstáculos en nuestras vidas.

El objetivo de este videojuego es relacionar el entretenimiento y la educación, específicamente en el área de la comunicación asertiva. Esta comunicación es una forma de expresarse que tiene un impacto positivo en las relaciones personales y profesionales. Los estudiantes que aprenden a comunicarse de manera asertiva pueden tener más éxito en la escuela y en la vida [6]. De esta manera, se espera que, al asociar el juego con la diversión, se logre mejorar el desarrollo de esta habilidad.

La Realidad Aumentada es una tecnología emergente que inspira al arte y se utiliza en diversas áreas. Combina elementos físicos con gráficos generados por ordenador, difuminando la línea entre realidad y virtualidad. Las obras virtuales interactúan con el entorno real como obras físicas [7] [8]. En el mercado encontramos distintos tipos de videojuegos que implementan la realidad aumentada, algunos famosos pueden ser “Pokemon Go”, “Harry Potter: Wizard Unite” , entre otros [9].

Este proyecto tiene como objetivo explorar la relación entre el entretenimiento y la educación, centrándose específicamente en la comunicación asertiva. Para ello, se desarrollará un videojuego que promueva esta habilidad. El proyecto también incluye el aprendizaje de las plataformas Unity y Vuforia, así como la búsqueda y creación de *assets* para los de distintos mundos del videojuego [10].

De igual forma la asertividad tiene una muy grande importancia en nuestras vidas, por ejemplo en [11], este tipo de comunicación es una habilidad importante para los diferentes grupos de estudiantes, la cual les brinda la capacidad de comprender y diferenciar entre lo asertivo y lo efectivo en la comunicación. También les ayuda a reconocer los factores que influyen en la

comunicación, como la percepción, los valores y los propósitos. La interacción libre y segura en el entorno estudiantil prepara el terreno para el desarrollo de habilidades comunicativas responsables y críticas.

Por consiguiente, tomamos de referencia a [12], que enfoca un videojuego 2D combinando los géneros de exploración de mazmorras y puzzle. Así mismo, se indica que los juegos de exploración de mazmorras han estado presentes desde los inicios de los videojuegos, y uno de los pioneros del género fue Rogue [13], desarrollado por Michael Toy y Glenn Wichman en 1980. De este proyecto el autor aprendió, desde la creación de sus primeros diseños, las pruebas que se hicieron y sus prototipos, lecciones y ámbitos diferentes, tanto en técnicos como en el área de programación. Por lo cual, se conoce la necesidad de repetir el diseño del juego, hasta lograr conseguir la opción deseada.

Metodología

La metodología de desarrollo del videojuego se basa en [14] y en la teoría de juegos [15] [16]. De forma específica el videojuego se realizará en la plataforma Unity y Vuforia, la cual va a tener los siguientes pasos para la creación e implementación:

Planificación y definición de requerimientos

En el proceso de desarrollo videojuego se inicia con la identificación clara de sus objetivos y público, este primer paso establece las bases para la creación de una experiencia de juego coherente y atractiva. Posteriormente, definimos los requerimientos del videojuego, abordando aspectos cruciales como la mecánica del juego, la conceptualización de los personajes que protagonizarán la trama, la creación detallada de los escenarios y la estructura de los niveles del juego. Estos elementos son la esencia que dará forma a la narrativa interactiva, asegurando que la experiencia del jugador sea envolvente y alineada con los objetivos previamente establecidos.

Diseño

Este proceso implica integración de la narrativa, el arte y la jugabilidad, amalgamando estos elementos de manera sinérgica y a su vez, es imperativo establecer sólidas bases para la colaboración del equipo, definiendo las herramientas y procesos que facilitarán la ejecución eficiente del proyecto. Esto abarca la implementación de sistemas de control de versiones que garanticen la coherencia del código y los recursos, siguiendo con la gestión del proyecto mediante la creación de un cronograma detallado. Proporcionando colaboración entre los miembros del equipo, contribuyendo así al desarrollo exitoso y fluido del videojuego.

Implementación de las iteraciones

En el proceso de creación de un videojuego basado en realidad aumentada, se adopta un enfoque iterativo que impulsa el desarrollo continuo y la mejora constante. Este ciclo comienza con la implementación del juego en niveles, donde cada iteración se convierte en una oportunidad para establecer objetivos a corto plazo. Durante estas fases, se lleva a cabo el desarrollo, prueba y mejora de las funcionalidades del videojuego, permitiendo ajustes dinámicos conforme se avanza en la creación. La importancia de las revisiones y la retroalimentación se realizan de manera regular facilitan la identificación de posibles mejoras y ajustes.

Evaluación

En la fase evaluativa es importante llevar a cabo pruebas exhaustivas de aceptación y calidad para garantizar que la experiencia del jugador sea fluida y libre de defectos. Este proceso abarca la revisión detallada de cada aspecto del juego, desde la funcionalidad hasta la coherencia narrativa y la calidad visual. Simultáneamente, se realiza una evaluación rigurosa del progreso del proyecto y de los resultados alcanzados hasta el momento, permitiendo una visión clara de la alineación con los objetivos iniciales.

Ajuste y lanzamiento

En esta etapa se ajustan tanto en el plan estratégico como en el diseño y la implementación, dirigiéndose de manera directa a los resultados obtenidos durante las pruebas de calidad. Además, se llevan a cabo mejoras y optimizaciones para perfeccionar la experiencia del usuario y asegurar un rendimiento óptimo.

Resultados esperados

Con el videojuego que se está desarrollando, queremos ofrecer los jugadores una manera divertida e innovadora de aprender sobre la comunicación asertiva. La realidad aumentada nos permite crear experiencias inmersivas y atractivas que pueden ayudar a los jugadores a comprender mejor los conceptos de la comunicación asertiva.

El videojuego pretende presentar a los jugadores a diferentes situaciones sociales en las que deben usar la comunicación asertiva. Los jugadores podrían aprender a expresar sus sentimientos de manera clara y respetuosa y a negociar de manera eficaz. Creemos que este videojuego tiene el potencial de ser una herramienta valiosa para ayudar a los jóvenes a desarrollar las habilidades de comunicación que necesitan para tener éxito en la vida.

Actualmente se inició la creación de los assets principales y la organización del menú donde lo anexamos en las figuras 1 y 2.



Figura 1. Assets principales.

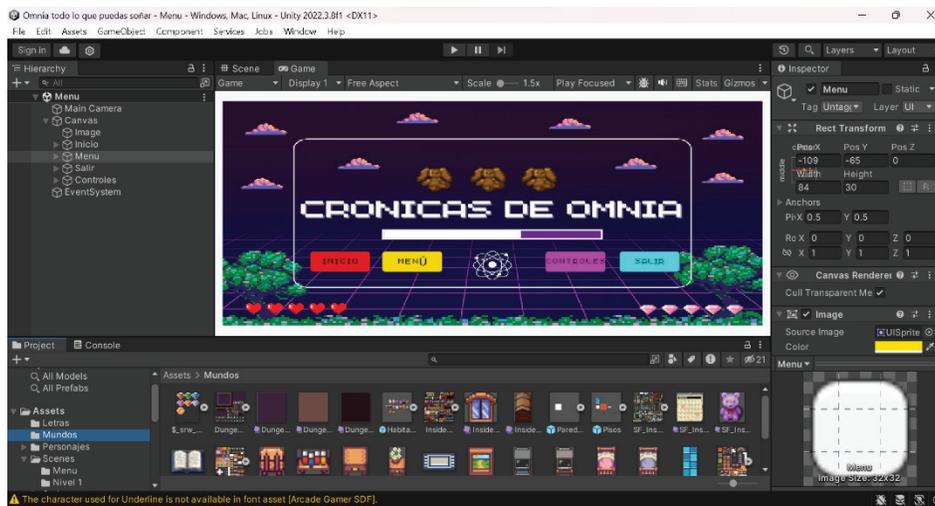


Figura 2. Organización del menú.

Conclusiones

Este proyecto se enfoca en aprovechar el poder de los videojuegos para promover la comunicación asertiva, permitiendo a los jugadores mejorar sus habilidades comunicativas mientras disfrutan de una experiencia de entretenimiento. El objetivo es crear un videojuego que no solo divierta, sino que también sea educativo y fomente relaciones significativas en la sociedad actual. El propósito fundamental de este proyecto radica en capitalizar la influencia de los videojuegos para fomentar la comunicación asertiva, ofreciendo a los jugadores la oportunidad de perfeccionar sus habilidades comunicativas de manera lúdica y envolvente. La meta es la concepción de un videojuego que no solo brinde entretenimiento, sino que también sirva como una herramienta educativa, propiciando la formación de relaciones significativas y constructivas en el tejido social contemporáneo. En este sentido, la iniciativa busca no solo proporcionar diversión, sino también cultivar un entorno que estimule el desarrollo personal y social a través de la interacción virtual, contribuyendo así al enriquecimiento y fortalecimiento de las habilidades comunicativas en un contexto más amplio.

Igualmente, la narrativa del libro de Omnia de Laura Gallego nos inspira a tener una perspectiva de aprendizaje mayor. Al guiarnos de este, no solo transmitimos los conceptos de la comunicación asertiva, sino que también relatamos de una forma creativa un libro que trae muchas enseñanzas e inspira a mejorar. También con ayuda de las imágenes que la autora agrega nos ayudan a visualizar cómo podría ser este videojuego. Por lo tanto, representamos y jugamos con las ideas dadas, para así implementar una versión divertida que de gusto tanto a nosotros como a los jugadores en cuestión.

Por añadidura, la integración de la realidad aumentada a través de Unity y Vuforia podría ofrecer una experiencia de usuario única y atractiva, lo que resalta la importancia de la innovación tecnológica en el desarrollo del videojuego. Por ende, La búsqueda de una experiencia óptima y educativa resalta el compromiso del proyecto con la calidad y el valor formativo, lo que sugiere un enfoque integral en el desarrollo del videojuego.

Referencias

- [1] Gamarra Torres, J. Á., & Mercado Oré, S. A. M. (2021). Aplicación móvil de realidad aumentada con Unity y Vuforia para el aprendizaje de ciencia y tecnología en el Colegio América. Universidad César Vallejo.

- [2] García Martínez, S.-L. (2022). *Taiyou: concept art de un videojuego RPG 2D*. Universitat Politècnica de València.
- [3] Graullera Miñana, C. (2022). *Aeternus Valhalla, Desarrollo 2D de un videojuego*. Universitat Politècnica de València.
- [4] Marín Díaz Verónica, Morales Díaz, M., & Reche Urbano, E. (n.d.). *Aprendizaje con videojuegos con realidad aumentada en educación primaria*.
- [5] Chumpitaz, S., & Alonso, J. (2019). El lenguaje audiovisual cinematográfico aplicado a los videojuegos : el caso de "The last of us". Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/14043>
- [6] Terroni, N. N. (2009). La comunicación y la asertividad del discurso durante las interacciones grupales presenciales y por computadora. *Psico-USF*, 14(1), 35–46. <https://doi.org/10.1590/s1413-82712009000100005>.
- [7] Díaz Verónica Morales Díaz, M., & Reche Urbano, M. (s/f). *Aprendizaje con videojuegos con realidad aumentada en educación primaria*.
- [8] D. Ruiz Torres. (julio,2023) *Vista de La Realidad Aumentada y su dimensión en el arte: La obra aumentada*. (s/f-a). *Revistas.um.es*. Recuperado el 18 de noviembre de 2023, obtenido de <https://revistas.um.es/reapi/article/view/146261/130661>.
- [9] Gonzáles, M. (2022, septiembre 28). Los 8 Mejores Videojuegos de Realidad Aumentada. Filmora; Wondershare Filmora. <https://filmora.wondershare.es/video-editing/augmented-reality-video-games.html>
- [10] Creis Sebastián, J. (2018). *Videojuego 2D de cartas y RPG para Android desarrollado en Unity*. ETSI_Sistemas_Infor.
- [11] Quiñonez Fuentes, J. Z., & Moyano Arcos, G. (2019). La asertividad como estilo de comunicación en la formación del sujeto educador. *Revista Científic*, 4(Ed. Esp.), 68–83. <https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2019.4.e.4.68-83>
- [12] Holmes, M. (2020, marzo 15). 40 años después: Cómo se hizo Rogue, con Glenn Wichman. Gamereactor. <https://www.gamereactor.es/40-anos-despues-como-se-hizo-rogue-con-glenn-wichman/>
- [13] Rodríguez Moraleja, I. (2022). *Desarrollo de un videojuego 2D: The dungeon rules*. Universitat Oberta de Catalunya (UOC).
- [14] Garita Hernández, F. A., Lizano Madriz, F., & Cordero Esquivel, C. M. (s/f). *Metodologías para el Desarrollo de Videojuegos Serios: Una Revisión de Literatura Methodologies for the Development of Serious Video Games: A Literature Review*. Una.ac.cr. Obtenido de <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/22597/55-Texto%20del%20art%C3%ADculo-108-1-10-20210102.pdf?sequence=1>.
- [15] Carvajal, R., & Alberto, C. (2009). Aproximación a la teoría de juegos. *Revista Ciencias Estratégicas*. Obtenido de <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/7479>
- [16] Monsalve, S. (s/f). *John Nash y la teoría de juegos*. Com.ar. Recuperado el 18 de noviembre de 2023, de https://www.cien Jared.com.ar/ra/usr/4/26/john_nash_y_la_teor_a_de_juegos.pdf

Desarrollo de un videojuego que introduce en su narrativa el Don Quijote de la Mancha

Development of a videogame that introduces Don Quixote de la Mancha in its narrative

Diego Alejandro Torres-Sierra¹, Oscar Camilo Valderrama-Riveros²

Torres-Sierra, D.A; Valderrama-Riveros, O.C. Desarrollo de un videojuego que introduce en su narrativa el don quijote de la mancha. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, número especial. Julio, 2024. XI Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 51-60.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i6.7266>

1 Estudiante Ingeniería de sistemas. Universidad Cooperativa de Colombia Tolima Colombia.

 diego.torress@campusucc.edu.co

 <https://orcid.org/0009-0006-6059-6098>

2 Ingeniero Electrónico. Universidad Cooperativa de Colombia Tolima Colombia.

 oscar.valderramar@campusucc.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0003-3168-2086>

Palabras clave

Recurso; videojuego; Unity; script; piskel; e-learning; animación.

Resumen

Es innegable como la literatura ha sido una de las expresiones artísticas más importantes, teniendo gran relevancia cultural e impacto social, más sin embargo no llega a todo público en gran parte por falta de interés, se busca entonces promover y/o fomentar la literatura y que mejor referente que con el Don Quijote de la Mancha de Miguel de Cervantes Saavedra. Para ello se introducirá la narrativa del libro en un medio con más alcance e impacto en los jóvenes, como lo son los videojuegos, los cuales tienen gran atención y disposición del público joven, en los videojuegos se tiene que saber leer para lograr una adecuada interacción máquina-jugador, pero no solo leer basta puesto que en muchos videojuegos para llegar a una comprensión de los temas presentados y/o avanzar en el progreso del mismo se necesita de cierta abstracción, teniendo esa misma habilidad la literatura. Ejerciendo en el usuario pensamientos y/o reflexiones que le permitan un avance y comprensión de los temas y no solo un ejercicio mecánico. La relación de la literatura y los videojuegos están en la capacidad de los dos para contar y transmitir historias con un impacto real, con se busca poder adaptar historias de libros en videojuegos no solo para demostrar el impacto de los videojuegos sino también para exponer las historias de la literatura dando también un incentivo al mundo de la literatura. Teniendo así esta relación un propósito más allá que la del entretenimiento, siendo un fin educativo y de aprendizaje.

Keywords

Asset; videogame; Unity; script; piskel; e-learning; animation.

Abstract

It is undeniable that literature has been one of the most important artistic expressions, having great cultural relevance and social impact, but nevertheless it does not reach all audiences largely due to lack of interest, then it seeks to promote and / or encourage literature and what better reference than Don Quixote de la Mancha by Miguel de Cervantes Saavedra. For this, the narrative of the book will be introduced in a medium with more reach and impact on young people, such as video games, which have great attention and disposition of the young public, in video games you have to know how to read to achieve an adequate machine-player interaction, but not only reading is enough since in many video games to reach an understanding of the topics presented and / or advance in the progress of the same, a certain abstraction is needed, having that same ability in literature. Exercising in the user thoughts and / or reflections that allow an advance and understanding of the issues and not just a mechanical exercise. The relationship between literature and video games is in the ability of both to tell and transmit stories with a real impact, with the aim of adapting stories from books into video games not only to demonstrate the impact of video games but also to expose the stories of literature also giving an incentive to the world of literature. Thus having this relationship a purpose beyond that of entertainment, being an educational and learning purpose.

Introducción

En las estas últimas décadas el avance tecnológico ha sido tan rápido he imprevisto que ha cambiado la forma de como los humanos interactúan con su entorno desplazando las diferentes expresiones artísticas que han marcado la cultura humana siendo una de las desprestigiadas la literatura, más aún por una literatura clásica de nuestra lengua, por contraparte nos encontramos nuevas formas de entretenimiento cuyo alcance es enorme y su impacto está marcando nuevos hitos o estándares en la cultura popular como lo es el videojuego; con esto cabe preguntar varias cuestiones ¿Se puede fomentar la literatura en las nuevas formas de entretenimiento como lo es el videojuego?, ¿Tiene el videojuego lo suficiente para ser más que un solo entretenimiento?, ¿Tiene el videojuego un impacto positivo?

Se buscará responder a las preguntas planteados mediante la investigación de varios artículos y/o documentos los cuales han demostrado conclusiones importantes, además también se desarrollará un videojuego con el propósito de ser más que un solo entretenimiento, llegando al videojuego educativo tema que se desarrolla en profundidad más adelante.

Los videojuegos son un software que contienen varias virtudes, una de ellas es la educación, los videojuegos educativos buscan ofrecer nuevas opciones que faciliten el aprendizaje, promover la reflexión individual, traen consigo información y colaboración superando la barrera del entretenimiento para nutrir diversas áreas del conocimiento [1].

La forma en que el videojuego a desarrollar tenga consigo un tema educativo es en la historia que quiere contar, puesto que es una adaptación de una historia de un referente de la literatura en español, esto con el fin de promover una obra que marca un punto importante en la cultura, la obra en cuestión es “El Don Quijote de la Mancha” [2].

La manera de integrar la literatura en los videojuegos es con el mismo acto de leer, en los videojuegos está implícito la lectura, más añade otros elementos que en conjunto tramiten experiencias audiovisuales y mecánicas, no es la primera vez que se intenta relacionar los videojuegos y la literatura, tampoco es la primera que se intenta adaptar el libro “El Don Quijote de la Mancha”, en el artículo “Videojuegos y literatura: Estudio de tres casos de Inter textos hispanoamericanos1” [3], nos dan varios referentes anteriores sin embargo se han hecho de formas distintas, puesto es otra virtud del videojuego, se pueden contar una misma historia pero dependiendo de los elementos que la componen se experimenta de diferentes maneras.

Así pues, se busca la adaptación de una obra al videojuego y exponer la relevancia de este, los retos del trayecto, su impacto e importancia, destacando su alcance al ser de distribución digital, además de contribuir en la investigación de estos temas como ya muchas universidades y entidades lo están haciendo o lo han hecho para tener mayor documentación al respecto cambiando la perspectiva del videojuego y las investigaciones que lo implican.

Con los estudios e investigaciones que se han realizado más el tiempo en el que se desarrollado este proyecto se puede determinar que los videojuegos tienen un impacto cultural enorme, muchos son los ejemplos de estudio demostrando sus beneficios como en el caso de [4], en el cual revelan más beneficios que prejuicios, aun con esto los videojuegos tienen cierta estigmatización social además de grandes problemas durante su desarrollo por diferentes causas como puedan ser: largos tiempos de desarrollo, falta de personal especializado, la visibilidad en un mercado mundial, entre otros que ha expresado [5], pero estos obstáculos no desmeritan el impacto y potencial que tienen.

Incluso se propone en la educación especial como [6] y su uso en niños con TDAH, además, es un medio relativamente reciente, por lo cual su trayectoria es joven pero no poca precisamente, se registra un evidente interés en el estudio correspondiente a los videojuegos que ha reforzado y aumentado la documentación académica al respecto, como bien nos describe la introducción

a la teoría del videojuego [7] los videojuegos han tenido un impacto tal que no solo han aparecido en congresos de especializados referentes en medios de comunicación y tecnología, sino además, ha surgido congresos específicamente de videojuegos en la comunidad internacional.

Se seguirá buscando la forma de darle relevancia a los videojuegos y su impacto, sacando el mejor provecho de esta tecnología en la educación y reviviendo el interés de los jóvenes por aprender con nuevas formas de interacción máquina-usuario.

Materiales y Métodos

Para el desarrollo del videojuego se requiere del conjunto de varias disciplinas técnicas y artísticas con sus respectivas herramientas, en este caso particular solo se dispondrá de un computador portátil con gran capacidad para soportar y ejecutar adecuadamente el videojuego en el entorno de desarrollo como lo es Unity [8], Piskel [9] como herramienta para dibujo y diseño, además de grandes bibliotecas de audio, sonido e imágenes libres de derechos de autor.

El desarrollar un videojuego requiere de largo tiempo y los requerimientos de jugabilidad, aplicación y diseño pueden ir cambiando durante el proceso por ende se necesitan de métodos ágiles que permitan flexibilidad para hacer cambios, teniendo esto en cuenta se decidió usar como metodología base del (SCRUM) pero no de forma estricta pues también conlleva ciertas desventajas en el desarrollo de los videojuegos como expresa [10] en su investigación sobre metodologías para el desarrollo de videojuegos, sino que se busca adaptar fases que permiten la flexibilidad durante los proyectos, cada semana se hacen reuniones para discutir sobre de avances, dudas y pasos a seguir, como bien sugiere [11] de las mejores formas para afrontar proyectos como lo son los videojuegos son con mitologías ágiles.

En cada reunión se establecen los ítems a desarrollar durante la semana, terminada la semana se hace revisión de lo realizado y se hacen las respectivas correcciones y se dan las siguientes pautas, siendo así varias iteraciones durante el desarrollo del videojuego, siendo un avance progresivo del proyecto [12].

Estas iteraciones constan de diferentes módulos en el desarrollo, cada módulo contiene elementos que en conjunto hacen al videojuego; el primer módulo relevante para el desarrollo se basan en los llamados “Assets” los cuales son conjuntos de imágenes que al procesar y/o proyectar una sobre otra crean animaciones como se observa en la figura 1, no en todos los casos los Assets llevan a ser animados pero si hacen parte importante del escenario, siendo fundamental la integración y armonía de los mismo para que el usuario tenga una guía visual clara y concreta que lo está sucediendo en la escena y poder afrontar los obstáculos que observa.



Figura. 1. Diseño y creación de Asset en Piskel.

Además, esto hace que el videojuego contenga un elemento artístico que pueden influir en como es percibido. Como bien lo dice un artículo de la universidad de Valencia, España, [13], los videojuegos no solo contienen elementos artísticos y culturales que los convierten en expresiones artísticas y culturales por sí mismo sino además pueden ser fuentes derivadas para la creación de arte. Con gran capacidad de contar grandes historias con impacto en las personas.

Para fines de este proyecto la mayoría de los Assets se crean utilizando el programa de Piskel y otro porcentaje serán obtenidos de otros artistas con licencias libres de uso.

Otro modulo son los Scripts, donde están las líneas de código divididas en clases, en las cuales se programa su forma y el cómo van a interactuar con el mundo creado o sus escenarios y el usuario, siendo un proceso meticuloso pues se debe tener en cuenta que cada clase he interacción no está funcionando como un aspecto aparte de otro, sino que todos están integrados y funcionando entre sí, para dar una buena experiencia de usuario que transmita una influencia positiva que puede en público más joven desarrollar aspectos cognitivos y socioemocionales, tal impacto pueden tener los videojuegos como bien indica [14] en los videojuegos en primaria básica y [1].

En Unity se hace el procedimiento adecuado para la unión de los distintos elementos que ocupan los videojuegos como puedan ser las animaciones con sus respectivas líneas de código y sonidos para que cada elemento funcione dentro del “mundo” que se diseña y el que interactúen según lo esperado, como se muestra a continuación en la figura 2.

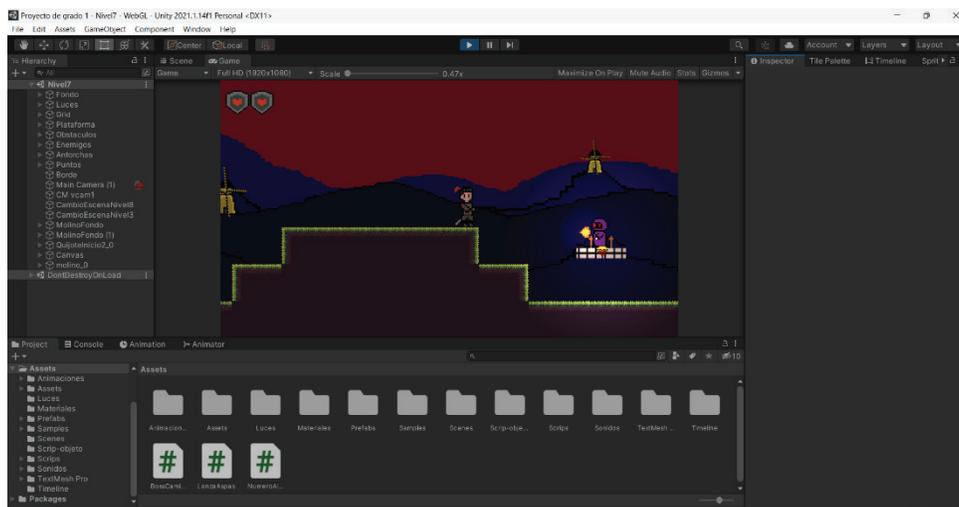


Figura. 2. Captura de Unity con sus elementos.

Con todo hecho se considera que se desarrolla un videojuego, pero en su parte más superficial, puesto que lo relevante no solo es el videojuego en si mismo sino el diseño que se le otorga con la finalidad de ser educativo para ello se deben cumplir ciertos criterios, los cuales aún no están bien definidos por la comunidad en general como bien expresa [15] en su artículo sobre los videojuegos se muestran diferentes definiciones sobre lo que hace a un videojuego ser considerado educativo o serio, llegando a converger en una misma similitud entre todas las definiciones, buscan un objetivo más allá del entretenimiento, teniendo en cuenta diferentes aspectos que mejoren el desarrollo de las habilidades, promuevan productos, adquieran competencias entre otros.

Como bien se ha mencionado anteriormente se busca la forma de adaptar la narrativa de un libro al videojuego mediante textos, transmitiendo experiencias, dando un contexto del libro, demostrar sus reflexiones incentivando la importancia de la literatura y del acto de leer en sí mismo; entre estas formas está el texto escrito en forma de dialogo el cual puede incentivar el criterio de los jóvenes como bien resalta un estudio en ello [16] videojuegos para el desarrollo del pensamiento crítico y el dialogo, llevan al entender que la literatura puede ser adaptada en los videojuegos.

Es correcto afirmar que con ciertos propósitos el videojuego puede llegar a influir en las personas y su relación con el mundo [17] aún más en niños y jóvenes, son propuestas que se han estudiado para mejorar diferentes aspectos educativos [18] y se espera contribuir con estos estudios de forma más practica al desarrollar el videojuego.

Resultados y discusión

Para la experiencia de usuario se usó de diseño un sistema niveles interconectados, esto con la finalidad de darle la potestad al usuario de ir entre las escenas libremente mientras va explorando y descubriendo nuevos niveles, moviendo entre ellos para resolver acertijos y/o atajos que promuevan la investigación, exploración e interacción entre niveles, dejando no solo escenarios o niveles sueltos sino la integración en conjunto, siendo videojuegos complejos con gran campo de interacción, integrando otros aspectos propios del medio.



Figura. 3. Captura del juego delante de un puente.



Figura. 4. Captura del juego del otro lado del puente.

Como ejemplo de ello tenemos la figura 3 y figura 4 donde para continuar con el progreso del juego el usuario debe explorar por otros niveles para llegar al lado posterior del puente, accionar la palanca y así poder continuar con su aventura, este tipo de diseño es conocido popularmente como metroidvania, integra además otros aspectos durante el desarrollo del videojuego como lo son los enemigos, representado obstáculos que deben superarse poniendo a prueba habilidades motrices del usuario, habilidad que va mejorando durante su experiencia e impactando en su progresión en [19] explican gran parte de estos aspectos.

Dichos enemigos cuentan con diseños propios basados en las visiones y delirios del protagonista del libro, ejemplo como el hechicero malvado que quema sus libros de caballería figura 5, o el famoso gigante que resulta ser molino figura 6.



Figura. 5. Captura del juego, enemigo mago.

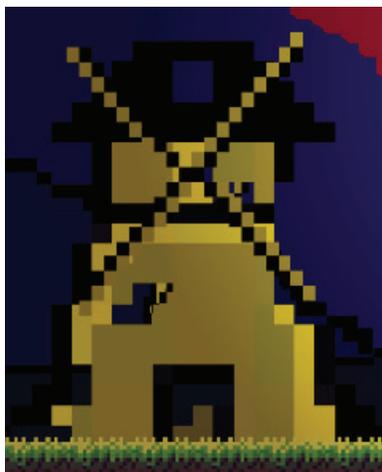


Figura. 6. Captura del juego, molino.

Son múltiples enemigos que cuentan con formas diferentes de actuar con el usuario y deben ser superados a través de la habilidad motriz y reflejos, aprendiendo de ellos para mejorar sus habilidades, siendo parte importante en los metroidvania y del camino del Quijote.

Durante la exploración de escenarios, elemento importante que despierta en el usuario la curiosidad [19] se encontrará también con personajes no jugadores que le ayudaran al usuario durante el videojuego a través de conversaciones y referencias al libro avivando y desarrollando la contextualización del momento y el porque del actuar del protagonista a través del usuario que guíara el avance entre niveles y narraciones.

Descubriendo así la historia del libro en escenarios, enemigos, conversaciones, textos, exploración de niveles, sonidos, llevando consigo reflexiones de lo que esta pasando y que puede encontrar en el libro para seguir con la aventura del videojuego, además de motivar su interés por estas historias referentes de la lengua española y el contexto, narrando sus historias y tragedias.

Conclusiones y recomendaciones

En el desarrollo de videojuegos existe un amplio campo de diversas forma de creación, ya no solo por parte de los elementos artísticos sino también por el juego en sí mismo, son gran cantidad de opciones distintas combinadas entre si para brindar experiencias diferentes en el usuario, el metroidvania engloba apenas una parte pequeña de todo los elementos que puede incluir, haciendo que si bien pertenezcan a una determinada forma del cómo va funcionar en rasgos generales, existen tantas opciones que hacen a cada videojuego metroidvania diferente y único, aun mas cuando tratamos de integrar una historia y narrativa de un libro, aspecto difícil pues si bien se puede hacer esta adaptación, lleva consigo grandes retos que implican el desarrollo de formas para adquirir o abstraer los textos y diálogos del libro a las interacciones del usuario en el videojuego.

Dejando espacio para que el usuario reflexione sobre lo que ve y experimenta, motivan su curiosidad en el videojuego y en el libro. Ahora retomando frente a lo que el usuario ve está el aspecto visual de las imágenes que representa un reto es si mismo pues la armonía entre ellas es vital para el buen entendimiento del escenario mas sin embargo es difícil encontrar imágenes adecuadas sino son creadas específicamente como se espera, por ende se deben tener conocimientos de diseño o dibujo, tener esta habilidad además de la escritor, programador,

diseño de interacciones, diseño de videojuegos y creación de sonidos hacen que estos software requieren del conjunto de diversas cualidades, aspecto difícil si lo hace una o dos personas, reto al cual nos enfrentamos.

Siendo un tipo software bastante complejo y completo que a través de varias disciplinas crean obras en si mismas con un alcance que permiten los videojuegos y de su impacto en la educación, en la cultura, siendo así un tipo software importante en diferentes aspectos más allá del entretenimiento, teniendo en cuenta, que no solo requiere conocimientos técnicos del uso del programa, la programación y de la creación de proyectos sino que impulsa al creador a tener un espectro más amplio de reflexión, puesto no solo debe centrar y cerrarse a su visión de crear un videojuego por neto entretenimiento, debe por contrario explorar y buscar esa relación que le de peso a su proyecto y la experiencia que tendrá el usuario.

Referencias

- [1] Pereira, D. (2022). *Análisis de intervenciones educativas con videojuegos en educación secundaria: una revisión sistemática*. <https://doi.org/10.35699/1983>
- [2] De Cervantes, M. (2020). *Don Quijote de la Mancha* (D. Angeles, Ed.; Angeles, D;). Independently Published.
- [3] Núñez-Pacheco, R., Castillo-Torres, D., & Luis Navarrete-Cardero, ; (2019). Videojuegos y literatura: Estudio de tres casos de intertextos hispanoamericanos 1. *Arte, Indiv. Soc*, 31(3), 527–542. <https://doi.org/10.5209/aris.60884>
- [4] Núñez-Barriopedro, E., Sanz-Gomez, Y., & Ravina-Ripoll, R. (2020). Los videojuegos en la educación: Beneficios y perjuicios. *Revista Electrónica Educare*, 24(2), 1–18. <https://doi.org/10.15359/ree.24-2.12>
- [5] Redondo, C. I. (2015). *Retos del desarrollo de videojuegos en España*. <https://doi.org/10.6035/2174-0992.2015.9>
- [6] García, J. G., Manuel, J., & Calleros, G. (2021). Videojuegos en educación especial : niños con TDAH Video games in special education : children with ADHD. *Revista Digital de AIPO*, 2(1), 48–59.
- [7] Wolf, M. J. P., & Perron, B. (2005). Introducción a la teoría del videojuego. *Formats: Revista de Comunicació Audiovisual*. <https://raco.cat/index.php/Formats/article/view/257329>
- [8] *Plataforma de desarrollo en tiempo real de Unity | Motor de 3D, 2D, VR y AR*. (n.d.). Retrieved November 22, 2023, from <https://unity.com/es>
- [9] *Piskel - Free online sprite editor*. (n.d.). Retrieved November 22, 2023, from <https://www.piskelapp.com/>
- [10] Abraham, G., Urrutia, M., Nava López, C. E., Felipe Fernández Martínez, L., Aarón, M., & Corral, R. (2010). Procesos de desarrollo para videojuegos. *CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica, ISSN-e 2007-0411, Vol. 7, Nº. 36-37, 2010, Págs. 25-39*, 7(36), 25–39. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3238114&info=resumen&idioma=SPA>
- [11] López-Mera, D. D. (2022). Árcade: Metodología para el desarrollo de videojuegos en cursos de ingenierías. *Revista de Investigación En Tecnologías de La Información*, 10(20), 51–61. <https://doi.org/10.36825/riti.10.20.005>
- [12] Valderrama Riveros, Ó., & Ramírez Casallas, J. (2021). EL USO DE PROCESSING EN EL DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS PARA FORTALECER LAS COMPETENCIAS EN INGENIEROS DE SISTEMAS. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2021*.
- [13] Oltra, A. G. (2020). LA REVOLUCIÓN DE LOS PÍXELES. ARTE Y VIDEOJUEGOS EN UN MUNDO DIGITAL. *Revista Eiverna*, 7, 88–102. <https://doi.org/10.24310/eviternare.v0i7.8382>
- [14] Mendez, M., & Boude, O. (2021). *Uso de los videojuegos en básica primaria: una revisión sistemática*. <https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42n01p06>
- [15] Chanchi-Golondrino, G. E., Gomez-Álvarez, M. C., & Sierra-Martinez, L. M. (2022). Directrices para el diseño y la construcción de videojuegos serios educativos. *Revista Colombiana de Educación*, 1(84), 1–22. <https://doi.org/10.17227/rce.num84-12759>
- [16] Ranzolin, A. (2020). Videojuegos para el desarrollo del pensamiento crítico y el diálogo. *EU-Topías. Revista de Interculturalidad, Comunicación y Estudios Europeos*, 19, 125. <https://doi.org/10.7203/eutopias.19.17878>

- [17] Morales Corral, E. (2010). El uso de los videojuegos como recurso de aprendizaje en educación primaria y Teoría de la Comunicación. *Diálogos de La Comunicación*, ISSN 1813-9248, N.º. 80, 2010, 80, 7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3719704&info=resumen&idioma=ENG>
- [18] Granados Oliveros, T., & Malagón Santamaría, M. (2009). *Propuesta de mejora de un software educativo desde su uso pedagógico, para el cultivo de la ciencia en preescolar soportado en la revisión teórica de Piaget y Gardner*. <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/941#.ZFLCdBN4ZTw.mendeley>
- [19] Carvalho Gomes José, Gilvan Rodrigues Maia, B. P. O. A. de O. da R. F. J. W. F. da S. F. A. (2020). A Framework for Metroidvania Games. *Proceedings of SBGames*. https://www.researchgate.net/profile/Jose-Maia-4/publication/346540910_A_Framework_for_Metroidvania_Games/links/5fc67deda6fdccfea3f0770d/A-Framework-for-Metroidvania-Games.pdf

Prototipo de un asistente virtual para el diagnóstico del estrés utilizando Inteligencia Artificial

Prototype of a virtual assistant for stress diagnosis using Artificial Intelligence

María Delgado¹, Alexis Wong², Luiyiana Pérez³

Delgado, M; Wong, A; Pérez, L. Prototipo de un asistente virtual para el diagnóstico del estrés utilizando Inteligencia Artificial. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, número especial. Julio, 2024. XI Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 61-68.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i6.7267>

- 1 Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales, Universidad Tecnológica de Panamá. Panamá.
 mariadelgado201998@outlook.com
 <https://orcid.org/0009-0009-0875-9138>
- 2 Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales, Universidad Tecnológica de Panamá. Panamá.
 alexis.wong@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0009-0002-9689-7643>
- 3 Grupo de investigación de Ingeniería de Proyectos en Tecnología de la Información y Comunicación, Universidad Tecnológica de Panamá. Panamá.
 luiyiana.perez@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0000-0001-5069-4950>

Palabras clave

Inteligencia artificial; chatbot; estrés; Watson assistant.

Resumen

Este proyecto tiene como objetivo el desarrollo de un asistente virtual inteligente de tipo Chatbot para detectar el nivel de estrés, que funciona como una conversación a base de preguntas y respuesta, es decir, una interacción bot-humano-bot. Para ello se realizó una investigación descriptiva y aplicada (I+D). Se utilizó el método científico hipotético-deductivo partiendo del supuesto que el nivel de los síntomas de estrés se detecta con la ayuda de un asistente virtual. Primero se realizó un estudio para conocer los síntomas de la enfermedad, a través de revisión bibliográfica y entrevista con especialistas en psicología, luego se realizó un desarrollo tecnológico utilizando la metodología SCRUM considerando tres eventos: Sprint Planning, Daily Scrum y Sprint Review. La herramienta de desarrollo utilizada fue Watson Assistant, con lo cual se obtuvo un prototipo de un Chatbot capaz de detectar si una persona padece o no de estrés, utilizando el instrumento publicado por Headington Institute. Se logró realizar una prueba piloto con estudiantes de la Facultad de Sistema Computacionales de la Universidad Tecnológica de Panamá y de la Facultad de Medicina de la Universidad de Panamá que ayudó a entrenar el chatbot, y con la ayuda de los especialistas en psicología se validó si las respuestas dadas por el Chatbot son correctas.

Keywords

Artificial intelligence; chatbot; stress; Watson assistant.

Abstract

This project aims to develop an intelligent virtual assistant of the Chatbot type to detect the level of stress, which works as a conversation based on questions and answers, that is, a bot-human-bot interaction. To this end, a descriptive and applied research (R+D) was carried out. The hypothetical-deductive scientific method was used based on the assumption that the level of a person's stress symptoms is detected with the help of a virtual assistant. First, a study was carried out to know the symptoms of the disease, through bibliographic review and interview with specialists in psychology, and then a technological development was carried out using the SCRUM methodology considering three events: Sprint Planning, Daily Scrum and Sprint Review. The development tool used was Watson Assistant, in which created a prototype of a Chatbot capable of detecting whether a person suffers from stress or not, using the instrument published by the Headington Institute. A pilot test was carried out with students from the Faculty of Computational System of the Technological University of Panama and Faculty of medicine of the University of Panama that helped train the Chatbot, and with the help of the psychology specialists, it was validated if the answers given by the Chatbot are correct.

Introducción

La inteligencia artificial (IA) intenta asumir la complejidad que rige las relaciones sociales o la comunicación [1] [2], tiene la capacidad de imitar el comportamiento humano, pero el Machine Learning (ML) es la técnica para crear y mejorar dicho comportamiento. Watson Assistant es una agente virtual impulsada por inteligencia artificial creada por la IBM [3]; una innovación

a nivel de IA y ML de IBM, el cual fue utilizado con el objetivo de emplear IA, simulando la conducta humana, tomando el conocimiento de lo que ha sido entrenado para detectar el estrés en las personas y aprender mientras conversa con los usuarios. Es importante señalar que las tecnologías de inteligencia artificial específicamente en machine learning están cambiando el mundo en el sector de la salud mental el tratamiento de los datos con técnicas de aprendizaje de máquina, son herramientas que apoyan a la toma de decisiones con una mayor confiabilidad de los profesionales del área sector salud. El estrés supone un hecho habitual de la vida del ser humano, ya que cualquier individuo, con mayor o menor frecuencia, lo ha experimentado en algún momento de su existencia Las sobre cargas emocionales por distintas situaciones desproporcionales del ambiente causan un sobre esfuerzo por parte del individuo que lo recibe, es decir, que quién recibe dicha sobrecarga, puede llegar a padecer desórdenes emocionales, alimenticios y hasta pensamientos negativos que, en casos extremos, llevándolos a la muerte. Situación que motivó al equipo en desarrollar un Chatbot, que aportara una solución temprana para detectar tales síntomas emocionales en las personas. Cabe destacar, que este proyecto tiene como objetivo detectar el nivel de estrés por medio de un Chatbot, simulando una conversación bot- humano-bot a base de preguntas y respuesta. El Chatbot es un instrumento que puede ser utilizado para su detección, mas no reemplaza la atención de un profesional en la salud

Antecedentes

A nivel internacional, específicamente de la Universidad Santiago de Cali, han desarrollado un Chatbot para apoyar la detección de síntomas de trastornos psiquiátricos [4], este prototipo de Chatbot fue desarrollado para Facebook Messenger que tiene como finalidad actuar como un asistente virtual inteligente que permite la aplicación de la MINI Entrevista Neuropsiquiátrica Internacional (MINI). Para llevar a cabo tal tarea, se generaron modelos capaces de comprender consultas de los usuarios en idioma español, utilizando Procesamiento de Lenguaje Natural del servicio IBM Watson Assistant” [5].

La OMS revela que desde que comenzó la pandemia del COVID-19, los trastornos mentales han ido en aumento considerablemente, por múltiples causas, una de las principales es el estrés que se presenta cuando reacciona a la presión, sea del mundo exterior, o sea del interior del ser humano. En esa misma línea nos encontramos con publicaciones [6] que reafirman que la COVID-19 condiciona el contenido delirante del 38,5% de los pacientes ingresados en los hospitales terciario de Madrid y actúa como desencadenante directo de las consultas en el 46,2% de los casos. Por otro lado, según estudio realizado en el Norte de España describen que los niveles de estrés, ansiedad y depresión en la primera fase del brote del COVID-19 en una muestra de la afectación de los paciente [7].

Definitivamente el COVID-19 estable un antes y un después para las personas enfermas o pacientes futuros de enfermedades mentales. [8] plantea la posibilidad de que se incremente el desarrollo de enfermedades mentales, y con ello la crisis en los sistemas de la salud. Como resultado del análisis se estableció que las enfermedades mentales, como la depresión y la ansiedad, tendrán un aumento significativo durante la pandemia, y sus efectos continuarán muchas décadas después de que sea superada.

Por otro lado, se puede referencial [9] que el estrés es una de las enfermedades mentales presente en las personas por diferentes razones, en donde el ámbito laboral es el más preponderante, representando la mayor amenaza de la salud de los trabajadores en este nuevo siglo XXI, añadiendo el confinamiento y la pandemia del COVID-19 de este año que puede agravar en enfermedades físicas y provocar en los casos más agudos hasta secuelas permanentes. Generando en las personas síntomas físicos, fisiológicos y de comportamiento.

Entre las causas que pueden acelerar el estrés en las personas están: inestabilidad económica, pérdida de trabajo, aislamiento social y sin mencionar la pérdida de uno o más seres queridos, son unas de las razones por las cuales se han enfermado las personas en esta pandemia del COVID-19. El desarrollo de esta aplicación es oportuno para la detección del estrés en las personas, ya que los usuarios no tendrían que salir de sus casas.

Metodología

Tipo de Investigación

El tipo de investigación del proyecto es descriptiva y aplicada. Para la recolección de las variables de estudio se realizaron revisiones bibliográficas sobre los síntomas del estrés, y se entrevistó a un especialista en psicología, que ayudó a establecer las distintas preguntas del asistente virtual y sus posibles respuestas. Se termina con un desarrollo tecnológico después de un proceso de análisis y diseño. Es importante resaltar que el asistente virtual analiza los síntomas sin llegar a un “¿por qué?”, también se ejecuta por medio de un planteamiento práctico, consolidando los conocimientos para su aplicación, enriqueciendo el desarrollo cultural y científico.

Se utilizó el método científico hipotético-deductivo partiendo del supuesto de que el nivel de los síntomas de estrés se detecta con la ayuda de un asistente virtual basado en inteligencia artificial, cuya variable independiente es el asistente virtual y la variable dependiente es los síntomas del estrés.

Los síntomas del estrés son las respuestas del cuerpo a una presión física, mental o emocional. El estrés produce cambios químicos que elevan la presión arterial, la frecuencia cardíaca y las concentraciones de azúcar en la sangre [10]. Para definir sus síntomas se entrevistó a una psicóloga, cuyos valores manipulados fueron: dolor de cabeza, mala memoria, dolores y achaques frecuentes, dolor en el cuello y mandíbula, cansancio, problemas para dormir, uso de droga o alcohol, etc. Se utilizó el instrumento publicado por Headington Institute [11], para el diseño de las preguntas ofrecidas por el Chatbot, esto garantiza la utilización de un instrumento validado internacionalmente. Headington Institute es una asociación sin fines de lucro que trabaja con más de 100 organizaciones para ayudar a las víctimas de la guerra, la violencia política, las enfermedades y los desastres naturales. Está ubicada en los Estados Unidos y cuenta con más de 20 años de experiencia en ofrecer asistencia a personas con problemas de salud emocional, específicamente el estrés.

Un asistente virtual inteligente es un agente tipo software que puede realizar tareas u ofrecer servicios a un individuo [5], los cuales mediante el uso de aprendizaje automático y técnicas de procesamiento de lenguaje natural logran simular una serie de respuestas razonables y en un contexto determinado, dando la proximidad a una conversación humana [12], esta variable fue manipulada a través de la herramienta Watson Assistant con la cual se desarrolló el asistente virtual de tipo Chatbot.

Para la prueba piloto del Chatbot se trabajó con estudiantes de la facultad de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), y de la facultad de Medicina de la Universidad de Panamá (UP), también con dos psicólogos. Después de la prueba piloto con el Chatbot se aplicó un cuestionario a los participantes para conocer su opinión de satisfacción. Entre los estudiantes y los psicólogos se tenía una población total de 10 personas, clasificados de la siguiente forma, siete (7) estudiantes de la facultad de sistema, dos (2) estudiantes de la facultad de medicina y dos (2) psicólogos. El motivo de trabajar con los estudiantes de estas dos especialidades fue para validar la funcionalidad del prototipo en

función del uso de la tecnología y el lenguaje natural especializado, para entrenar el Chatbot. Los especialistas en psicología fueron las personas certificadas para validar las respuestas ofrecido por el Chatbot.

Herramientas

Entre las herramientas utilizada para el Chatbot están:

- Watson Assistant de IBM: para el desarrollo del Chatbot por medio de inteligencia artificial aplicando un algoritmo de Machine Learning [13].
- Tasks de Planner y To Do: utilizado para la organización de las historias de usuarios y tareas, asignarlas y de este modo utilizarlo para cuando sean las revisiones al final de cada sprint.
- Planning Poker: es utilizado para las estimaciones de cada historia de usuario y de este modo, crear concesos más precisos [14].

Procedimientos

Para desarrollar el producto tecnológico de este proyecto se utilizó una metodología ágil SCRUM [15]. Esta metodología consta de 5 eventos, pero en este prototipo solo se trabajó con tres ceremonias: Sprint Planning, Daily Scrum y Sprint Review, esto permitió terminar una primera fase del prototipo, aunque no sea a terminado, sí es funcional

Etapas

Los eventos desarrollados en la metodología SCRUM son, ver Figura 1.

- Sprint Planning: después de la recolección de las variables de estudio se inicia con el sprint del prototipo, en este evento se establecieron las actividades a desarrollar por el equipo de acuerdo con los requerimiento o historias de usuarios con su descripción y criterios de aceptación, se aclararon dudas, luego se estimaron las historias de usuario y se distribuyeron las actividades entre los miembros del equipo. Las herramientas utilizadas en este evento fueron Tasks de Planner y To Do y Planning Poker.
- Daily Scrum: en este evento el equipo se reunía para darle seguimiento a las actividades distribuidas, tomando en consideración las siguientes preguntas: “¿Qué hice ayer?”, “¿Qué voy a hacer hoy?”, “¿Qué me detiene?”.
- Sprint Review: durante este evento el equipo de trabajo realizó una prueba de las historias de usuarios que se estaban trabajando durante un sprint determinado para validar su funcionamiento. Para el desarrollo del Chatbot se utilizó la herramienta Watson Assistant.

Para crear un flujo conversacional con Watson Assistant se trabajó con las intenciones, entidades y los diálogos.

Las intenciones son los verbos que ayudan al Chatbot a saber el flujo del dialogo correcto; es el objetivo o propósito que expresa el usuario al bot, en este caso la intención principal es detectar el estrés.

Las entidades son las acciones o el contexto, es lo más relevante en la información de entrada por parte del usuario. El dialogo es el elemento que utiliza el bot para responderle a los usuarios. Estos diálogos trabajan por nodo, para tener una mejor organización.

Resultados

Como resultado obtenido en este proyecto es un prototipo de un asistente virtual de tipo Chatbot, en donde se aplicó IA para detectar si una persona está padeciendo de estrés. El Chatbot funciona a base de preguntas y respuesta. Se utilizó una interfaz sencilla, amigable y funcional proporcionada por IBM Watson Assistant como Vista Previa del asistente virtual. El instrumento o test del estrés utilizado fue el publicado por Headington Institute, por lo tanto, se disminuye el margen de error en cuanto a la validación del instrumento.

La prueba piloto realizada con los estudiantes de sistema logró apoyar con el entrenamiento al Chatbot, no solo con la experiencia del equipo desarrollador, sino con la experiencia y conocimiento de los usuarios con el objetivo de ir validando el lenguaje natural, su funcionalidad técnica y el tiempo de respuesta. Con los estudiantes de medicina se logró validar que las respuestas del Chatbot fueran más acorde con la realidad de la especialidad, y con los psicólogos se logró certificar el diagnóstico del Chatbot. Esta prueba piloto permitió mejorar el asistente virtual, después de la prueba piloto se aplicó una encuesta para recoger las opiniones de los participantes en función a la satisfacción de usuario, ver resultados en la gráfica 1. La escala de evaluación fue 1 = insatisfecho, 2 = poco satisfecho, 3 = medio satisfecho, 4 = satisfecho y 5 = muy satisfecho.

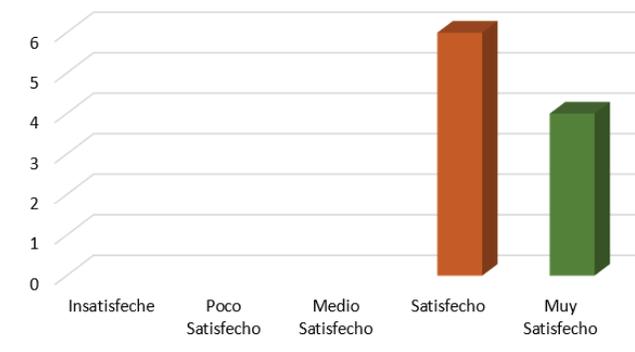


Figura 1. Experiencia con el usuario (participantes que entrenaron el Chatbot).

De acuerdo con la experiencia del servicio del Chatbot del figura 1, un 60% respondió que estaban satisfecho y un 40% muy satisfecho.

TIEMPO DE RESPUESTA DEL CHATBOT

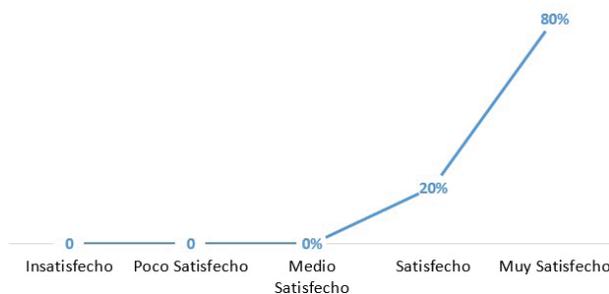


Figura 2. Experiencia con el usuario (participantes que entrenaron el Chatbot).

En la Figura 2 se puede observar que en el tiempo de respuesta del Chatbot, un 20% indican que es satisfecho y un 80% muy satisfecho.

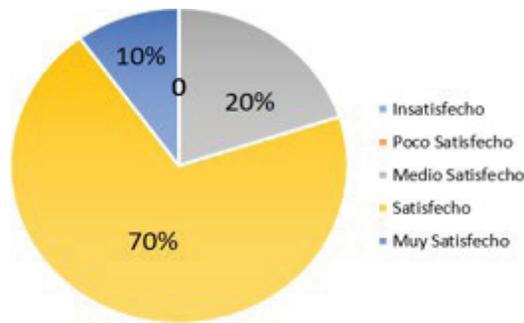


Figura 3. La respuesta del Chatbot se acerca a la realidad.

Por otro lado, en la Figura 3, se muestra que un 80% de los participantes indicaron que la respuesta ofrecida por el Chatbot se acerca a la realidad en forma satisfecha y muy satisfecha.

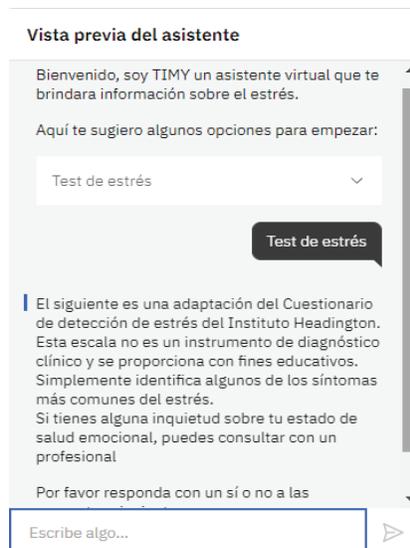


Figura 4. Interfaz de usuario del Chatbot en ejecución.

Igualmente se preguntó a los participantes si estaban de acuerdo en implemento del uso del Chatbot y un 70% contestó positivamente.

En la Figura 4, se muestran algunas pantallas del prototipo terminado desde la vista de la interfaz web de Watson Assistant.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

El prototipo ayudó a tener resultados tangibles, validar su funcionalidad y obtener el conocimiento necesario para determinar que es un proyecto viable desde el punto de vista técnico. Es un proyecto que contribuye a fortalecer alternativas de asistencia de salud mental a distancia, sobre todo en estos últimos tiempos en donde la asistencia virtual es algo que vino para quedarse.

El resultado obtenido en la prueba piloto fue satisfactorio, se logró entrenar el Chatbot y mejorar su lenguaje natural.

Para futuras mejoras, se considera implementar el Chatbot en la aplicación de WhatsApp, incluir la integración de voz, e incorporara la opción de que el paciente pueda contactar al psicólogo, a través del Chatbot, en caso que lo considere necesario por la gravedad.

Agradecimiento

A las psicólogas Kris Cedeño y Brenda Palomino por sus vastos conocimientos en el área de psicología para su asesoramiento de estrés, a los estudiantes de la carrera de Medicina por su experiencia en el área y a los estudiantes de la facultad de Sistemas por validar la parte técnica del chatbot.

Referencias

- [1] Boden, M. A. (2017). *Inteligencia Artificial*. Turner.
- [2] Pujol, G. (2020, octubre 18). Filosofía e inteligencia artificial. *Catalunya Plural*. <https://catalunyaplural.cat/es/filosofia-e-inteligencia-artificial/>
- [3] IBM. (s. f.). *IBM watsonx Assistant Virtual Agent*. Recuperado 27 de noviembre de 2023, de <https://www.ibm.com/products/watsonx-assistant>
- [4] Cortés Lobo, J. E. (2019). Chatbots para apoyar la detección de síntomas de trastornos psiquiátricos [Thesis, Universidad Santiago de Cali]. En *Repositorio Institucional USC*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/20.500.12421/4542>
- [5] Cajamar, E. B. G. (2019, enero 10). Qué son los Asistentes Virtuales Inteligentes. *Blog del Grupo Cajamar*. <https://blog.grupocajamar.com/que-son-los-asistentes-virtuales-inteligentes/>
- [6] Pérez-Balaguer, A., Sanz-Aranguez-Ávila, B., Gil-Benito, E., Solari-Heresmann, L. M., del Sol-Calderón, P., Gayubo-Moreo, L., & de Arce-Cordón, R. (2023). ¿La pandemia de COVID-19 condiciona el contenido delirante de los pacientes con psicosis? Un estudio observacional. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 52(4), 297-304. <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2021.07.004>
- [7] Ozamiz-Etxebarria, N., Dosil-Santamaria, M., Picaza-Gorrochategui, M., & Idoiaga-Mondragon, N. (2020). Niveles de estrés, ansiedad y depresión en la primera fase del brote del COVID-19 en una muestra recogida en el norte de España. *Cadernos de Saúde Pública*, 36(4), e00054020. <https://doi.org/10.1590/0102-311x00054020>
- [8] Ulloa, L. C. Á. (2020). Efectos en la salud mental durante la pandemia del coronavirus. *Derecho y Realidad*, 18(36), Article 36. <https://doi.org/10.19053/16923936.v18.n36.2020.12164>
- [9] Cadavid, D. A. (2021). *Situaciones que generan stress en medio de la pandemia covid 19 2020 en el personal Docente en la Escuela Nacional de criminalística ENAC*. <https://repositorio.unitec.edu.co/handle/20.500.12962/767>
- [10] D. Cancer, I. N. (2011, febrero 2). *Definición de estrés—Diccionario de cáncer del NCI - NCI* (nciglobal,ncienterprise) [nciAppModulePage]. <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/estres>
- [11] Institute, H. (s. f.). *Global Aid | Disaster Relief | Community Response*. Headington Institute. Recuperado 29 de noviembre de 2023, de <https://www.headington-institute.org/>
- [12] García-Reina, L. F. (2018). *Asistente virtual de tipo ChatBot*. <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/16e194ec-44d2-40c7-abf0-554958b9652e>
- [13] Oliveira, J. da S., Espíndola, D. B., Barwaldt, R., Ribeiro, L. M., & Pias, M. (2019). IBM Watson Application as FAQ Assistant about Moodle. *2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1-8. <https://doi.org/10.1109/FIE43999.2019.9028667>
- [14] Mahnič, V., & Hovelja, T. (2012). On using planning poker for estimating user stories. *Journal of Systems and Software*, 85(9), 2086-2095. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.04.005>
- [15] Deloitte. (s. f.). *Las 5 ceremonias Scrum: Claves para la gestión de procesos*. Deloitte Spain. Recuperado 27 de noviembre de 2023, de <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/ceremonias-scrum.html>

Prototipo de realidad aumentada en discalculia

Prototype of augmented reality for dyscalculia

Irlesa Indira Sánchez-Medina¹, Jaime Malqui Cabrera-Medina²,
Jireh Valentina Padilla-Gaitan³, Daniel Fernando Fierro-Salas⁴

Sánchez-Medina, I.I; Cabrera-Medina, J.M; Padilla-Gaitan, J.V; Fierro-Salas, D.F. Prototipo de realidad aumentada en discalculia. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, número especial. Julio, 2024. XI Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 69-74.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i6.7268>

- 1 Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia.
 irlesa.sanchez@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0000-0002-8840-0708>
- 2 Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia.
 jaime.cabrera@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0000-0001-9282-7010>
- 3 Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia.
 jireh.padilla@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0009-0007-6244-6939>
- 4 Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia.
 daniel.fierrosala@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0009-0003-4074-1735>

Palabras clave

Discalculia; realidad aumentada; software; educación superior.

Resumen

La presente investigación explora el potencial de la realidad aumentada (RA) para revolucionar la educación superior, específicamente en el caso de estudiantes con discalculia. A través de una metodología ágil, un grupo de estudiantes de ingeniería de sistemas presentan sus primeros pasos para el diseño de un prototipo de software que busca ofrecer una experiencia de aprendizaje inclusiva y efectiva, superando las dificultades que enfrentan los estudiantes con este trastorno del aprendizaje en el área de las matemáticas.

Keywords

Dyscalculia; augmented reality; software; higher education.

Abstract

This research explores the potential of augmented reality (AR) to revolutionize higher education, specifically in the case of students with dyscalculia. Through an agile methodology, a group of systems engineering students present their first steps in designing a software prototype that seeks to offer an inclusive and effective learning experience, overcoming the difficulties faced by students with this learning disorder, in the area of mathematics.

Introducción

Desde el ámbito de la discalculia, se manifiestan dificultades iniciales en los elementos relacionados con los números, eficacia para fijar y recuperar hechos matemáticos que luego repercuten en el cálculo, así como dificultades en el lenguaje que afectan a la resolución de problemas matemáticos [1]. La Realidad Aumentada, al ser una tecnología de visualización, se adopta en el aula como herramienta para el aprendizaje interactivo en diversos campos de la educación en ingeniería y su contribución a la motivación de los estudiantes en escenarios de aula que fortalece el aprendizaje [2].

Por otro lado, existen investigaciones con características del trastorno de discalculia, desconociendo cómo estas podrían ayudar a identificar a un joven estudiante que evidencia el trastorno. Como estudio de caso, se destaca un análisis de 390 estudiantes de 6° a 8° grado, luego se toman 80 estudiantes de 6° a 8° grado y se determina que 3 estudiantes de este grupo tienen una prevalencia de comprensión atípica relacionada con el trastorno de discalculia [3]. Investigaciones destacan tendencias tecnológicas que involucran los robots pueden usarse de manera efectiva para apoyar el proceso de aprendizaje en niños con necesidades especiales (CSN) [4]. De igual forma investigadores recomiendan a la Realidad Aumentada para fortalecer el campo educativo presentando modelos, procesos, animaciones y simulaciones, que contribuyan con el desarrollado una plataforma que permita a los profesores gestionar cursos en línea, unidades didácticas e incluso programas de estudio completos [5].

En un estudio presenta los resultados de la aplicación de un diagnóstico de discalculia en alumnos de primaria, se toma una muestra de 75 alumnos de tercero y segundo grado pertenecientes a escuelas semi-internado, junto con 29 adultos entre maestros y coordinadores de ciclo, que comprueban la insuficiencia teórica y metodológica para la discalculia como el trastorno del cálculo matemático que limita a la población escolar [6]. Este hallazgo destaca

la necesidad de herramientas de detección más precisas, como The Numeracy Screener, que demostró precisión al clasificar a niños con déficits persistentes, inconsistentes o desempeño típico en matemáticas. Además, el estudio sobre los efectos de las actividades de instrucción basadas en la Teoría de las Inteligencias Múltiples (MIT) en el rendimiento académico de estudiantes omaníes con discalculia (OSD) muestra que estas actividades pueden mejorar significativamente el desempeño de los estudiantes con discalculia [7]. La discalculia del desarrollo (DD) afecta al 5% al 7% de la población y puede ser diagnosticada a través de pruebas estandarizadas y herramientas de detección temprana [8].

Del mismo modo, la experiencia docente de Ronit Bird ofrece estrategias detalladas para estudiantes con dificultades numéricas, abordando áreas claves como componentes numéricos, unión, multiplicación, división y estrategias de razonamiento. Este recurso es valioso para profesores, coordinadores de necesidades educativas especiales y líderes de asignaturas de matemáticas, así como para asistentes de enseñanza y apoyo al aprendizaje [9].

Por otra parte, el uso de sketchnotes e intervención que involucra la memoria de trabajo para mejorar la capacidad en cuanto a resolución de problemas escritos de estudiantes con discalculia destaca la importancia de enfoques integrados para mejorar las habilidades matemáticas en este grupo. Los resultados muestran que la intervención integrada, que incluye entrenamiento de la memoria de trabajo y el uso de la técnica del sketchnote, tuvo un impacto significativo en la mejora de la resolución de problemas matemáticos verbales en comparación con el entrenamiento de la memoria de trabajo únicamente. Este enfoque puede ser relevante para la identificación temprana y el apoyo efectivo de los estudiantes con discalculia en la resolución de problemas matemáticos [10].

De igual forma, los Trastornos Específicos del Aprendizaje, como la dislexia y la discalculia, representan desafíos significativos tanto en el ámbito educativo como clínico. Un estudio reciente realizó una síntesis de los descubrimientos científicos sobre las bases neuroanatómicas y genéticas de la dislexia y la discalculia. Este análisis exhaustivo bibliográfico reveló contribuciones significativas desde la neuro-imagen y la genética para comprender mejor estos trastornos [11]. Estos hallazgos proporcionan herramientas valiosas para orientar el contexto psicológico y educativo, ofreciendo respuestas definitivas en el abordaje de la dislexia y la discalculia.

Además, un estudio examinó el impacto de un programa de entrenamiento cognitivo y metacognitivo para mejorar habilidades aritméticas en estudiantes con desarrollo matemático atípico. Los resultados mostraron que la intervención mejoró la precisión en cálculo escrito y transcripción de dígitos en el grupo experimental. Los autores sugieren que las intervenciones psicoeducativas que enriquecen el desarrollo metacognitivo y matemático pueden ser efectivas para mejorar el rendimiento matemático en niños con discalculia [12].

De igual manera Guzmán [13], evalúa el crecimiento de las habilidades numéricas matemáticas de 2 grupos de niños de primer grado, uno que presenta dificultades específicas de riesgo Discalculia o DEAM (dificultad específica en el procesamiento de números) y otro sin estas, luego se aplican medidas cognitivas de spam verbal (La tarea consistía en repetir secuencias crecientes de dígitos en sentido directo y luego inverso) de dígitos inversos (SDI) y el efecto de memoria de trabajo y denominación rápida automatizada (RAN) contribuye a la diferenciación del desempeño grupal en habilidades numéricas mientras que (SDI) contribuye solo al crecimiento de la habilidad en los grupos [13]. Otro aspecto sobre el análisis de la discalculia en alumnos de primaria muestra hallazgos de tipología, características y sintomatología del trastorno junto con propuestas de resolución para reducir el trastorno, especialmente mediante el uso de problemas matemáticos como herramienta para suplir carencias pedagógicas [14].

Durante la didáctica, la realidad aumentada en espacios educativos ayuda al fortalecimiento académico de los estudiantes en entornos de aprendizaje colaborativo, asegurando la retención y la capacidad de trasladarlo a otros entornos. Así es como las herramientas de aprendizaje de realidad aumentada fomentan la capacidad espacial en estudiantes de secundaria que utilizan dispositivos móviles. Demostrando el estudio que la realidad aumentada se optimiza con el uso de dispositivos móviles, no solo para leer libros, comunicarse o jugar, sino también como mecanismo de apoyo para el aprendizaje de las Matemáticas [15].

Por lo anterior, se considera necesario trabajar con la comunidad académica los primeros pasos para la propuesta de diseño de un prototipo de software que implique realidad aumentada y permita diagnosticar los alumnos con discalculia en la educación superior.

Materiales y métodos

El enfoque de investigación es mixto, utilizando técnicas cualitativas y cuantitativas de recolección de información, de igual forma se trabajará con estudiantes de educación superior de primer semestre de la Facultad de Ingeniería y Psicología.

El proceso de investigación se orienta de la siguiente manera: una fase de identificación; que desarrolla un análisis sistemático de la literatura con el fin de abordar fundamentos teóricos y apoyados en autores que destaquen elementos representativos del trastorno de discalculia y de igual manera investigaciones que evidencien recursos tecnológicos como diagnóstico, prevención y corrección de este trastorno. Para la fase de diseño, se toma como referencia la fase de identificación, se diseña un prototipo de software con elementos representativos esenciales para el trastorno de discalculia. En la fase del desarrollo se necesita de un lenguaje de programación para realidad aumentada, también de herramientas CASE que permiten las funciones inherentes a la aplicación y un sistema de gestión de base de datos para el control de usuarios y escala de evaluación. Una vez desarrollado el prototipo en la fase de validación se prueba el prototipo de software, se construye apoyado con una metodología ágil para evaluar la calidad del software, la interfaz de usuario y los métodos adecuados durante la recolección de datos, Por lo anterior, se considera necesario trabajar con la comunidad académica los primeros pasos para la propuesta de diseño de un prototipo de software que implique realidad aumentada y permita diagnosticar los alumnos con discalculia en la educación superior.

Resultados

Como resultado se describen los pasos de la propuesta de diseño de un prototipo de software de RA que contribuya significativamente en la detección del trastorno de discalculia, permitiendo así aportar estrategias didácticas adecuadas para que los profesores beneficien de forma positiva a los alumnos implicados en discalculia. Del mismo modo, concienciar a la sociedad en general de la existencia del trastorno de la discalculia que lo padecen entre el 2% y el 6% de la población general.

En la educación superior, la discalculia puede dificultar a los estudiantes el seguimiento de cursos donde requieren habilidades matemáticas, como en los temas relacionados con las ciencias, ingeniería y finanzas. Esto puede provocar frustración, ansiedad y en algunos casos, abandono escolar.

Con lo anterior se hace necesaria una propuesta para la discalculia en la educación superior mediante un prototipo de software para garantizar que los estudiantes con este trastorno tengan acceso a una educación equitativa y de calidad. A continuación se destacan los primeros pasos para la propuesta donde se encuentran inmersos los siguiente elementos:

- Sensibilización y formación del profesorado: El profesorado debe estar sensibilizado sobre la discalculia y sus características. También debe recibir formación sobre cómo identificar y apoyar a los estudiantes con este trastorno.
- Adaptaciones curriculares: Las instituciones de educación superior deben ofrecer adaptaciones curriculares a los estudiantes con discalculia. Estas adaptaciones pueden incluir, por ejemplo, la utilización de calculadoras, el uso de materiales manipulativos o la ampliación del tiempo de examen.
- Apoyo especializado: Los estudiantes con discalculia pueden beneficiarse de un apoyo especializado, como el proporcionado por un terapeuta ocupacional o un profesor de apoyo. Este apoyo puede ayudar a los estudiantes a desarrollar las habilidades matemáticas que necesitan para tener éxito en la educación superior.
- Software para la discalculia: se hace necesario alternativas de software que permitan identificar situaciones de discalculia en el individuo y de esta forma contribuir hacia una educación de calidad.

En este caso para el desarrollo del prototipo de software con realidad aumentada para la discalculia se requiere de herramientas de software, Python y SQL y como complemento gafas 3d, Tablet, teléfonos móviles, Sensores de Software, Cámaras y Controles.

Conclusiones

La discalculia se manifiesta como un déficit en el lenguaje oral, escrito y simbólico, que afecta la comprensión, aprendizaje y resolución de operaciones matemáticas, y en el caso de la Realidad Aumentada se adopta en el aula como herramienta para el aprendizaje interactivo en diversos campos de la educación en ingeniería, contribuyendo a la motivación de los estudiantes.

Se espera que un prototipo de software con realidad aumentada contribuya con el diagnóstico de la discalculia en la educación superior y de esta forma se logre adaptaciones curriculares que pueden ayudar a los diagnosticados en la educación superior.

De igual forma que el prototipo de software se convierta en un recurso educativo digital para apoyar procesos de enseñanza aprendizaje en estudiantes caracterizados con dificultades de aprendizaje de las matemáticas en la educación superior.

Se podría ofrecer a los estudiantes de la educación superior metodologías activas apoyadas por prototipos de software para el aprendizaje de las matemáticas en ambientes tecnológicos innovadores de corte no tradicional.

La implementación de un prototipo de software con realidad aumentada para la discalculia en la educación superior contribuiría a garantizar que todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades, tengan las mismas oportunidades de éxito.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo a los siguientes jóvenes investigadores: Alejandro Moreno Castro, Juan Esteban Diaz Armero, Gustavo Adolfo Chon Martínez, pertenecientes Programa Ingeniería de Sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia Sede Neiva.

Referencias

- [1] Escobar , J., & Tenorio , M. (s.f.). M. Tenorio. *M. Tenorio*, 33(5), 473-479. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2022.08.001>, 2022.

- [2] Kaura , D., Mantria, A., & Horan, B. (2020). Enhancing Student Motivation with use of Augmented Reality for Interactive Learning in Engineering Education. *Procedia Computer Science*, 172(1), 881- 885. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.127>
- [3] Lewis, K., Thompson , G., & Tov, S. (2022). Screening for Characteristics of Dyscalculia: Identifying Unconventional Fraction Understandings. *International Electronic Journal of Elementary EducatioN*, 14(3), 243-267. doi:<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1338818.pdf>
- [4] Pivetti, M., Battista, S., Agotolio, F., Simaku, B., Moro, M., & Menegatti, E. (2022). Educational Robotics for children with neurodevelopmental disorders: A systematic review. *Heliyon*, 6(1), 51-60. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05160>, 2020
- [5] Grodotzki, J., Müller, B., & Tekkaya, A. (2023). Introducing a general-purpose augmented reality platform for the use in engineering education. *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering*, 6(1), 100-1006. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aime.2023.100116>
- [6] Fonseca Tamayo, F., & López Tamayo, P. (2021). Desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje y el tratamiento al cálculo aritmético en escolares con discalculia. *EduSol*, 21(76), 100-109. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-80912021000300100
- [7] Al-Zoubi, S., & Al-Adawi, F. (2019). Effects of instructional activities based on Multiple Intelligences Theory on academic achievement of Omani students with dyscalculia. *J. Educ. Gift. Young Sci*, 7(1), 1-14.
- [8] Bugden, S., Peters, L., Nosworthy, N., Archibald, L., & Ansari, D. (2021). Identifying children with persistent developmental dyscalculia from a 2-min test of symbolic and nonsymbolic numerical magnitude processing. *Mind Brain Educ*, 15(1), 88-102.
- [9] Bird, R. (2021). *Overcoming dyscalculia and difficulties with number*. London: Corwin UK. Obtenido de <https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/home>
- [10] Ziadat, A., Department of Special Education , D., Princess Rahman College, Al-Balqa Applied University, & Jordan. (2022). Sketchnote and working memory to improve mathematical word problem solving among children with dyscalculia. *Int. J. Instr*, 15(1), 509-526.
- [11] Yoong, S., Ahmad, N., Swaran Singh, C., & Wong, W. (2023). The design and development of a dyscalculia checklist based on a focus group interview. *Br. J. Spec. Educ*, 50(3), 403-412.
- [12] Lucangeli, D. (2019). Metacognition and errors: the impact of self-regulatory trainings in children with specific learning disabilities. *ZDM*, 51(4), 577-585.
- [13] Guyzmán, B., Rodríguez, C., Sepúlveda, F., & Fer, R. (2019). Sentido numérico, memoria de trabajo y RAN: una aproximación longitudinal al desarrollo típico y atípico de niños chilenos. *Revista de Psicodidáctica*, 24(1), 62-70. doi:<https://doi.org/10.1016/j.psicod.2018.11.002>
- [14] Freire, A. G. (2021). La discalculia en alumnos de la educación básica. *Sociedad & Tecnología*, 4(3), 62-72. doi:<https://doi.org/10.51247/st.v4i3.147>
- [15] Ozcakir , B., & Cakiroglu , E. (2021). An Augmented Reality LAn Augmented Reality Learning Toolkit for Fostering Spatial Ability in Mathematics Lesson: Design and Development. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 9(4), 9(4),145-167. <https://doi.org/10.30935/scimath/11204>. doi:<https://doi.org/10.30935/scimath/11204>

Competencias Digitales

Digital skills

Irlesa Indira Sánchez-Medina¹, Jaime Malqui Cabrera-Medina², David Stiven Cristancho-Aya³

Sánchez-Medina, I.I.; Cabrera-Medina, J. M.; Cristancho-Aya, D.S. Competencias digitales. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, número especial. Julio, 2024. XI Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 75-80.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i6.7269>

- 1 Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia.
 irlesa.sanchez@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0000-0002-8840-0708>
- 2 Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia.
 jaime.cabrera@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0000-0001-9282-7010>
- 3 Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia.
 david.cristanchoaya@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0009-0008-7577-4867>

Palabras clave

Competencias digitales; VARK; kinestésico; estudio.

Resumen

El artículo da a conocer un proceso de investigación que ha logrado avances significativos en el desarrollo de competencias digitales, implementando estrategias innovadoras que combinan el uso de diversas herramientas de software con la personalización de los procesos de enseñanza a través del modelo VARK. De igual forma los resultados preliminares indican una mejora sustancial en las habilidades digitales de los estudiantes, evidenciado como fortalece de este enfoque pedagógico.

Palabras claves

Digital skills; VARK; kinesthetic; studies.

Abstract

The article reveals a research process that has achieved significant advances in the development of digital competencies, implementing innovative strategies that combine the use of various software tools with the personalization of teaching processes through the VARK model. Likewise, the preliminary results indicate a substantial improvement in the digital skills of the students, evidenced as strengthening this pedagogical approach.

Introducción

En la era digital, la competencia digital es un pilar esencial para el éxito educativo y profesional. En este contexto, la diversidad de estilos de aprendizaje cobra especial relevancia, y el enfoque VARK ofrece un marco prometedor para la adaptación pedagógica. A través del análisis de diversos textos, se explora la intersección entre competencias digitales y estilos de aprendizaje, que se promueve en una educación efectiva y personalizada [1].

En el aula de clase se utilizan diferentes instrumentos de evaluación, como los protocolos de observación, entre otros para evidenciar la interacción profunda y centrada en el aula. Estos instrumentos permiten evaluar y analizar el aula para identificar la categoría en la cual podría incurrir (positiva, negativa o neutral). Sobre la base de este análisis, se plantean los patrones y herramientas para analizar las dimensiones durante el proceso de enseñanza y aprendizaje [2].

La comparación de métodos de enseñanza es una tarea compleja que requiere de un análisis riguroso de los factores involucrados para comparar métodos de enseñanza, se toma como referencia el caso de un estudio de enseñanza del idioma alemán en un ambiente controlado y neutral, porque en este estudio, se destaca la importancia de la forma en que se realizó la capacitación, así como las herramientas de lingüística aplicada que se utilizaron para practicar la lectoescritura y redacción de lengua en entornos educativos idóneos [3]. Es así como dentro de todo lo que se enseña y capacita se busca darles herramientas extras a los jóvenes, adultos e incluso a las personas de mayor edad en los nuevos campos en los que se puedan desempeñar y desenvolver, mejorando de esta manera las posibilidades ya sea trabajando para una empresa e incluso creando empresa en prestación de servicios [4].

Los adultos mayores enfrentan una gran brecha en cuanto a capacitación digital. Esto se debe a prejuicios como “ya están mayores” o “no entenderán las nuevas tecnologías”. Estos prejuicios han dejado a esta población con grandes déficits en competencias digitales. Sin

embargo, en la actualidad se están realizando esfuerzos para capacitar a los adultos mayores en entornos competitivos y laborales. Esto abre la puerta a nuevas oportunidades para este grupo poblacional [5].

Las competencias en el ámbito educativo se perciben como herramientas valiosas que posibilitan la movilización de actitudes, conocimientos y procesos. A través de ellas, los estudiantes desarrollan habilidades que facilitan la transferencia de conocimientos y fomentan la innovación. En este contexto, las competencias digitales se presentan como los resultados más tangibles y medibles de los procesos formativos, destacando su papel crucial en la actual alfabetización digital [6].

La integración de la tecnología digital como herramienta en los procesos educativos es crucial para que los alumnos respondan de manera oportuna a las demandas de la sociedad contemporánea, marcada por la necesidad de interactividad y rapidez en la información. En este contexto, el profesor emerge como un facilitador y guía del aprendizaje tecnológico, asegurando así un buen desarrollo de las competencias digitales y el tratamiento efectivo de la información [7].

El modelo VARK, que evalúa los estilos de aprendizaje de las personas, aporta un valor significativo al incorporar la evaluación de las habilidades de lecto/escritura como elemento central. Estas habilidades son fundamentales para comprender y comunicar el lenguaje, lo que es esencial para el desarrollo del pensamiento y el aprendizaje [8].

Las competencias digitales son fundamentales para el éxito en la vida personal y profesional. Implican la habilidad de utilizar tecnologías de la información de manera efectiva, comprender la ciberseguridad y adaptarse a las constantes innovaciones. Desarrollar competencias digitales no solo implica dominar herramientas y plataformas, sino también cultivar la capacidad de pensar críticamente sobre la información en línea y colaborar de manera eficiente en entornos virtuales [9].

La integración efectiva de competencias digitales en la educación es esencial para preparar a las generaciones futuras. La ciberseguridad por ejemplo es un componente clave de las competencias digitales, donde los individuos deben aprender a proteger sus datos personales y profesionales en un entorno digital en constante evolución. Además, la capacidad de utilizar las redes sociales y otras plataformas en línea de manera ética y responsable se ha vuelto crucial [10].

Desarrollar competencias digitales implica no solo adquirir habilidades técnicas, sino también cultivar un pensamiento crítico que permita discernir información precisa de la desinformación en la vasta cantidad de datos disponibles en línea. Los educadores deben ir más allá de enseñar habilidades técnicas y fomentar un enfoque holístico que incluya la alfabetización digital, la ética en línea y la capacidad de adaptarse a las nuevas tecnologías. Incorporar el modelo VARK en la planificación pedagógica garantiza una entrega de contenido más inclusiva y receptiva a las diversas formas de aprendizaje de los estudiantes, facilitando así el desarrollo de competencias digitales de manera equitativa [11].

La personalización de la enseñanza de competencias digitales según los estilos de aprendizaje no solo optimiza la retención de información, sino que también fomenta un ambiente educativo más inclusivo. Al considerar el modelo VARK, los educadores pueden diseñar experiencias de aprendizaje digital que atiendan a las fortalezas individuales de los estudiantes, fomentando así un desarrollo más equitativo de las competencias digitales esenciales en la sociedad contemporánea [12].

La alfabetización digital, entendida como la habilidad para utilizar tecnologías digitales de manera eficiente y ética, es esencial en la sociedad actual. Además de conocer las herramientas digitales, implica comprender cómo estas afectan la cultura y la interacción social. La alfabetización digital no se limita a la destreza técnica; abarca una comprensión crítica de la información digital y la capacidad para evaluar su calidad y relevancia [13].

En este contexto, el pensamiento computacional emerge como una competencia fundamental. El pensamiento computacional es una habilidad esencial para todos, ya que va más allá de la programación y se centra en la resolución de problemas complejos. Implica la capacidad de descomponer problemas, reconocer patrones y diseñar algoritmos eficientes. Integrar la alfabetización digital con el pensamiento computacional potencia la capacidad de los individuos para enfrentar los desafíos digitales de manera integral [14].

Materiales y métodos

Para el proceso de investigación se trabajó un enfoque mixto, con técnicas de recolección de información cualitativas y cuantitativas. Luego se aborda el modelo de VARK en un diseño de enfoque pedagógico multimodal inmerso en el programa de formación para el desarrollo de competencia digitales, y se valida el modelo en el aprendizaje y la adaptación estudiantil. Este enfoque se sitúa en el contexto actual y proyecta sus beneficios hacia el futuro de la educación digital.

El procedimiento en la metodología aplicada presenta un avance significativo en la mejora del proceso educativo encontrando lo siguiente:

- **Diseño del Enfoque Multimodal VARK:** se concibe en un enfoque educativo digital que incorpora las modalidades de aprendizaje Visual, Aural, Lectura/Escrita y Kinestésico (VARK). Se planifica sesiones teóricas y prácticas para aprovechar las tecnologías avanzadas como videoconferencias, plataformas en línea y herramientas colaborativas [15].
- **Desarrollo:** se trabaja como muestra 232 estudiantes, en tres años para entender cómo el modelo se adapta al panorama educativo actual. Durante la recolección de datos en el desempeño académico, la satisfacción de los estudiantes y su adaptación al enfoque multimodal VARK. Se utiliza cuestionarios y evaluaciones para medir el impacto en este entorno.
- **Análisis y Validación:** se utiliza técnicas de análisis estadístico para comparar el rendimiento académico con un grupo de control. Luego se evalúa la satisfacción estudiantil y la adecuación al enfoque VARK mediante herramientas de medición con métodos de regresión para predecir los estilos de aprendizaje individuales y medir su precisión.
- **Consideración de Factores Contextuales:** los factores contextuales como edad, género y tipo de actividad, comprendiendo su influencia en las preferencias de estilo de aprendizaje [5]. Los cuestionarios y análisis estadísticos avanzados, permite identificar patrones y relaciones enriquecedoras [16].
- **Exploración de las Competencias Digitales:** se explora la integración de competencias digitales en el modelo VARK que permite la evolución de la experiencia de aprendizaje y el rendimiento estudiantil hacia el futuro [3].
- **Comparación con Épocas Anteriores y Diversos Contextos:** al verificar los resultados experimentales con períodos previos de enseñanza presencial y estudios educativos permiten proyectar el cambio [17].

- **Análisis Cualitativo y Cuantitativo:** en el análisis cualitativos y cuantitativos se logra comprender las experiencias y percepciones de los estudiantes y para evaluar datos numéricos con perspectivas futuristas.

Es así como la metodología expuesta se encuentra en la vanguardia de la educación de presente hacia un futuro educativo digitalmente empoderado. Ofrece una comprensión profunda de cómo las competencias digitales encajan con los estilos de aprendizaje, optimizando la educación para la era digital y asegurando un aprendizaje efectivo y personalizado para las generaciones venideras.

Resultados

El resultado de la investigación permitió un enfoque de investigación mixto, apoyado por un programa de formación para desarrollar las competencias digitales. Este programa se articula con el modelo VARK con un enfoque pedagógico multimodal. Las técnicas de recolección de datos direccionado a un análisis sistemático de literatura, protocolo de observación, un instrumento diagnóstico para evaluar las competencias digitales adquiridas y otro para verificar los estilos de aprendizaje con el modelo VARK. La muestra conformada por 232 individuos pertenecientes a instituciones educativas y empresas del departamento del Huila.

Las pruebas se realizaron desde el año 2020 en el Huila, en un aproximado de 132 instituciones educativas y empresas evidenciando que el 32% de los participantes presentan una facilidad en el aprendizaje visual.

Cuadro 1. Modelo VARK.

MODELO VARK				
Estilo de aprendizaje	Visual	Auditivo	Lecto/Escrito	Kinestésico
2020	32 %	24 %	18 %	26 %
2021	26 %	28 %	24 %	22 %
2022	45 %	15 %	15 %	25%

En el cuadro 1 se destaca que para el año 2021 el 28 % de los participantes presentan un estilo de aprendizaje auditivo, por otra parte, en el 2022 se evidencia una mejora representativa del 45% de los participantes se inclinan por el estilo de aprendizaje visual.

Conclusiones

La formación en competencias digitales con estilos de aprendizaje es importante porque permite a las personas aprender de forma más eficaz y eficiente. Esto se debe a que las personas aprenden de manera diferente, y al utilizar las TIC de acuerdo con su estilo de aprendizaje, son más propensas a comprender y retener la información, desarrollar su creatividad y pensamiento crítico.

Las TIC ofrecen a las personas nuevas formas de explorar ideas, resolver problemas y colaborar con otros de manera efectiva. Esto facilita la comunicación y la colaboración entre personas de diferentes lugares, y permite participar activamente en la sociedad.

Las competencias digitales permiten el uso de las herramientas tecnológicas esenciales para participar en la vida social, económica y cultural.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo de los jóvenes investigadores: Miguel Ángel Dussan Perdomo, Jonathan David Florián Polo, Efrén Darío Córdoba Arcila, Juan Nicolas Campos Guzmán, José David García Cerón, Tania Lucia Méndez, Jesús Agudelo pertenecientes al programa Ingeniería de Sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia Sede Neiva.

Referencias

- [1] Jenny, E., Miranda, W., & Chafloque, R. (2019). The Vark Styoles In University Students Of Business School. 384-414. doi:<http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.254>.
- [2] Garcia, A. b.-N.-L.-E. (2013). Desarrollo del Protocolo de Observacion de Interaccion en el Aula:aplicacion en un programa de niños con alta capacidades. *Revistas de Educacion,Extraordinario*. Obtenido de <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:70d18428-590f-44d6-9c49-de7f90dcaa21/re201312-pdf.pdf>
- [3] Wilke, M. L.-V. (2023). Observar la enseñanza del alemán como lengua extranjera a niñas y niños en el nivel primario una propuesta de abordaje. *Resvista Multilingue de Lengua,Sociedad Educacion*. Obtenido de <https://revistascientificas.una.py/index.php/nemityra/article/view/3453>
- [4] Bonilla, Y. P. (5 de 5 de 2021). *Fundación Universitaria de America*. Recuperado el 25 de 08 de 2023, de <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/8500>.
- [5] Bedoya, E. T. (2016). Adquisición de competencias digitales para la inclusión social. 32(9), 610-630. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31048482033>
- [6] Levano, L., Sanchez, S., Guillén, P., Tello, S., Herrera, N., & Collantes, Z. (2019). Competencias digitales y educación. *Revisto Propositos y Representaciones*, 7(2), 569 - 588. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/pyr/v7n2/a22v7n2.pdf>
- [7] Chávez, F., Cantú, M., & Rodríguez, C. (2016). Competencias digitales y tratamiento de información desde la mirada infantil. *Competencias digitales y tratamiento de información desde la mirada infantil*, 18(1), 209-220. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/redie/v18n1/v18n1a15.pdf>
- [8] Plazas, L., & Medina, L. (2018). Agentes inteligentes y modelo vark, proponen estrategias de aprendizaje según la manera en que asimila un individuo. *Revista en educacion en ingenieria*, 13(26), 11-19. Obtenido de <https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/878/1117>
- [9] Martínez, J., & Garcés, J. (2020). Competencias digitales docentes y el reto de la educación virtual derivado de la covid-19. *Educación y Humanismo*, 22(39), 1-16. Obtenido de <https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/educacion/article/view/4114/4594>
- [10] García , K., Ortiz, T., & Chávez , M. (2021). Relevancia y dominio de las competencias digitales del docente en la educación superior. *Revista Cubana de Educación Superior*, 40(3). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142021000300020
- [11] Espinoza, J., Vilchez, W., & Chafloque, R. (2019). Los estilos de aprendizaje Vark en estudiantes universitarios de las escuelas de negocios. *Revista Propositos y Recomendaciones*, 7(2), 384 - 414. Obtenido de <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/pyr/article/view/254/622>
- [12] Acosta, L. (2016). La relación entre los estilos de aprendizaje y el uso de las tecnologías de información y comunicación en educación de personas adultas. *Revista Electrónica Educare*, 20(3). Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-42582016000300199&script=sci_abstract&tlng=es
- [13] Camargo, R., & Correia , M. (2019). Educación, medios de comunicación e internet: desafíos y posibilidades a partir del concepto de alfabetización digital. *Revista Brasileira de Psicodrama*, 27(1), 106-116. Obtenido de http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicodrama/v27n1/en_11.pdf
- [14] Ramírez, M. (2019). Pensamiento computacional: una competencia del siglo XXI. *Revista Educación Superior*, 6(1). Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/escepies/v6n1/v6n1_a07.pdf
- [15] Martelo, R. J. (2017). Apoyo al Ciudadano desde la Extensión Universitaria para la Accesibilidad e Inclusión Digital. *Revista Formación Universitaria*, 10(3), 49-60. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062017000300006>
- [16] M. P., .. y.-Z. (2015). Identificación de factores que afectan el desarrollo de la inclusión digital. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*(44), 175-191. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194238608013>
- [17] Masías, A., & Chipana, Y. (2021). Competencias digitales en adultos mayores y acceso a la justicia: una revisión sistemática. *Revista Derecho*, 6(1), 182-194. <https://www.redalyc.org/journal/6718/671870928011/html/>. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/6718/671870928011/html/>

Prototipo IOT para el sector agrícola

IOT prototype for the agricultural sector

Jaime Malqui Cabrera-Medina¹, Irlesa Indira Sánchez-Medina²,
José David García-Cerón³, Daniel Enrique Restrepo-Reyes⁴

Cabrera-Medina, J.M; Sánchez-Medina, I.I; García-Cerón, J.D. Prototipo IOT para el sector agrícola. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, número especial. Julio, 2024. XI Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 81-87.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i6.7270>

- 1 Universidad cooperativa de Colombia. Colombia.
 jaime.cabrera@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0000-0001-9282-7010>
- 2 Universidad cooperativa de Colombia. Colombia.
 irlesa.sanchez@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0000-0002-8840-0708>
- 3 Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia.
 jose.garciaceron@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0009-0003-3005-6128>
- 4 Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia.

Palabras clave

Prototipo IoT; tecnología M5STACK; sector agrícola; agricultura inteligente; fisicoquímica.

Resumen

Este artículo contempla conceptos y aspectos importantes para tener en cuenta en el diseño y desarrollo de un prototipo IoT para el sector agrícola soportado por sensores de tecnología M5STACK que midan variables fisicoquímicas presentes en un cultivo agrícola. El objetivo principal es presentar una iniciativa enfocada en el desarrollo de tecnologías dirigida a los agricultores colombianos que le permita una trazabilidad de las variables que intervienen en un cultivo agrícola a partir de datos capturados por sensores, analizarlos y tomar decisiones en busca de mejorar la productividad del sector agrícola con la implementación de tecnologías avanzadas.

Keywords

IoT prototype; M5STACK technology; agricultural sector; smart agriculture; physical chemistry.

Abstract

This article contemplates concepts and important aspects to take into account in the design and development of an IoT prototype for the agricultural sector supported by M5STACK technology sensors that measure physicochemical variables present in an agricultural crop. The main objective is to present an initiative focused on the development of technologies aimed at Colombian farmers that allows traceability of the variables involved in an agricultural crop from data captured by sensors, analyze them and make decisions in order to improve the productivity of the agricultural sector with the implementation of advanced technologies.

Introducción

En Colombia, la agricultura es uno de los elementos más importantes esencial para la producción de alimentos que llega a todos los rincones del país, y ve la necesidad de utilizar la tecnología para fortalecer los procesos agrícolas. En el contexto del campo colombiano, la agricultura de precisión como elemento teórico de gran relevancia, porque el concepto se refiere a la aplicación de tecnologías avanzadas como sensores, drones y sistemas de información geográfica, cuyo propósito es recopilar y analizar datos en tiempo real para evaluar el rendimiento de los cultivos [1]. El objetivo principal de la agricultura de precisión es proporcionar a los agricultores información precisa que permita tomar decisiones informadas sobre el manejo de los cultivos, la optimización de los recursos y la mitigación de posibles pérdidas [2].

Del mismo modo, esta ha adquirido un papel central en el aumento de la eficiencia y productividad agrícola, especialmente en un escenario marcado por el cambio climático y la creciente frecuencia de eventos climáticos extremos. Un ejemplo concreto es la adopción cada vez más generalizada de tecnologías como los sensores de humedad del suelo y los sistemas de riego automatizados [3]. Estas soluciones tecnológicas permiten una gestión más eficaz del agua y una reducción de los costes de producción para los agricultores del país. Es vital considerar que la agricultura en Colombia juega un papel económico crucial, pero también enfrenta varios desafíos. La falta de acceso a financiamiento y tecnología, así como la baja eficiencia en el uso de los recursos y la dependencia de cultivos de menor valor agregado,

son obstáculos que limitan su desarrollo. Aquí es donde entra en juego la importancia de la agricultura de precisión y otras tecnologías avanzadas, que pueden jugar un papel crucial para superar estos desafíos y elevar la productividad y sostenibilidad de la agricultura en el país.

Las tecnologías digitales emergentes y los avances en datos (por ejemplo, maquinaria inteligente, teledetección) no solo permiten que la Agricultura 4.0 conciba agroecosistemas interconectados y agricultura de precisión, sino que también exigen una toma de decisiones receptiva. Este estudio presenta un modelo de optimización matemática para brindar datos e información en tiempo real para respaldar decisiones precisas y optimizar las operaciones agrícolas a corto plazo [4].

La nueva Academia para el Pensamiento Sostenible del Sistema de Escuelas Públicas de la Ciudad de Falls Church (FCCPS) se basa en las teorías presentadas en ensayo reflexivo, donde los estudiantes aprenden sobre sostenibilidad, tecnologías de la información y la comunicación (TIC) e Internet de las cosas (IoT) a través de aplicaciones integradas en ciencias ambientales, energía, diseño, tecnología e ingeniería [5]. La FCCPS está construyendo una nueva academia de sostenibilidad y ha desarrollado un programa de hidroponía y acuaponía, con un enfoque en la sostenibilidad y el uso de tecnologías como las TIC y el IoT. Lo mencionado está ayudando a los estudiantes en comprender y abordar los desafíos ambientales en un entorno urbano [6].

En el contexto educativo, es relevante considerar el enfoque metódico para evaluar la transformación del sector agropecuario en la economía. Es así como el objetivo de los procesos de investigación contribuye al sector agrícola en la economía rusa, incrementando los ingresos de exportación al programar y agregar flujos de datos para la creación de cadenas y tecnologías desde la etapa de producción agrícola hasta el consumo [7]. La profunda integración de la economía digital en las industrias aliadas se alinea con el uso de tecnologías como IoT en la agricultura, donde los agricultores acceden a datos en tiempo real sobre las condiciones ambientales y de las máquinas, permitiendo tomar decisiones más informadas [8].

El modelo de colaboración se propone tanto desde la academia como en la investigación, lo que facilita la comunicación en vivo entre los tomadores de decisiones en el ámbito agrícola. Por ejemplo, los agricultores, los molinos y los gobiernos pueden controlar y monitorear varios aspectos del cultivo, desde el crecimiento hasta los niveles de pesticidas y la humedad del suelo [9]. La tecnología IoT se convierte en un puente hacia la recopilación de datos en tiempo real, que permite la toma de decisiones informadas y mejora todas las facetas del trabajo agrícola. A medida que se extienda la transformación digital, el sector agroalimentario también experimentará cambios en la estructura del mercado laboral y en la naturaleza del trabajo. Esta transición hacia la adopción de tecnologías avanzadas y la interconexión en tiempo real plantea una oportunidad para que la agricultura sea más eficiente y adaptable, abordando los desafíos actuales y futuros en un mundo en constante cambio [10]. Por lo tanto, el objetivo principal es aplicar la ingeniería a un proyecto de software que esté diseñado para fortalecer el análisis de las variables fisicoquímicas de la producción agropecuaria en la región del Huila.

Materiales y métodos

La investigación toma como muestra fincas en el municipio de Hobo que producen cacao.

Etapa 1: Revisión de literatura

Se realiza una revisión exhaustiva de la literatura sobre el uso de dispositivos para medir factores ambientales en cultivos y sobre la tecnología M5STACK y sus aplicaciones en el ámbito agrícola. El enfoque de investigación es cualitativo y cuantitativo, con análisis de datos obtenidos del dispositivo.

Etapa 2: Diseño y desarrollo del dispositivo

Se construye un dispositivo de medición de variables ambientales en cultivos basado en la tecnología M5STACK. Se utilizan sensores apropiados para registrar elementos como la humedad del suelo, la temperatura y la humedad atmosférica. El dispositivo se integra con una plataforma en línea para la visualización y análisis de los datos recopilados. La elección de la plataforma se realizará conforme a las necesidades específicas del proyecto.

Etapa 3: Validación del dispositivo

Se realizan pruebas de campo para verificar la precisión y confiabilidad del dispositivo en diversos tipos de cultivos y condiciones climáticas. Los resultados de estas evaluaciones se utilizarán para hacer ajustes finales tanto en el dispositivo como en la plataforma en línea.

Etapa 4: Transferencia de conocimientos

Se proporciona una guía detallada que explica cómo implementar y utilizar el dispositivo, dirigida a los agricultores. Esta guía incluye instrucciones para el montaje e instalación del dispositivo, así como para el uso de la plataforma en línea.

Etapa 5: Evaluación final

Se efectúa una evaluación final del proyecto para determinar si se han cumplido los objetivos específicos establecidos y para identificar áreas de mejora para futuros proyectos.

Resultados

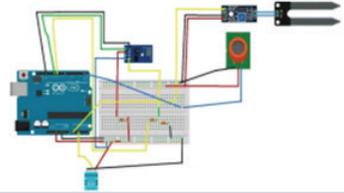
Se realizó revisión exhaustiva de la literatura existente en textos, documentos, artículos científicos, páginas web sobre el uso de dispositivos para medir factores ambientales en cultivos y sobre la tecnología M5STACK y sus aplicaciones en el ámbito agrícola.

Cuadro 1. Experiencias relacionadas con IoT en el campo.

Descripción	Institucion	Resultado
Prototipo de control para un cultivo de tomate Cherry en un invernadero [11].	Universidad Católica de Colombia	Dispositivo Smart para invernadero automatizado.
Inteligencia Artificial para el campo: Los agricultores recogen muestras de suelo de sus cultivos y las envían a Agrosavia, que realiza el registro y análisis de estas en su laboratorio [12].	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	La Inteligencia Artificial (Watson) genera recomendaciones de fertilización que los agricultores pueden consultar en un portal web exclusivo.
El proyecto "Neltume Plagas" en Chile es un ejemplo de cómo el uso de drones con sensores sofisticados puede mejorar la agricultura. Los drones pueden monitorear los campos de cultivo con fotografías de alta resolución, lo que permite detectar plagas y enfermedades a tiempo [13].	IICA	Los Sensores adheridos a trampas permiten monitorear plagas y medir temperatura y humedad en el mismo sitio.
La Universidad UNAB y su semillero Agrirot impulsan una iniciativa en el oriente colombiano para desarrollar tecnologías que benefician a los campesinos [14].	Universidad Autónoma de Bucaramanga	Desarrollo de tecnología para el campo.
El programa Agro 4.0, del MinTIC y el C4IR.CO, busca mejorar la productividad del sector agropecuario con la implementación de tecnologías avanzadas [15].	MinTIC y el C4IR.CO	El proyecto Agro 4.0 es la puerta de entrada para que Colombia se prepare con un impacto positivo en el sector productivo agrícola con beneficios que le proporciona la transformación digital en sus cultivos a través de la implementación de tecnologías 4.0.

Se diseña y desarrolla un dispositivo tecnológico IoT de medición de variables ambientales en cultivos basado en el uso de sensores de la tecnología M5STACK para la medición de las variables fisicoquímicas en un cultivo agrícola.

Cuadro 2. Diseño del prototipo con IoT en el campo.

 <p>Diseño de prototipo: Uso de Arduino, Protoboard, y sensores</p>	  <p>Desarrollo de prototipo: Programación de sensores y encapsulado de elementos constitutivos del prototipo en la caja plástica.</p>
--	--

Se realizaron pruebas de campo en cultivo agrícola (caco) para verificar la precisión y confiabilidad de los sensores usados para la toma de las variables fisicoquímicas presentes en el cultivo, se realizaron los ajustes necesarios dentro de la incertidumbre de sensores y se validó el prototipo.

Cuadro 3. Validación de datos con el prototipo con IoT en el campo.



Se elaboró una cartilla guía dirigida a los agricultores donde se explica detalladamente la forma de implementar y utilizar el prototipo, además, incluye instrucciones para el montaje e instalación del dispositivo.

Por último, se puede afirmar que el prototipo funciona bien y es útil para la medición de variables fisicoquímicas en cultivos agrícolas beneficiando la toma de decisiones del agricultor para alcanzar mejores rendimientos en la producción.

Conclusiones y recomendaciones

El prototipo IoT para el sector agrícola debe convertirse en una herramienta tecnológica útil para el campo que colabore con el seguimiento en tiempo real de las variables fisicoquímicas que intervienen en un cultivo agrícola.

El prototipo IoT para el sector agrícola en comunión con sensores de la tecnología M5STACK tomara datos en tiempo real de las variables fisicoquímicas que intervienen en un cultivo agrícola en su proceso de siembra, mantenimiento, y producción de alimentos

El sector agrícola debe adelantar campañas educativas para formar a los adultos y jóvenes en conocimientos de tecnologías IoT y en sensores con el propósito de aprovechar las bondades de la tecnología para fortalecer el conocimiento en el campo.

La implementación de un dispositivo IOT requiere la participación de diferentes actores, como los agricultores, las empresas tecnológicas y las entidades gubernamentales. El desarrollo del dispositivo IOT podría ser financiado por el sector privado o por el sector público para fortalecer sus cultivos agrícolas.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo a los jóvenes investigadores del programa ingeniería de sistema de la universidad cooperativa de Colombia sede Neiva: José G, Daniel E., Tania H., Jesús A., Tomas R., Miguel D., David C., Alejandro V., Jonathan F., Nicolas C., Jireh Valentina P., Diego A., Juan D., Gustavo C., Derley C., Alejandro M., Santiago M., Jefferson c.

Referencias

- [1] Barnes, A., Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, A., Sanchez, B., . . . Gomez, M. (2019). influencing incentives for precision agricultural technologies within European arable farming systems. *Environmental Science Policy*, 93(1), 66-74.
- [2] Evgenevna solovjeva, n., valeryevich lesovik, r., valeryevna vaganova, o., & svetlana leonidovna, l. (2020). Transformation of Russia's. *Utopia y Praxis Latinoamericana* (1), 397-406.

- [3] Kwang, S., Lee, H., Kim, J., & Kim, K. (2021). Soil moisture sensor-based automated irrigation of Cymbidium under various substrate conditions. *Scientia Horticulturae*, 286(1), 110-133.
- [4] Quingyuan, K., Kamal, K., Nilay, s., & Miao, G. (2019). Development of a responsive optimisation framework for decision-making in precision agriculture. *Computers & Chemical Engineering*, 131(1), 106-585.
- [5] Abhishek khanna, S. K. (2019). Evolution of internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 157(1), 218-231.
- [6] M Thampi, S., Madria, S., Fernando, X., Doss, R., Mehta, S., & Ciunzo, D. (2020). Technological implication and its impact in agricultural sector: An IoT Based collaboration framework. *Procedia Computer Science*, 171(1), 1-27.
- [7] Sanchez, G., Bordonal, R., Graziano, P., otto, R., Chagas, M., Cardoso, T., & Luciano, A. (2023). Towards greater sustainability of sugarcane production by precision agriculture to meet ethanol demands in south-central Brazil based on a life cycle assessment. *Biosystems Engineering*, 229(1), 57-68.
- [8] Gonzales, A., & Lopez, L. (2022). Digital Competencies in the Argentinian Digital Education Curriculum. *IE revista de investigacion educativa de la rediech*, 13(e1275), 1-22.
- [9] Lang, G., Triantoro, T., & University, Q. (2022). Upskilling and Reskilling for the Future of Work: A Typology of Digital Skills Initiatives. *information systems and computing academic professionals*, 8(8), 97-106.
- [10] V.Suma. (2021). Internet-of-things(IoT) based smart agriculture in india. *Journal of ISMAC*, 3(1), 1-15.
- [11] Acosta, E. F., & Leon, D. A. (2015). *Prototipo de control para un cultivo de tomate cherry en un invernadero*. Bogotá: Universidad católica de colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/6a6d51f6-60bd-49bf-a9e1-8f74942ad61e/content>
- [12] MinTIC. (2019). *El campo se moderniza con tecnología de Inteligencia Artificial*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/mas-contenido/el-campo-colombiano-se-moderniza-con-tecnologias-basadas-376990>
- [13] Delgado, V. (2020). *Innovaciones tecnológicas agrícolas: oportunidades para enfrentar la crisis por el COVID-19 en América Latina*. Obtenido de <https://blog.iica.int/blog/innovaciones-tecnologicas-agricolas-opportunidades-para-enfrentar-crisis-por-covid-19-en>
- [14] UNAB. (2021). *Así avanza Agriot, el proyecto que impactará positivamente a los agricultores colombianos*. Obtenido de <https://unab.edu.co/publicacion163/>
- [15] MinTIC. (2021). *Agro 4.0, el programa del MinTIC y el C4IR.CO que busca mejorar la productividad del sector agropecuario con la implementación de tecnologías avanzadas*. Obtenido de <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/193378:Agro-4-0-el-programa-del-MinTIC-y-el-C4IR-CO-que-busca-mejorar-la-productividad-del-sector-agropecuario-con-la-implementacion-de-tecnologias-avanzadas>

Estrategias basadas en inteligencia artificial para la gestión de inventarios en la cadena de suministro

Artificial intelligence-based strategies for supply chain inventory management

Johan Sebastian Bravo-Aroyave¹, Jhoan Andres Riascos-Guerrero², Esteban Galván-Colonia³, Jorge Luis Pincay-Lozada⁴

Bravo-Aroyave, J.S; Riascos-Guerrero, J.A; Galván-Colonia, E; Pincay-Lozada, J.L. Estrategias basadas en inteligencia artificial para la gestión de inventarios en la cadena de suministro. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, número especial. Julio, 2024. XI Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 88-97.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i6.7271>

1 Estudiante Programa de Ingeniería de Sistemas. Universidad Cooperativa de Colombia, Campus Cali. Colombia.

 <https://orcid.org/0009-0008-7759-603X>

2 Estudiante Programa de Ingeniería de Sistemas. Universidad Cooperativa de Colombia, Campus Cali. Colombia.

 <https://orcid.org/0009-0007-0014-7888>

3 Estudiante Programa de Ingeniería de Sistemas. Universidad Cooperativa de Colombia, Campus Cali. Colombia.

 <https://orcid.org/0009-0000-8262-4375>

4 Ingeniero Mecatrónico. Facultad de ingenierías, Universidad Cooperativa de Colombia Campus Cali. Colombia.

 jorge.pincay@campusucc.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0002-4929-8798>

Palabras clave

Inteligencia artificial; gestión de la cadena de suministro; productividad empresarial; predicción de la demanda; eficiencia operativa.

Resumen

La gestión de inventarios se erige como un componente esencial en la cadena de suministro de toda empresa, desempeñando un papel crucial en la reducción de costos y en la garantía de la satisfacción del cliente. En el actual entorno empresarial, caracterizado por su rápida evolución y alta competitividad, la inteligencia artificial o IA emerge como una herramienta innovadora capaz de transformar la forma en que las empresas abordan esta gestión. La aplicación de algoritmos avanzados de aprendizaje automático permite procesar grandes volúmenes de datos históricos de ventas, patrones de compra, tendencias de mercado y condiciones económicas, contribuyendo significativamente a través de la precisa predicción de la demanda futura. Esta capacidad analítica posibilita a las empresas anticipar las necesidades del mercado y ajustar sus niveles de inventario de manera efectiva, evitando situaciones de escasez o exceso de stock. Además de optimizar la cadena de suministro, la inteligencia artificial identifica cuellos de botella y sugiere mejoras en logística y distribución, mejorando la eficiencia operativa y, en última instancia, elevando la satisfacción del cliente. En este panorama, la aplicación estratégica de la inteligencia artificial consolida la posición competitiva de las empresas al adaptar proactivamente sus prácticas de gestión de inventarios a las demandas del mercado actual.

Keywords

Artificial intelligence; supply chain management; business productivity; demand forecasting; operational efficiency.

Abstract

Inventory management stands as an essential component in the supply chain of any company, playing a crucial role in reducing costs and ensuring customer satisfaction. In the current business environment, characterized by its rapid evolution and high competitiveness, artificial intelligence or AI emerges as an innovative tool capable of transforming the way companies approach this management. The application of advanced machine learning algorithms makes it possible to process large volumes of historical sales data, purchasing patterns, market trends and economic conditions, contributing significantly through the accurate prediction of future demand. This analytical capability enables companies to anticipate market needs and adjust their inventory levels effectively, avoiding shortages or overstock situations. In addition to optimizing the supply chain, artificial intelligence identifies bottlenecks and suggests improvements in logistics and distribution, improving operational efficiency and ultimately increasing customer satisfaction. In this scenario, the strategic application of artificial intelligence consolidates the competitive position of companies by proactively adapting their inventory management practices to the demands of today's market.

Introducción

En los últimos años, ha surgido un creciente interés en la aplicación de la IA en la gestión de la cadena de suministro. En términos generales, la IA se ha desarrollado para mejorar los procesos de toma de decisiones humanas y la productividad en las empresas, aprovechando

su capacidad para comprender patrones y fenómenos empresariales [1], su objetivo es automatizar tareas tradicionalmente realizadas por humanos, facilitando la búsqueda y análisis de información [2], el sistema de inventario periódico o físico es un método adoptado por algunas empresas para mantener el control sobre la mercancía. Su nombre proviene de que se realiza en intervalos regulares, como mensual, trimestral, semestral o anual, dependiendo de la decisión tomada por la empresa con respecto a esta función [3], según lo descrito por [4] el término «inteligencia artificial» fue acuñado por primera vez por John McCarthy en 1955 [5], para explorar la capacidad de las máquinas para usar el lenguaje y resolver problemas que normalmente están reservados para los humanos [6]. Es importante señalar que prácticamente no existe una definición estándar y universalmente aceptada de la IA [7].

Esta convergencia de la IA con la gestión de la cadena de suministro refleja una tendencia general hacia el aprovechamiento de tecnologías avanzadas para operaciones comerciales más efectivas y eficientes.

Materiales y procesos

En este proyecto, se está aplicando una metodología deductiva que implementa la lógica deductiva para formular una hipótesis inicial que explora la relación entre la IA y la eficiencia en los procesos de gestión de inventarios. Este enfoque está permitiendo comprender de manera integral cómo se puede potenciar la eficiencia en los procesos de almacenamiento de las empresas mediante la aplicación de la IA. El objetivo principal es aplicar los hallazgos del estudio para mejorar de manera sustancial estos procesos.

La metodología deductiva en tiempo presente nos está permitiendo establecer una hipótesis inicial fundamentada en la lógica deductiva, partiendo de principios generales para llegar a conclusiones específicas sobre la relación entre la inteligencia artificial y la eficiencia en la gestión de inventarios. Este enfoque sistemático está contribuyendo a una comprensión más profunda y precisa de los factores que influyen en la eficiencia de los procesos de almacenamiento empresarial y está proporcionando una base sólida para la aplicación práctica de los resultados del estudio en la mejora continua de dichos procesos [8].

En el marco de la investigación, se adopta un enfoque descriptivo, con el objetivo central de recopilar información sobre la aplicación actual de los procesos de inventario en las empresas y explorar cómo estas prácticas pueden ser transformadas. Este enfoque permite abordar de manera integral las diversas etapas contempladas en el estudio.

Se inicia con una revisión exhaustiva de las prácticas existentes en la gestión de inventarios en las empresas, Este análisis detallado proporciona una comprensión profunda de los métodos y procesos utilizados en la actualidad. Posteriormente, se centra en identificar áreas de mejora y posibles transformaciones que puedan optimizar la eficiencia y la efectividad de estos procesos.

En la fase siguiente, de manera crítica se analizan los datos recopilados, buscando patrones y tendencias que puedan guiar las conclusiones. Este análisis se lleva a cabo con rigurosidad, aplicando principios estadísticos y metodologías específicas para garantizar la validez y la fiabilidad de los resultados.

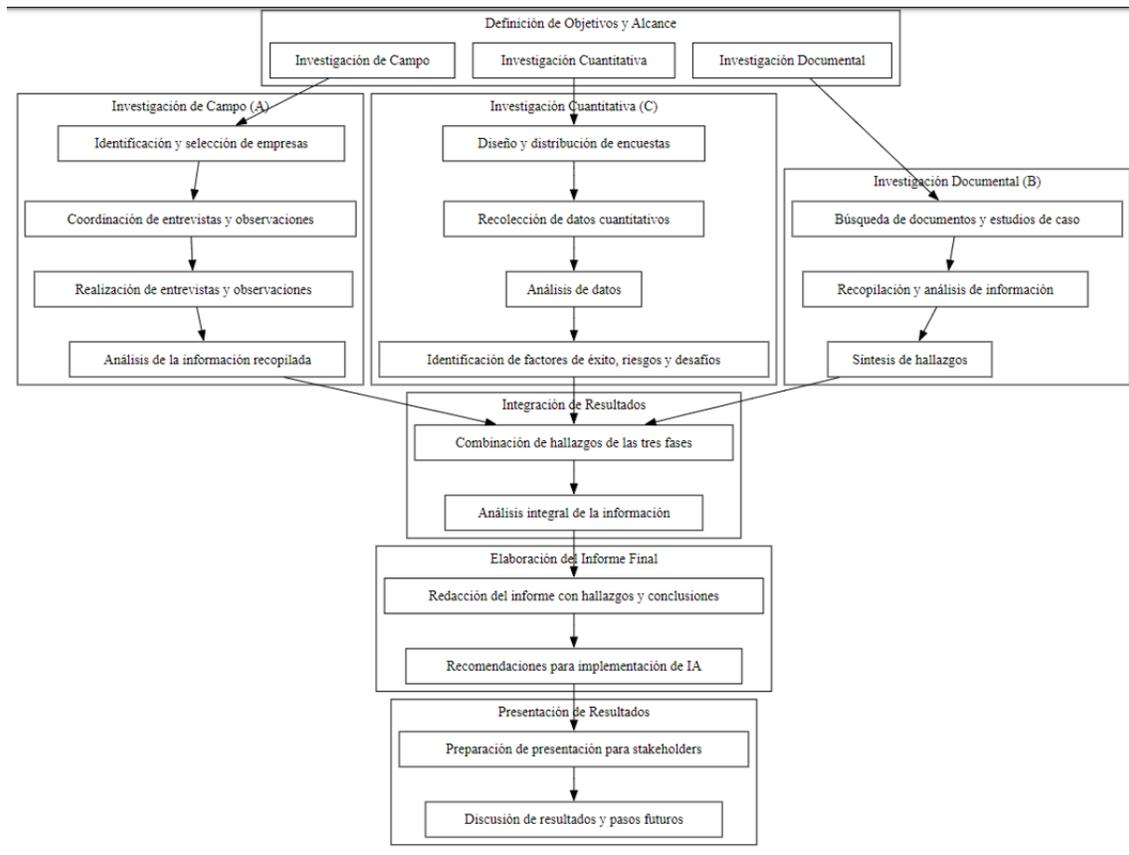


Figura 1. Investigación de campo.

En la fase inicial, representada en la Figura 1, se delimitan los objetivos y alcances del estudio. El primero de ellos se centra en la investigación de campo, destacando la importancia de identificar y seleccionar empresas pertinentes. Esta etapa implica la coordinación y realización de entrevistas y observaciones, seguidas de un análisis detallado de la información recopilada. Mediante la recolección de datos cualitativos mediante el uso de técnicas de observación interactiva. La segunda fase se enfoca en la investigación cuantitativa, concebida como un proceso que inicia con el diseño y la distribución de encuestas. Esta etapa abarca la recopilación y el análisis de datos cuantitativos con el objetivo de identificar factores de éxito, riesgos y desafíos. Los enfoques metodológicos empleados tienen como propósito cuantificar y analizar estadísticamente la información recopilada. Finalmente, se presenta la búsqueda y análisis de la literatura, así como los estudios de casos, proporcionando una “revisión de la literatura” que resume estos resultados. Esta fase se dedica al análisis de la literatura existente y documentos previos, integrando estos hallazgos con los datos obtenidos en la fase anterior. Este enfoque integral contribuye a una comprensión más completa y contextualizada de la investigación.

Desarrollo de la propuesta

La predicción de la demanda se fundamenta en la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático destinados a anticipar la demanda de productos. Estos algoritmos tienen la capacidad de analizar datos históricos de ventas, tendencias del mercado y factores externos, proporcionando estimaciones precisas de la demanda futura. Este enfoque estratégico permite a las empresas optimizar sus niveles de inventario, evitando tanto la escasez como el exceso

de existencias. Al integrar análisis avanzados, las organizaciones pueden tomar decisiones informadas sobre la gestión de inventarios, contribuyendo significativamente a la eficiencia operativa y a la satisfacción del cliente. La utilización de algoritmos de aprendizaje automático representa una herramienta poderosa en el entorno empresarial actual, permitiendo una adaptación ágil a la rápida evolución y alta competitividad del mercado [9].

La optimización de rutas de entrega se fundamenta en la utilización de algoritmos genéticos para perfeccionar las rutas de distribución de productos. Estos algoritmos tienen la capacidad de considerar múltiples variables, permitiendo un análisis exhaustivo de factores como la distancia, el tráfico, las restricciones de tiempo y otras variables relevantes. Al emplear algoritmos genéticos, se busca simular procesos evolutivos para encontrar soluciones eficientes y adaptativas. Esta metodología no solo optimiza la eficacia en la entrega de productos, sino que también contribuye a la reducción de costos y a una utilización más efectiva de los recursos logísticos.

La aplicación de algoritmos genéticos en la optimización de rutas representa un enfoque innovador y poderoso en la gestión logística. La capacidad de estos algoritmos para considerar diversas variables de manera simultánea brinda a las empresas la flexibilidad necesaria para adaptarse a condiciones variables y dinámicas del entorno. En un contexto empresarial caracterizado por la rapidez y la competencia, la optimización de rutas mediante algoritmos genéticos se posiciona como una estrategia clave para mejorar la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente en el proceso de entrega de productos [10], la búsqueda de optimización de rutas se centra en factores como distancia, tiempo, costo y restricciones del cliente para lograr la ruta eficiente. Con este enfoque integral se consigue la reducción de costos de transporte y mejorar la eficiencia en la entrega. La planificación considera precisamente las necesidades individuales del cliente, lo que no solo optimiza recursos logísticos, sino que también garantiza una experiencia de entrega rápida y precisa, fortaleciendo la posición competitiva de la empresa [11].

El análisis en tiempo real para identificar patrones y tendencias en la demanda de productos, permite a las empresas ajustar sus niveles de inventario de manera proactiva y tomar decisiones informadas sobre reabastecimiento y producción [12]. Además, el análisis en tiempo real también puede ayudar a detectar anomalías y problemas en la cadena de suministro, como retrasos en la entrega o fluctuaciones en la demanda [13].

Automatización y seguimiento mejorado esta parte estará utilizando la IA para automatizar tareas de seguimiento y control de inventario, esto puede incluir el uso de sensores y etiquetas de seguimiento para recopilar datos en tiempo real sobre el movimiento y la ubicación de los productos en la cadena de suministro, [14] la automatización y el seguimiento mejorado ayuda a reducir los errores humanos, mejorar la precisión de los datos de inventario y agilizar los procesos de reabastecimiento [15].

Con el fin de mejorar la gestión de inventarios en la cadena de suministro mediante IA se centra en varias áreas clave:

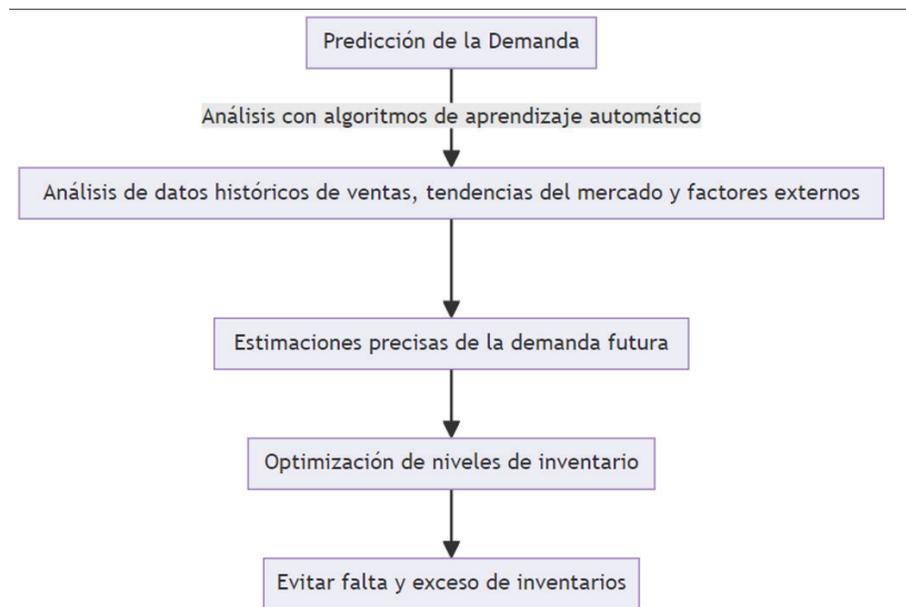


Figura 2. Proceso de previsión de demanda de inventarios.

El flujo de trabajo de previsión de la demanda utilizando técnicas de aprendizaje automático de la figura 2, consiste en iniciar por el análisis de datos de ventas, tendencias del mercado y factores externos que han sido históricos, con base en esto predecir la demanda futura. Este proceso conduce a la optimización de los niveles de inventario con el objetivo de evitar tanto desabastecimientos como excesos. Este diagrama ilustra la importancia del análisis avanzado para una planificación de recursos y una gestión de inventario eficientes.

La Figura 3 muestra un diagrama detallado del proceso de implementación de un algoritmo genético para optimizar las rutas de entrega. Con el objetivo de minimizar los costos de transporte, se pone énfasis en ajustar las rutas de entrega de los productos considerando variables importantes como distancia, tiempo, costo y restricciones de los clientes. Este método tiene como objetivo directo aumentar la eficiencia de la entrega de productos y destaca la relevancia de los algoritmos inteligentes en la logística moderna.

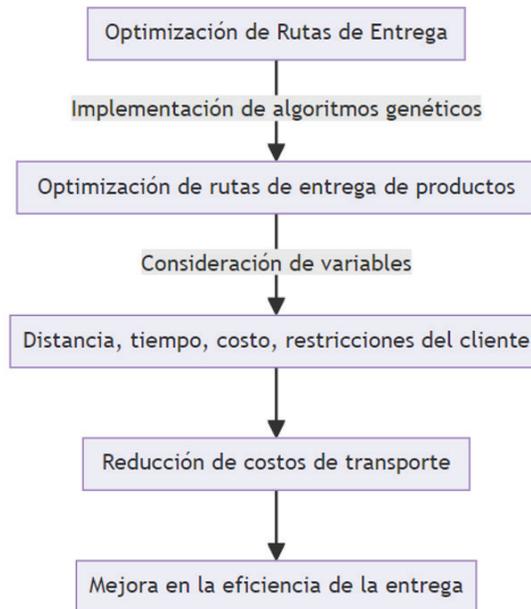


Figura 3. Optimización de rutas de entrega.

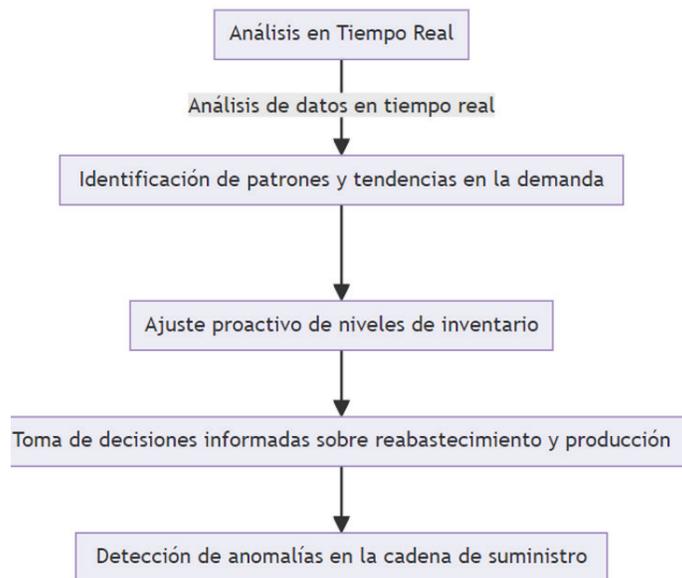


Figura 4. Flujo de análisis en tiempo real.

La Figura 4 muestra un flujo de proceso centrado en el análisis de datos en tiempo real para la gestión de la cadena de suministro. Primero, identifique los patrones y tendencias de la demanda y luego ajuste proactivamente los niveles de inventario. Este enfoque permite tomar decisiones informadas sobre el reabastecimiento y la producción y permite la detección temprana de anomalías en la cadena de suministro. Este diagrama ilustra la importancia de la agilidad y la respuesta rápida al optimizar las operaciones de la cadena de suministro.

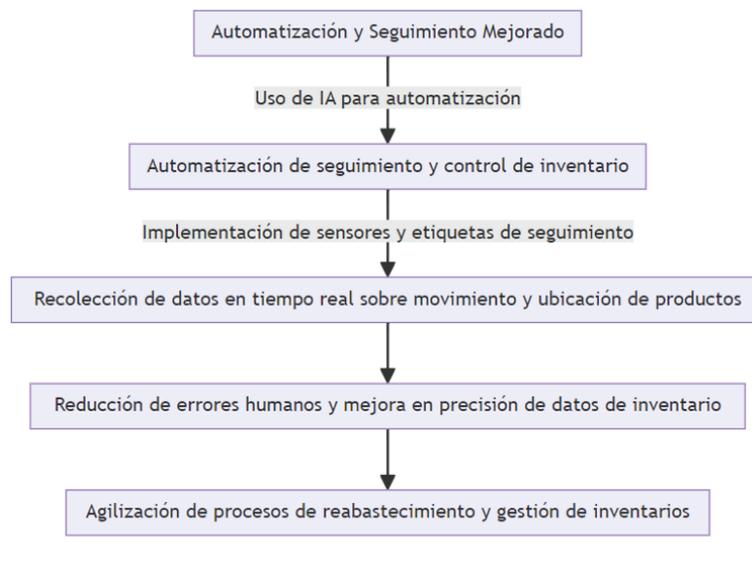


Figura 5. Diagrama de automatización mediante IA.

La Figura 5 muestra un diagrama de flujo que destaca el uso de IA para automatizar la gestión de inventario y mejorar el seguimiento. Obtener más información sobre la implementación de sensores y etiquetas de seguimiento ayuda a capturar datos en tiempo real sobre el movimiento y la ubicación del producto. Este avance tecnológico reduce el error humano, mejora la precisión de los datos de inventario y, en última instancia, agiliza los procesos de reabastecimiento y gestión de inventario. Este diagrama destaca la transformación digital en las prácticas de gestión de la cadena de suministro.

Cada uno de estos componentes de la propuesta representa un avance significativo en la forma en que las empresas pueden gestionar sus inventarios, al integrar la IA en estos procesos, las empresas no solo pueden mejorar su eficiencia operativa, sino también aumentar su capacidad para responder de manera flexible y dinámica a las cambiantes demandas del mercado, la implementación de estas tecnologías permitirá a las empresas mantener una ventaja competitiva, reduciendo costos y mejorando la satisfacción del cliente.

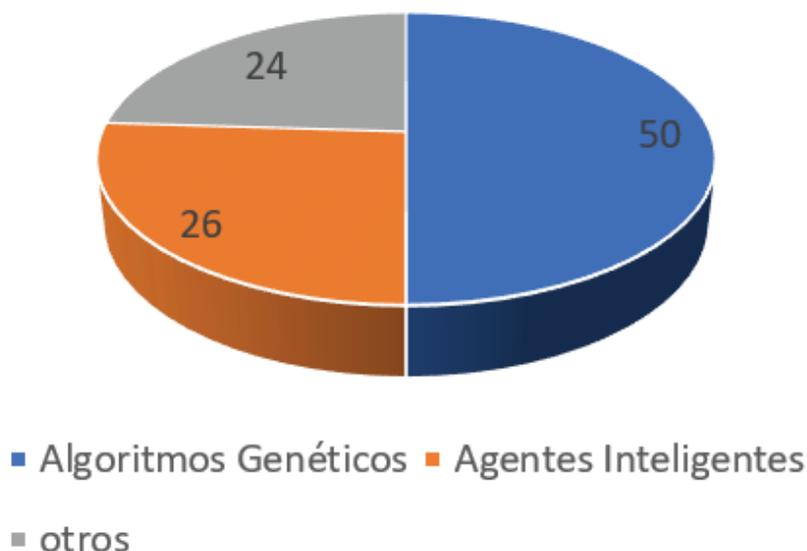


Figura 6. Distribución de los usos de la IA en los procesos de cadena suministro.

Además, se puede observar que las principales técnicas de IA utilizadas en procesos de la cadena de suministro son algoritmos genéticos con 50% y agentes inteligentes con 26%, y el 24% restante otros métodos aplicándolas principalmente en procesos relacionados a la planificación y, en menor medida, a procesos de entrega de productos [16].

Conclusión

El estudio presentado demuestra claramente que la inteligencia artificial tiene un potencial significativo para revolucionar la gestión de inventarios en la cadena de suministro, la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático y análisis de datos en tiempo real permite a las empresas predecir con mayor precisión la demanda futura, optimizar los niveles de inventario y mejorar la eficiencia operativa, esto no solo reduce los costos asociados con el exceso o la falta de inventario, sino que también mejora la satisfacción del cliente al garantizar la disponibilidad de productos.

Además, facilita la automatización y el seguimiento mejorado de los inventarios, lo que reduce los errores humanos y mejora la precisión de los datos, la optimización de rutas de entrega mediante algoritmos genéticos es otra aplicación valiosa, que puede reducir significativamente los costos de transporte y mejorar la eficiencia en la entrega de productos.

El estudio también reconoce las limitaciones y desafíos en la implementación de estas tecnologías, incluyendo la necesidad de desarrollar marcos de modelado adecuados y métricas de evaluación efectivas para la detección y diagnóstico de fallas. La investigación sugiere que un enfoque integrado, que combina tanto técnicas cuantitativas como cualitativas, es esencial para comprender completamente el impacto y el potencial en la gestión de inventarios.

La integración de la inteligencia artificial en la gestión de inventarios ofrece oportunidades significativas para mejorar la eficiencia, reducir costos y aumentar la satisfacción del cliente en la cadena de suministro, su implementación exitosa requiere un enfoque cuidadoso y considerado, teniendo en cuenta tanto las oportunidades como los desafíos asociados.

Referencias

- [1] Icarte Ahumada, G. A. (2016). Applications of artificial intelligence in supply chain process: A systematic review. *Ingeniare*, 24(4), 663–679. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052016000400011>
- [2] Soleimani, S. (2018). A Perfect Triangle with: Artificial Intelligence, Supply Chain Management, and Financial Technology. *Archives of Business Research*, 6(11). <https://doi.org/10.14738/abr.611.5681>
- [3] Pournader, M., Ghaderi, H., Hassanzadegan, A., & Fahimnia, B. (2021). Artificial intelligence applications in supply chain management. En *International Journal of Production Economics* (Vol. 241). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108250>
- [4] LOGIMOV. (2019). *¿Qué es un sistema de inventario periódico?* Logística.
- [5] Palma Méndez Roque Marín Morales, J. T. (s/f). *Inteligencia Artificial Técnicas, métodos y aplicaciones*.
- [6] McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*.
- [7] Goertzel, B. (2014). Artificial General Intelligence: Concept, State of the Art, and Future Prospects. *Journal of Artificial General Intelligence*, 5(1), 1–48. <https://doi.org/10.2478/jagi-2014-0001>
- [8] Toorajipour, R., Sohrabpour, V., Nazarpour, A., Oghazi, P., & Fischl, M. (2021). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. *Journal of Business Research*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.009>
- [9] Julio, C., & Holguín, V. (2009). *FUNDAMENTOS DE CONTROL Y GESTIÓN DE INVENTARIOS Nivel de inventario L2 Faltante de inventario PROVEEDORES O PLANTA CENTRO DE DISTRIBUCIÓN D E M A N D A E X T E R N A PUNTOS DE VENTA 1 2 3 N*.

- [10] *Models for Supply Chains in E-Business on JSTOR*. (s/f). Recuperado el 13 de septiembre de 2023, de <https://www.jstor.org/stable/4134012>
- [11] Pascual Estapé, J. A. (2019). Inteligencia artificial: qué es, cómo funciona y para qué se está utilizando. *Artículo Innovación computer*, 1. <https://computerhoy.com/reportajes/tecnologia/inteligencia-artificial-469917>
- [12] Min, H. (2010). Artificial intelligence in supply chain management: Theory and applications. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 13(1). <https://doi.org/10.1080/13675560902736537>
- [13] Wamba, S., Queiroz, M. M., Guthrie, C., & Braganza, A. (2022). Industry experiences of artificial intelligence (AI): benefits and challenges in operations and supply chain management. *Production Planning and Control*, 33(16). <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1882695>
- [14] Leung, K. H., Choy, K. L., Siu, P. K. Y., Ho, G. T. S., Lam, H. Y., & Lee, C. K. M. (2018). A B2C e-commerce intelligent system for re-engineering the e-order fulfillment process. *Expert Systems with Applications*, 91, 386–401. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.09.026>
- [15] Pournader, M., Ghaderi, H., Hassanzadegan, A., & Fahimnia, B. (2021). Artificial intelligence applications in supply chain management. En *International Journal of Production Economics* (Vol. 241). <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108250>
- [16] Palacios Ortega, M. (2023). Sistema de procesamiento de imágenes digitales para el reconocimiento y asociación de patrones en la gestión de inventarios en calzado. *INCEPTUM*, 17(32), 73–95. <https://doi.org/10.33110/inceptum.v17i32.420>

Revisión sistemática de los factores que incidirían en la distribución del hidrógeno verde en el Valle del Cauca

A systematic review of the factors that would affect the distribution of green hydrogen in Valle del Cauca

Jenny Fernanda Díaz-Gómez¹, José Daniel Artunduaga-Cárdenas², Sebastián Hoyos-Martínez³, Diana Milena Caicedo-Concha⁴

Díaz-Gómez, J.F.; Artunduaga-Cárdenas, J.D; Hoyos-Martínez, S; Caicedo-Concha, D.M. Revisión sistemática de los factores que incidirían en la distribución del hidrógeno verde en el Valle del Cauca. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, número especial. Julio, 2024. XI Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 98-107.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i6.7272>

1 Estudiante de Ingeniería Industrial. Universidad Cooperativa de Colombia, Campus Cali, Colombia

 jenny.diazgomez@campusucc.edu.co

 <https://orcid.org/0009-0007-9368-6783>

2 Estudiante de Ingeniería Industrial. Universidad Cooperativa de Colombia, Campus Cali, Colombia.

 jose.artunduagaca@campusucc.edu.co

 <https://orcid.org/0009-0005-6383-5544>

3 Estudiante de Ingeniería Industrial. Universidad Cooperativa de Colombia, Campus Cali, Colombia.

 sebastian.hoyosm@campusucc.edu.co

 <https://orcid.org/0009-0004-8048-4232>

4 Profesora titular de la Universidad Cooperativa de Colombia, e investigadora asociada Universidad Cooperativa de Colombia, Campus Cali, Colombia.

 diana.caicedoc@campusucc.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0003-4031-4568>

Palabras clave

Hidrógeno verde; biomasa; almacenamiento de hidrógeno; transporte de hidrógeno; bagazo de caña; energía sostenible.

Resumen

El hidrógeno se ha convertido en objeto de estudio como combustible para generar energía a través de fuentes renovables como la biomasa, desempeñando un elemento importante en el contexto de la transición hacia una economía con bajas emisiones de carbono. De esta manera, se presentan desafíos para la aplicación de este combustible como lo son los elementos logísticos para considerar en los proyectos que se buscan implementar. La presente propuesta de estudio se enfoca en una revisión para analizar factores de distribución del hidrógeno verde aplicado específicamente al uso de bagazo de caña que se genera en el Valle del Cauca, analizando entre los métodos de almacenamiento como el hidrógeno comprimido o de forma líquida, así mismo el transporte por medio de alternativas como las tuberías o tanques de gas comprimido.

Keywords

Green hydrogen; biomass; hydrogen storage; hydrogen transportation; sugarcane bagasse; sustainable energy.

Abstract

Hydrogen has become an object of study as a fuel to generate energy through renewable sources such as biomass, playing an important element in the transition towards a low-carbon economy. In this way, challenges arise for applying this fuel, such as the logistical elements to consider in the projects sought to be implemented. The present study proposal focuses on analyzing distribution factors of green hydrogen applied specifically to sugarcane bagasse generated in Valle del Cauca, analyzing between storage methods such as compressed or liquid hydrogen and transportation through alternatives such as compressed gas pipes or tanks.

Introducción

La crisis ambiental actual del planeta ocasionada en gran medida por la emisión de gases de efecto invernadero debido a la dependencia a los combustibles fósiles, que constituyen el 80% de la energía actual [1](IEA, 2022), ha creado la necesidad de buscar nuevos sistemas de producción de energía que tengan poca o nula emisión de estos gases contaminantes, por medio de innovaciones fuentes energéticas como el hidrogeno, contemplando su eficiencia energética y las etapas de la cadena de valor que puedan escalarse de manera nacional e internacional [2]. (Bill Gates, 2021)

El hidrógeno como elemento representa un gran potencial en múltiples ámbitos de aplicación, entre estos, la generación de una energía limpia y no contaminante. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía, IEA, la demanda del hidrógeno como fuente de energía podría alcanzar los 115 Mt o Megatoneladas, para el año 2030, aportando significativamente en el objetivo global de cero emisiones [1].

A partir de la importancia del hidrógeno visualizada para el futuro energético, algunos países han estructurado planes con las iniciativas a corto y largo plazo. Para el caso de Colombia, la Hoja de Ruta de Hidrógeno emitida por el Ministerio de Minas y Energías, propone una

estrategia de transición energética, como compromiso al objetivo de alcanzar la neutralidad del carbono; esta presenta cinco pilares importantes que son: reducción de emisiones, crecimiento económico, transición justa, objetivo de país y comunidades locales [3].

Existen diferentes maneras de obtener hidrógeno a través de procesos fisicoquímicos, unos más eficientes que otros, de acuerdo con la IEA, el hidrógeno puede contribuir a la seguridad energética y acción en favor del clima debido a que comprende un ciclo de bajas emisiones. [1]. El hidrógeno se puede obtener de diferentes fuentes, y se clasifica por colores como el hidrógeno gris, que proviene de los hidrocarburos, el hidrógeno azul a partir del agua, y el hidrógeno verde proveniente de fuentes no convencionales como la biomasa, aprovechamientos hidroeléctricos y calor geotérmico [3].

La aplicación del hidrógeno puede estar en varios sectores, como energía eléctrica renovable para el uso de las industrias, el gas, la química, la movilidad o la electricidad. Cada uso implica un desafío logístico que puede ser más o menos complejo, de acuerdo con la infraestructura actual [4].

Para caracterizar las alternativas de almacenamiento y transporte, en el presente artículo se propone una revisión sistemática de las investigaciones e información disponible que se ha publicado durante los últimos años, esto con el fin de sintetizar la información que se aplica a la región del Valle del Cauca y facilite futuros análisis de viabilidad en la energética del hidrógeno verde como combustible producido por medio de biomasa. Para el Valle del Cauca que actualmente cuenta con 13 ingenios en su territorio, el bagazo representa un potencial energético, debido a que el 30% de la caña procesada para azúcar, se convierte en bagazo, que funciona como biomasa para la producción de hidrógeno [5].

Materiales y métodos

Teniendo en cuenta que el presente artículo corresponde a una investigación de tipo cualitativo con la revisión sistemática de la información disponible, se aplicará una metodología PRISMA para la revisión de la literatura, involucrando una evaluación exhaustiva para determinar la idoneidad de la información y estudios relacionados.

Se realiza una búsqueda inicial, combinando los términos “Hydrogen” y “transport” y “storage” en las bases de datos Scopus y Science-Direct, arrojando una cantidad considerable de resultados, brindando una visión general de la temática a nivel global.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo que representa la información en las fases de la revisión inicial realizada de manera sistemática, esta herramienta muestra la cantidad de recursos identificados, incluidos y descartados tomado como referencia la plantilla disponible en PRISMA [6].

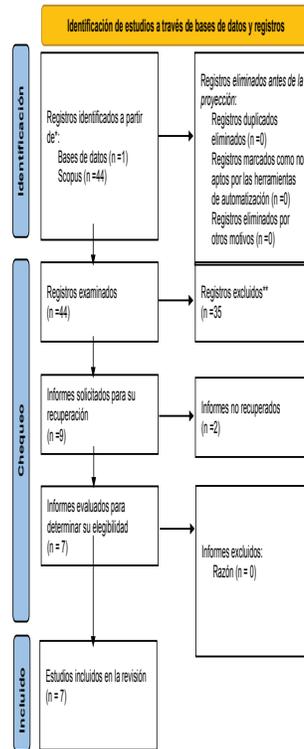


Figura 1. Diagrama Prisma.

Se consideran dentro de la búsqueda sistemática 44 publicaciones, depurando aquellos cuyos títulos y resúmenes se enfocarán en el objetivo de esta investigación, a través de los siguientes criterios o paso a paso:

- Tipología del documento haciendo énfasis en “artículos” y “resúmenes”
- Fecha de publicación de los documentos a partir del año 2020 hasta el 2023.
- Países que presentan similitudes geográficas a las de nuestro territorio nacional.
- Que contenga información técnica de los métodos de almacenamiento.
- Contemplan estudios de casos.
- Que estudie varios métodos de almacenamiento, mencionando sus ventajas y desventajas.
- Que presente las alternativas de transporte de hidrógeno actuales.
- Que incluya costos y aspectos adicionales de investigación.
- Que describa los aspectos de cadena de suministro del hidrógeno.

Para el desarrollo de la investigación aplicada al sector de ingenios azucareros se analizan los proyectos piloto en campo de producción que lideran a nivel nacional las investigaciones a nivel nacional respecto a la producción de hidrógeno. Por lo anterior se propone esta revisión como insumo para las siguientes actividades:

- Identificar los parámetros fundamentales del hidrógeno como combustible tales como, inflamabilidad, fluidez, presión y temperatura.
- Revisar la literatura en alternativas de almacenamiento y transporte de hidrógeno para identificar las características de recubrimientos y materiales de las opciones actuales.

- Identificar y comparar las alternativas de almacenamiento y transporte que conserven la densidad energética del hidrógeno como combustible.
- Revisar la literatura de alternativas de almacenamiento y transporte de hidrógeno para identificar los costos de las opciones actuales.
- Evaluar las alternativas de almacenamiento y transporte identificadas, teniendo en cuenta las condiciones ambientales (humedad, presión, temperatura), topográficas y potencial de producción de hidrógeno del Valle del Cauca.
- Analizar la oferta y demanda de hidrógeno verde a partir del bagazo de caña en la región del Valle del Cauca.

El hidrógeno en Colombia

Colombia demuestra una dependencia energética actual de un 75% de combustibles fósiles, que, aunque ha dado lugar al desarrollo económico del país, representa un desafío ante las emisiones generadas y los compromisos ambientales adquiridos internacionalmente [7].

Los proyectos piloto son un primer paso para un despliegue a mayor escala y creación de cadenas de valor locales. La iniciativa gubernamental ha dado pie al desarrollo a varios proyectos piloto de Hidrógeno verde en Colombia, el sector privado ha realizado inversiones como base, principalmente utilizando electrolizadores, un ejemplo es el electrolizador de 50 kW en la refinería de Cartagena, desarrollado por Ecopetrol e Instituto Colombiano de Petróleo, también se hace visible la colaboración entre Ministerio de Ciencia, Ecopetrol y Tecnología e innovación de Colombia, estos proyectos representan un punto de partida para evaluar la tecnología y estado actual del país [8].

El Valle del Cauca es un departamento caracterizado por la producción de azúcar a gran escala generando como residuo agrícola el bagazo de caña correspondiente a un 30% de la caña utilizada, que podría ser insumo para la producción de hidrógeno verde, por medio de procesos físicos químicos como la pirolisis. Para esto, es necesario considerar los factores de distribución específicamente el almacenamiento y transporte en el contexto económico, logístico y de infraestructura que se encuentra en el Valle del Cauca; analizando distintas alternativas de almacenamiento y transporte con las que se cuenta actualmente, y teniendo en cuenta las tendencias tecnológicas y eficientes en un Nivel de Madurez Tecnológico, TRL, global que presenta un entre 3 para las tecnologías de almacenamiento físico y 5 para el hidrógeno líquido y 6 para el transporte por tuberías [9].

Considerando la demanda mundial y el potencial de producción que presentan los países de América Latina, desde la Agencia Internacional de Energía se propone el análisis de un escenario colaborativo utilizando la infraestructura de interconexión existente para el caso del gas natural, pues esto permitiría abordar de manera directa los obstáculos de desplegar la producción, distribución y comercialización del hidrógeno a gran escala en sus múltiples aplicaciones. En este escenario colaborativo la región de América Latina se vuelve una región con potencial de exportación, para el caso de Colombia, su ubicación geográfica podría considerar un papel clave en esta economía energética [8].

Almacenamiento y transporte de hidrógeno

Almacenamiento de Hidrógeno

El almacenamiento del hidrógeno es fundamental en la cadena de suministro para garantizar una estabilidad en la industria y sostener la eficiencia de la producción. Para establecer una infraestructura de hidrógeno estable e íntegra, se debe tener en cuenta los siguientes principales factores para caracterizar un sistema de almacenamiento de hidrógeno adecuado [10].

- Densidad gravimétrica (5,5%)
- Densidad volumétrica (0,04 kg H₂/l)
- Temperatura (-40° a 60°C)
- Ciclo de vida (1500 ciclos)
- Tiempo de llenado del Sistema

Después de producido el hidrógeno existen diferentes métodos con los que este se almacena y transporta. Los sistemas de almacenamiento se pueden definir en físicos, basado en materiales portadores que se pueden unir a los átomos de hidrógeno, y almacenamiento físico o químico que contribuyen a la densidad y seguridad según corresponde [11].

Almacenamiento de hidrógeno comprimido (CGH₂): el hidrógeno en estado gaseoso normalmente es almacenado bajo altas presiones dentro de un rango entre 200 y 700 bar, este método implica almacenar hidrógeno en cilindros o tanques a alta presión, que contienen un revestimiento interior hecho de polímero cubierta con fibra continua de grafito y capas de reforzamiento. Estos tanques son usados de manera efectiva para el gas metano a alta presión y se busca extender la aplicación a tanques de hidrógeno, sin embargo, es necesario desarrollar una barrera que no permita la permeabilidad del hidrógeno [12].

El almacenamiento de hidrógeno comprimido tiene una densidad energética relativamente baja en comparación con otros métodos de almacenamiento. Según el Departamento de Energía de los Estados Unidos, el almacenamiento de hidrógeno comprimido a 350 bar tiene una densidad energética de aproximadamente [13].

Este método de almacenamiento presenta grandes retos correspondientes a la baja densidad energética que puede presentar, el coste del sistema y la resistencia de impacto; como base a la tecnología se referencia los tanques usados para almacenar metano a alta presión. Existen varios proyectos de diseños de tanques que consideran los atributos del hidrógeno en empresas y universidades que implementan una tecnología compatible con las propiedades del hidrógeno [12].

Dentro de este método de almacenamiento se encuentran distintas alternativas como los recipientes a presión y almacenamiento subterráneo; el tipo de recipiente a utilizar dependería del campo de aplicación, equilibrando el rendimiento técnico y costo, es ideal para el almacenamiento in situ como un gas para las industrias, existen 4 tipos de recipientes Tipo I,II, III,IV que los diferencia principalmente el material y los recubrimientos que estos pudieran tener; algunos de estos son ideales para un almacenamiento estacionario a baja presión en estaciones de servicio, y los demás son ideales para almacenamiento de alta presión facilitan el transporte en remolque para el tipo III y IV [11].

El otro tipo de almacenamiento en esta categoría es el subterráneo, donde se usan cavernas naturales de sal, acuíferos y depósitos de gas existentes y agotados, se usa en el almacenamiento a largo plazo y con gran volumen. Para esta alternativa es necesario evaluar las condiciones geológicas ideales, pues vienen en juego criterios y aspectos que permitan el sellamiento

correcto en las cavidades mencionadas. Existe un mayor riesgo de fugas o fallas debido a la característica porosa de estas cavernas y reacciones químicas con minerales de las rocas. Yang expone la lista algunos países que tienen proyectos en este tipo de almacenamiento, en los que se encuentra el Reino Unido y Estados Unidos, Alemania, Francia, República Checa, Austria y Argentina, este último usando una reserva de gas natural agotada y que es aprovechada para disponer del hidrógeno producido [11]. (Yang et al., 2023)

Almacenamiento de hidrógeno líquido: el hidrógeno en su estado líquido, conocido como hidrógeno criogénico, se obtiene por medio de la licuefacción que se genera al modificar las condiciones de presión y temperatura, Fernández Bolaños explica el proceso de licuefacción donde se utilizan sistemas de compresión, intercambiadores de calor y válvulas de expansión, el proceso de licuefacción funciona en gases como el nitrógeno que solo es de a comparación de los que tiene el hidrógeno [12].

En este método permite una densidad gravimétrica y volumétrica mucho más alta comparado a su forma comprimida hasta cuatro veces más denso. Sin embargo, implica un proceso con mayor complejidad, pues consume mayor energía que la compresión del hidrógeno, teniendo en cuenta que se requieren temperaturas muy bajas, alrededor 20K [14] [11].

El hidrógeno líquido ocupa mucho menos espacio que el hidrógeno gaseoso, lo que lo hace adecuado para aplicaciones donde se requieren grandes cantidades, especialmente en las industrias. El almacenamiento de hidrógeno en forma líquida a temperaturas muy bajas puede ser costoso debido a la necesidad de mantener estas temperaturas criogénicas.

El almacenamiento de hidrógeno líquido tiene una densidad energética mucho mayor que el almacenamiento de hidrógeno comprimido, el hidrógeno a 20 K de temperatura tiene una densidad energética de aproximadamente . Los tanques criogénicos utilizados en esta alternativa cuentan con una tecnología que evoluciona para hallar una eficiencia en el proceso, este presenta un desafío frente a la pérdida de ebullición y el consumo de energía asociado. [15].

Alemania es un país pionero en este tipo de almacenamiento, actualmente tienen una planta de licuefacción de hidrógeno con capacidad de 5.5 toneladas métricas por día, mTPD, desde el 2007, este sistema consume alrededor de 10kWh de electricidad para licuar 1 kg de hidrógeno, este consumo de energía se podría reducir si se aumenta la capacidad de producción a 100 mTDP, favoreciendo en gran manera los costos asociados a este tipo de almacenamiento [11].

Almacenamiento de hidrógeno en materiales sólidos: este método implica almacenar hidrógeno en materiales sólidos, como hidruros metálicos, que liberan hidrógeno cuando se calientan. Este tipo de almacenamiento tiene la ventaja de que los materiales sólidos son más seguros que el hidrógeno gaseoso o líquido y pueden ser transportados y almacenados más fácilmente. Además, el uso de hidruros metálicos para almacenar hidrógeno puede ser más económico que otras formas de almacenamiento [14].

El almacenamiento de hidrógeno en materiales sólidos, como hidruros metálicos, también puede tener una densidad energética alta, dependiendo del material utilizado, se ha informado que algunos hidruros metálicos tienen una densidad energética de aproximadamente [15].

Según los análisis anteriores, cada método de almacenamiento tiene sus propias ventajas y desventajas en términos de eficiencia de almacenamiento, costo y seguridad. Por ejemplo, el almacenamiento de hidrógeno líquido puede ser más eficiente en términos de densidad energética, pero también puede ser más costoso debido a la necesidad de mantener temperaturas criogénicas. El almacenamiento de hidrógeno comprimido es comúnmente utilizado debido a su bajo costo, pero también tiene limitaciones en términos de densidad energética y seguridad.

Almacenamiento en otros portadores: existen además tecnologías de almacenamiento de hidrógeno combinado química o físicamente con materiales líquidos orgánicos como portadores, cuyos enlaces permiten almacenar las moléculas de hidrógeno con reacciones químicas de hidrogenación y deshidrogenación. Este método cuenta con ventajas como la seguridad y la facilidad en el transporte, de igual manera brinda una estabilidad química que permite menor consumo de energía en la deshidrogenación, para esta alternativa se cuenta con una infraestructura madura para el almacenamiento de tipos de gases similares [11].

De acuerdo con Yang, otras propiedades además a considerar además de la densidad de almacenamiento son: baja temperatura de disociación y presión, bajo calor de formación para minimizar la energía, estabilidad del ciclo, bajo costos de infraestructura de reciclaje y carga [11].

Transporte de Hidrógeno

El hidrógeno se considera una sustancia química peligrosa por su inflamabilidad y su cuidadosa reacción con otras sustancias, por lo tanto, debe analizarse los métodos de transporte que se encuentran disponibles y en desarrollo para la cadena de distribución de esta sustancia y que aporten a la sostenibilidad de la economía del H₂ [15].

Es así como actualmente existen dos categorías principales las cuales se basan en los sistemas de transporte: por carretera, por gasoductos.

Transporte por carretera: El transporte por carretera presenta algunas ventajas como lo es potencial intercontinental, una cadena logística madura en tierra, para el caso de transporte de hidrógeno en forma gaseosa comprimido la presión del hidrogeno normalmente se mantiene entre 20 y 50 MPa, lo que significa que puede transportarse entre 200 y 1000 kg de hidrogeno. [11].

Para este método se puede considerar el hidrógeno en composición física tanto gaseoso como líquido, para el caso del gas comprimido, el transporte en recipientes a presión es una forma sencilla de transporte considerando los tipos mencionados en el apartado del almacenamiento. Así mismo para el hidrógeno en forma líquida, el suministro mediante remolques, Yang presenta el caso de una planta de licuefacción central que es transportada en cantidades mayores a comparación del hidrógeno gaseoso [11].

Transporte por gasoductos: también conocido como transporte por tuberías, en el cual el hidrogeno Está en estado gaseoso, siendo la forma más económica de transportar grandes cantidades y así satisfacer las grandes demandas en regiones densamente pobladas e industrializadas. Pero a causa de la caída de presión en las tuberías a larga distancia, la densidad de almacenamiento puede reducirse, el transporte de hidrogeno es menos eficiente energéticamente que el del gas natural [11].

Este método es una opción que presenta un gran potencial para distribuir el hidrógeno, pues se puede entrar al análisis de la infraestructura actual de la red de gas natural existente, para el cual se deberá analizar el cálculo del número de Reynolds para caracterizar el movimiento del fluido del hidrógeno en los conductos dispuesto que se tendrá en la inyección del hidrógeno, esto con base a las propiedades de este elemento adquiridas en la gasificación. De igual manera, al considerar una mezcla inicial con gas natural se podrán reducir las emisiones convencionales de los hidrocarburos. En países europeos como Alemania, se considera esta opción en mezcla de pequeñas proporciones entre el gas y el hidrógeno [4].

Conclusiones

Actualmente existen diversas investigaciones y publicaciones relacionadas al hidrógeno y su potencial energético, para el análisis de los componentes logísticos de distribución del hidrógeno, dentro de la revisión se encontraron tres métodos principales que dependen de la estructuración física y química que puede tener el hidrógeno.

El hidrógeno en su fase gaseosa da lugar al método de almacenamiento en tanques de gas comprimido y al mismo tiempo al transporte por tubería, en el que se analiza la infraestructura de gasoducto actual que tiene la región del Valle del Cauca que cuenta con gasoductos que requieren el análisis de compatibilidad, donde se hace necesario; este método hasta el momento se considera uno de los más viables por los costos asociados, sin embargo, los aspectos de seguridad y eficiencia energética aún falta abordarlos de manera efectiva.

Para el hidrógeno en fase líquido se tienen alternativas de almacenamiento con mayor densidad energética, los costos corresponden al doble de la alternativa de gas comprimido, pero a mayor capacidad de almacenamiento y densidad energética.

Finalmente, el almacenamiento y transporte de hidrógeno en materiales sólidos y/o portadores líquidos, también representa una alternativa llamativa, pues puede tener una densidad energética alta, dependiendo del material utilizado y contienen características o ventajas representativas en la economía del hidrógeno como energía, específicamente en los costos asociados.

Aunque hay tecnología existente para el uso de hidrógeno como combustible y se han adelantado diversas investigación, el mayor desafío logístico y de viabilidad es convertir su producción y cadena de suministro a gran escala, pues actualmente los proyectos pilotos que demuestran viabilidad técnica se ven limitados por la viabilidad económica, pues al no estar masificada su producción o demanda los costos se elevan, por lo tanto según lo mencionado en el estudio de Yang, es esencial determinar una infraestructura eficiente, que conlleve a la reducción de costes y que permita su aplicación adecuada [11].

Referencias

- [1] IEA. (2022). Resumen ejecutivo – World Energy Outlook 2022 – Analysis - IEA. Paris. de: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022/executive-summary?language=es>
- [2] Bill Gates. (2021). Cómo evitar un desastre climático: Las soluciones que ya tenemos y los avances que aún necesitamos. <https://revistas.comillas.edu/index.php/razonyfe/article/view/17147>
- [3] Ministerio de Minas y Energía. (2021). Hoja Ruta Hidrógeno Colombia. https://www.minenergia.gov.co/documentos/5861/Hoja_Ruta_Hidrogeno_Colombia_2810.pdf
- [4] Muñoz Fernandez, J. A., Beleño Mendoza, W. A., & Diaz Consuegra, H. (2022, January 1). Análisis del potencial del uso de hidrógeno verde para reducción de emisiones de carbono en Colombia. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistafuentes/article/view/13502/12564>
- [5] Asocaña. (2022). Informe de Sostenibilidad 2020-2021. <https://www.asocana.org/modules/documentos/17612.aspx>
- [6] Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ*, 339(7716), 332–336. <https://doi.org/10.1136/BMJ.B2535>
- [7] BP. (n.d.). Statistical Review of World Energy. Retrieved November 26, 2023, de: www.bp.com/statisticalreview.
- [8] IEA. (2021). Hidrógeno en América Latina De las oportunidades a corto plazo al despliegue a gran escala. Recuperado de: https://iea.blob.core.windows.net/assets/8bad1e39-1587-4770-b60a-c9368e6347ae/IEA_HydrogeninLatinAmerica_Fullreport_Spanish.pdf
- [9] Dattatray Dhawale, Mandar Risbud, Nawshad Haque, & Sarbjit Giddey. (2022). Informe preliminar propuesta bienes servicios asociados tecnologías hidrogeno verde azul Cir_10_2022. In CSIRO. Recuperado de: https://www1.upme.gov.co/ServicioCiudadano/Documents/Proyectos_normativos/Informe_preliminar_propuesta_bienes_servicios_asociados_tecnologias_hidrogeno_verde_azul_Cir_10_2022.pdf

- [10] Dutta, S. (2014). A review on production, storage of hydrogen and its utilization as an energy resource. In *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* (Vol. 20, Issue 4, pp. 1148–1156). Korean Society of Industrial Engineering Chemistry. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2013.07.037>
- [11] Yang, M., Hunger, R., Berrettoni, S., Sprecher, B., & Wang, B. (2023). A review of hydrogen storage and transport technologies. *Clean Energy*, 7(1), 190–216. <https://doi.org/10.1093/ce/zkad021>
- [12] Badía, C. F.-B., & Ramón Velázquez Vila, D. (2005). *Energética del Hidrógeno. Contexto, estado actual y perspectivas de futuro*. Ubicación: <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/3823/>
- [13] Energy Efficiency & Renewable Energy. (n.d.). Almacenamiento de hidrógeno | Departamento de Energía. Retrieved September 2, 2023, de <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-storage>
- [14] Sedai, A., Dhakal, R., Gautam, S., Sedhain, B. K., Singh Thapa, B., Moussa, H., & Pol, S. (2023). Wind energy as a source of green hydrogen production in the USA. 7(1), 8–22. <https://doi.org/10.1093/ce/zkac075>
- [15] Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (n.d.). GUÍAS PARA MANEJO SEGURO Y GESTIÓN AMBIENTAL DE 25 SUSTANCIAS QUÍMICAS Libertad y Orden. https://www.minambiente.gov.co/wpcontent/uploads/2021/10/guia_manejo_25_sustancias_quimicas.pdf