

e-ISSN 2550-6730



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MANABÍ
Fundada en 1962

7
VOLUMEN
Núm. 2

JULIO - DICIEMBRE 2023

ECUADOR

This cover has been designed using assets from Freepik.com

AUTORIDADES INSTITUCIONALES (INSTITUTIONAL AUTHORITIES)

Rector

Santiago Quiroz Fernández, Ph. D.

Vicerrectora Académica

Mara Molina de Lozano, Ph. D.

Director de Investigación

Alex Dueñas Rivadeneira, Ph. D.

Decana de la Facultad de Ciencias Informáticas

Leticia Vaca Cárdenas, Ph. D.

CONSEJO EDITORIAL (EDITORIAL BOARD)

DIRECTOR DE LA REVISTA (EDITOR IN CHIEF)

Director de la Revista



Jorge Párraga Álava, Ph.D.



Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

EDITORES (EDITORS)



Leticia Vaca Cárdenas, Ph. D.



Universidad Técnica de Manabí, Ecuador



Marlon Navia Mendoza, Ph. D.



Universidad Técnica de Manabí, Ecuador



Ramón Toala Dueñas, Ph. D.



Universidad Técnica de Manabí, Ecuador



Lucia Rivadeneira Barreiro, Ph. D.



Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

CONSEJO CIENTÍFICO (ADVISORY BOARD)

 **Felipe Bello Robles, Ph. D.**
 Universidad de Santiago de Chile, Chile

 **Manuel Villalobos Cid, Ph. D.**
 Universidad de Santiago de Chile, Chile

 **Paulo Freitas de Oliveira Novais, Ph. D.**
 Univerdidade do Minho, Portugal

 **Dalila Alves Durães, Ph. D.**
 Univerdidade do Minho, Portugal

 **Edith Josefina Liccioni, Ph. D.**
 Universidad de Chimborazo, Ecuador

 **Cristóbal Samaniego Alvarado, Ph. D.**
 Barcelona Supercomputing Center, España

 **Oscar Alvear Alvear, Ph. D.**
 Universidad de Cuenca, Ecuador

CONSEJO DE REVISORES (REVIEWERS BOARD)

 **José Carlos Campelo, Ph.D.**
 Universitat Politècnica de València, España

 **Jaime Riascos Salas, Ms. C.**
 Institución Universitaria de Envigado (IUE), Colombia

 **Camilo Batista de Souza, Ph.D.**
 Universidade do Estado do Amazonas, Brasil

 **Ana Núñez Ávila, Ph.D.**
 Universidad de Cuenca, Ecuador

 **Juan Capella Hernández, Ph.D.**
 Universitat Politècnica de València, España

 **Verónica Proaño Ríos, Ph.D.**
 Universidad de Santiago de Chile, Chile

 **Cinthia Sánchez Macías , Ph.D. (C)**
 Universidad de Chile, Chile

 **Víctor Viana Céspedes, Ms.C.**
 Universidad de la República, Uruguay

 **Jorge Zambrano-Martinez, Ph.D.**
 Universidad del Azuay, Ecuador

 **Priscila Cedillo Orellana , Ph.D.**
 Universidad de Cuenca, Ecuador

 **Óscar Efrén Cárdenas Villavicencio, Ms.C.**
 Universidad Técnica de Machala, Ecuador

CONSEJO DE REVISORES (REVIEWERS BOARD)

 **María Obdulia González-Fernández , Ph. D.**
 Universidad de Guadalajara, México

 **Noemi Guerra González, Ph. D.**
 Instituto Técnico Superior Especializado,
Panamá

 **Roberth Alcívar Cevallos, Ph. D.**
 Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

 **Gabriela Rivas Urrego,Mgs.**
 Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador

 **Marely Cruz Felipe, Ph. D.**
 Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

 **Diego Marcelo Reina Haro, Mgs.**
 Universidad Nacional de Chimborazo,
Ecuador

 **Javier Cuzco Torres, Ph. D.**
 Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

 **Pablo Lozada Yáñez, Mgs.**
 Escuela Politécnica de Chimborazo,
Ecuador

EQUIPO TÉCNICO (TECHNICAL TEAM)

 *Webmaster OJS*
Victor López Tuárez
Instituto de Investigación,
Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

Diseñador, Diagramación y Portada
 **Orly Bermello Zamora**
Dirección de Comunicaciones,
Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

Informática y Sistemas
Revista de Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones
Volúmen 7, Número 2. Julio – Diciembre 2023
e-ISSN: 2550-6730

Informática y Sistemas: Revista de Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (ISRTIC) es una publicación electrónica semestral de carácter científico, que edita la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Técnica de Manabí, orientada a la socialización de resultados de investigación, a través de artículos novedosos y de alto rigor científico, en las áreas asociadas a las tecnologías de la información y las comunicaciones. ISRTIC no efectúa cargos por concepto de costos de procesamiento, envío o publicación de artículos.

El proceso editorial de ISRTIC se gestiona a través del



ISRTIC es una publicación de acceso abierto con licencia



Los artículos de ISRTIC cuentan con código de identificación de objeto digital (DOI)



Los autores de ISRTIC usan un Identificador Abierto de Investigador y Colaborador (ORCID)



ISRTIC utiliza el sistema antiplagio



Las revista está indizada en



Los artículos de la presente edición se pueden obtener en
<https://doi.org/10.33936/isrtic.v7i2>

EDITORIAL

Estimadas/os lectoras/es,

Con gran entusiasmo, les presentamos el Volumen 7 Número 2 de Julio-Diciembre 2023 de Informática y Sistemas: Revista de Tecnologías de la Información y Computación (ISRTIC). Esta edición marca un hito importante, ya que celebramos nuestro décimo cuarto número, continuando con nuestro compromiso de promover la investigación científica y tecnológica en el campo de la informática.

En esta ocasión, nos complace resaltar una diversidad de investigaciones tecnológicas innovadoras con aplicaciones empresariales y académicas. Destacamos una aplicación multiplataforma de modelo predictivo, así como herramientas de inteligencia de negocios para la optimización del suministro de fuerza laboral. Se aborda la evaluación del rendimiento de redes IPv6 con IPSec en modo túnel, ofreciendo una perspectiva crítica sobre seguridad y rendimiento. También se analizan las competencias digitales de docentes en la Escuela de Educación Básica para el periodo 2023-2024, brindando valiosa información sobre su preparación digital. Finalmente, se explora la aplicación de Inteligencia Artificial y Realidad Aumentada en el desarrollo de cuentos educativos, subrayando el potencial de estas tecnologías para mejorar la experiencia educativa. En conjunto, estos temas reflejan el interés actual en la aplicación de tecnologías avanzadas para afrontar desafíos tanto en el ámbito empresarial como académico.

En esta edición, hemos tenido el privilegio de contar con la contribución de destacados expertos y académicos tanto nacionales como internacionales, provenientes de renombradas instituciones académicas y organizaciones del sector empresarial. La diversidad de perspectivas y conocimientos presentados en esta edición enriquece la calidad de los contenidos y destaca la relevancia global de los temas tratados.

Cada uno de los artículos seleccionados ha sido sometido a un riguroso proceso de revisión, liderado por nuestro dedicado equipo de editores, para garantizar la calidad y el rigor científico de los contenidos. Nuestro objetivo principal es proporcionar a nuestros lectores una visión completa de los avances más recientes y los descubrimientos más relevantes en el campo de las Tecnologías de la Información y Computación.

Agradecemos sinceramente a todos los autores por su valiosa contribución, así como a nuestro equipo de revisores por su compromiso y dedicación en el proceso de evaluación. También queremos expresar nuestro agradecimiento a nuestros lectores, cuyo continuo apoyo nos motiva a seguir fomentando la investigación y la difusión del conocimiento en el campo de la ciencia y la tecnología.

¡Los invitamos a sumergirse en este número y explorar los estudios presentados!

Jorge Párraga Álava, Ph.D.

Director General

Informática y Sistemas:

Revista de Tecnologías de la Información y Computación

ÍNDICE

45-51

Jéssica Johanna Morales Carrillo, Luis Cristóbal Cedeño Valarezo, Víctor Joel Pinargote Bravo, Jesús Stefano Cajape Bravo, Jonathan Geovanny Ormaza Calderón

Aplicación multiplataforma de modelo computacional predictivo

Cross-platform application of predictive computational model

52-62

Daykenis Caballero Feria, Vladimir Alberto Torres Torres

Herramientas y procesos de inteligencia de negocios aplicada al suministro de fuerza de trabajo

Business intelligence tools and processes applied to the supply of workforce

63-70

Yumber Alejandro Ponce Loor, Jorge Sergio Herrera Tapia

Evaluación del rendimiento de una red IPv6 utilizando IPSec en modo túnel

Performance evaluation of an IPv6 network using IPSec in tunneling mode

71-78

Sinaí Victoria Gallo García, Johana Katherine Montoya Luna victoria

Análisis de las competencias digitales de los docentes de la Escuela de Educación Básica “Jesús Infante” en el periodo lectivo 2023-2024

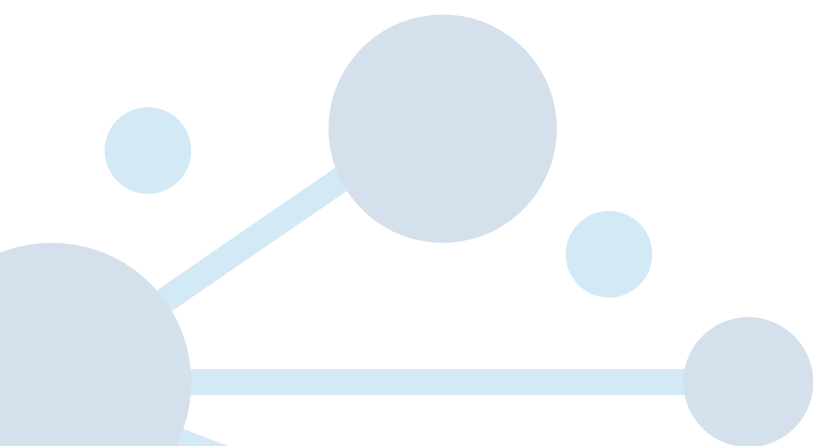
Analysis of the digital competencies of the teachers at the "Jesús Infante" Basic Education School during the 2023-2024 academic year

79-87

Christian Xavier Núñez Zavala, Manuel David Isín Vilema, Cristhy Nataly Jimenez Granizo, Geonatan Octavio Peñafiel Barros

Inteligencia Artificial y Realidad Aumentada como herramientas innovadoras en el desarrollo de cuentos educativos

Artificial Intelligence and Augmented Reality as innovative tools for the development of educational stories





Aplicación multiplataforma de modelo computacional predictivo

Cross-platform application of predictive computational model

Autores

✉ **Jéssica Johanna Morales Carrillo*



✉ *Luis Cristóbal Cedeño Valarezo*



✉ *Victor Joel Pinargote Bravo*



✉ *Jesús Stefano Cajape Bravo*



✉ *Jonathan Geovanny Ormaza Calderón*



Grupo de Investigación SISCO, Carrera de Computación, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. El Limón vía a Calceta - El Morro, Ecuador.

* Autor para correspondencia

Comó citar el artículo:

Morales Carrillo, J.J., Cedeño Valarezo, L.C., Pinargote Bravo, V.J., Cajape Bravo, J.E. & Ormaza Calderón, J.G. (2023). Aplicación multiplataforma de modelo computacional predictivo. *Informática y Sistemas: Revista de Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones*, 7(2), 45-51. <https://doi.org/10.33936/isrtic.v7i2.5832>

Enviado: 30/03/2023

Aceptado: 01/06/2023

Publicado: 03/07/2023

Resumen

El objetivo de esta investigación fue realizar una aplicación que permita la integración de un modelo computacional a una aplicación multiplataforma, para ello se tuvo como datos, la información de un modelo de clasificación de aprendizaje supervisado respecto al levantamiento de información sobre la deserción estudiantil en el contexto del covid-19, esta investigación fue desarrollada en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. La metodología que se planteó para el respectivo desarrollo fue Extreme programming (XP). Partiendo de un modelo entrenado, para lo cual se utilizó el framework flask basado en python, luego se procedió a crear un servicio para consumir el modelo, posteriormente se realizaron las respectivas pruebas utilizando postman como cliente web. Se obtuvo como principal resultado dentro de la investigación, que el Framework Flask permitió desarrollar e implementar un API RES de forma mucho más ágil y fácil para el consumo de datos del modelo predictivo.

Palabras clave: Modelo Computacional, flask, modelo como servicio, modelo API.

Abstract

The objective of this research was to carry out an application that allows the integration of a computational model to a multiplatform application, for which data was taken, the information from a supervised learning classification model regarding the collection of information on student dropout in the context of the covid-19, this research was developed at the Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. The methodology that was proposed for the respective development was Extreme programming (XP). Starting from a trained model, for which the python-based flask framework was used, then we proceeded to create a service to consume the model, later the respective tests were carried out using postman as a web client. The main result of the research was that the Flask Framework allowed the development and implementation of a RES API in a much more agile and easy way for the consumption of data from the predictive model.

Keywords: Computational model, flask, model as a service, API model.



1. Introducción

La evolución de la tecnología ha avanzado tanto hasta el punto de facilitar la vida del ser humano de muchas formas, como es el caso de las redes neuronales convolucionales; si bien es cierto que para utilizarse se debe contar con varios recursos, y algunos de ellos son computacionales y de datos (Bonales-Daimel & Mañas-Viniegra, 2021).

En la actualidad las organizaciones han comprendido la importancia de implementar algún sistema como medio de apoyo a la certificación de contratos, el cual les sirva como soporte para la toma de decisiones en la emisión correspondiente y tener control sobre los datos y la información de diversos documentos que se ejecutan, por lo que permite mejora en disponibilidad y confiabilidad, siendo estas organizaciones tales como: Microsoft azure, Amazon web, IBM, Web Service (Ghimire, 2020). Así mismo, la aplicación de técnicas para inteligencia de datos se vuelve cada vez más común en diversas áreas del conocimiento, desde astronomía (clasificación de exoplanetas) (González, 2021), actividades escolares (Gallegos, et. al., 2020), análisis de sentimientos (Cedeno-Moreno & Vargas, 2020), inteligencia emocional (Romero, et. al., 2022), actividades artísticas como la música (Tepepa, et. al., 2018) entre muchas, que hacen que el procesamiento de datos para obtener patrones con la información permite de alguna manera determinar estrategias o tomar decisiones en base a estos criterios.

En la actualidad, muchas instituciones educativas han emprendido estudios referentes a minería de datos (EDM, Minería de datos educativos), relacionados a tendencias en el aprendizaje o competencias pedagógicas (Díaz, Romero, Faouzi, & Pardo, 2022); así mismo existen estudios referente a la deserción estudiantil en un intento por comprender las causas subyacentes y abordar el problema de manera efectiva. Dos ejemplos notables incluyen la Universidad de Colombia (UNISANGIL) (Sposito et al., 2022) y la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM) (Aparicio et al., 2022). Ambas instituciones han utilizado técnicas de minería de datos para analizar grandes conjuntos de datos y obtener resultados precisos sobre las causas de la deserción estudiantil en sus respectivas carreras. Estos resultados se han utilizado para informar la toma de decisiones y desarrollar estrategias efectivas para prevenir la deserción estudiantil y mejorar la experiencia educativa.

Para aplicar estas tendencias en la minería de datos, es necesario contar con expertos que desarrollen e identifiquen los algoritmos adecuados y efectúen el análisis correspondiente, es por ello que se hace necesario desarrollar aplicaciones que permitan ser consumidores de esta información con interfaces comprensible para cualquier usuario, y que muestren los resultados deseados, de acuerdo con lo requerido.

Las técnicas para consumir modelos computacionales son métodos estandarizados que permiten a los desarrolladores de software integrar modelos computacionales en sus aplicaciones. Las técnicas para consumir modelos computacionales se han establecido para facilitar el acceso a estos datos por parte de los desarrolladores de aplicaciones, y se han diseñado para ser compatibles con la forma en que los desarrolladores de aplicaciones trabajan (Zavala, 2020).

Dentro del esquema de trabajo más utilizado para consumir modelos computacionales está Flask, la cual es un microframework de Python que se basa en el principio de la inversión de dependencias; de acuerdo con Ghimire (2020), Flask brinda simplicidad, flexibilidad, control detallado y un aprendizaje rápido y fácil. Su objetivo es simplificar el desarrollo de aplicaciones web. Flask provee una forma de iniciar la aplicación y hace fácil el proceso de enrutamiento y manipulación de request/response (Ghimire, 2020). El autor Relan (2019) en su libro “Creación de API REST con Flask”, describe que el trabajar con Flask permite desarrollar, implementar y administrar API REST con código Python fácil de leer y comprender.

El uso de aplicaciones con minería de datos en el campo de la educación es, por supuesto, de gran importancia para resolver el problema de la deserción estudiantil. Primero, la deserción es un problema importante en muchas instituciones educativas y puede tener consecuencias significativas para los estudiantes, las instituciones y la sociedad en su conjunto; la identificación temprana de los factores que contribuyen a la deserción estudiantil puede permitir a las instituciones tomar medidas para prevenirla y de alguna manera asegurar el éxito académico de los estudiantes.

En segundo lugar, la extracción de datos puede proporcionar una comprensión más profunda y completa de los factores que influyen en la deserción de los estudiantes, lo que puede ser difícil de determinar con los métodos de investigación tradicionales. Mediante el análisis de grandes conjuntos de datos, la minería de datos puede revelar patrones y tendencias que conducen a la deserción de los estudiantes y ayudar a las instituciones a desarrollar intervenciones específicas y personalizadas para abordar estos problemas.

En tercer lugar, el uso de la minería de datos en la educación no solo puede ayudar a prevenir la deserción de los estudiantes, sino también a mejorar la experiencia educativa en general. Al analizar los datos de los estudiantes, las instituciones pueden identificar patrones de aprendizaje y adaptar la instrucción para satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes, mejorando la retención estudiantil y el rendimiento académico.

2. Materiales y Métodos

El objetivo principal del presente trabajo es desarrollar una aplicación para consumir modelo predictivo en caso de abandono de estudio aplicado en la ESPAM MFL. Para lograr esta meta, se estableció como primera actividad consumir un modelo computacional como servicio y posteriormente crear una Aplicación para mostrar los resultados obtenidos. Dentro de esta actividad, se utilizó la metodología XP (eXtreme Programming), siendo esta un enfoque ágil y flexible de desarrollo de software que se centra en la colaboración, la comunicación y la entrega continua de valor (Jiménez Builes et al., 2019). De acuerdo con la definición de la metodología y sus fases, se desarrolló el trabajo tal como se describe a continuación:

Planificación: En esta fase, se realizaron reuniones periódicas con los interesados, que incluyeron miembros del equipo de investigación y otros actores relevantes (Integrantes del proyecto de investigación titulado “Minería de datos para predecir la continuidad de estudios en la educación superior: Caso COVID-19”) con el objetivo de identificar las características principales del producto. Se trabajó en dos equipos de trabajo, donde un equipo se encargó del desarrollo del modelo predictivo, y el otro, el desarrollo de la aplicación para consumir esos datos. De acuerdo con esto, el desarrollo del presente artículo se enfoca exclusivamente a la presentación de los resultados del desarrollo de la aplicación. Las reuniones se llevaron a cabo con bastante frecuencia y se discutieron diversos temas, como los requisitos de funcionalidad, la selección de las herramientas de desarrollo y los posibles riesgos o desafíos del proyecto. Para la creación del producto, se definió el uso de herramientas como el Framework Laravel, que se eligió por su flexibilidad y escalabilidad en el desarrollo de aplicaciones web en PHP, y el framework Flask, que se seleccionó por su capacidad para crear servicios web RESTful en Python. Además, se estableció un plazo de entrega para el producto final. Se identificaron posibles riesgos y desafíos en esta fase, como la disponibilidad de datos de calidad y la integración de diferentes tecnologías.

Diseño: Se utilizó una arquitectura de tres capas, diseñada para el consumo de modelos computacionales. La capa de datos consume el modelo computacional, mientras que la capa de negocios o de servicios actúa como intermediaria entre el cliente y el modelo computacional. La capa de presentación se encarga de mostrar los resultados del modelo al usuario final.

Para asegurar una comunicación eficiente entre las diferentes capas, se definieron interfaces de programación de aplicaciones (APIs) para la transferencia de datos. El modelo computacional utilizado en el proyecto se seleccionó cuidadosamente y se integró en la arquitectura de tres capas. Además, se elaboró el diseño principal de la interfaz gráfica con su respectivo prototipo para ubicar funcionalidades estáticas y así lograr tener una visión general del producto final.

Codificación: El desarrollo del proyecto se ejecutó entre dos desarrolladores, utilizando el lenguaje de programación Python y los frameworks Laravel y Flask para la creación de los servicios. Para mantener un alto nivel de calidad en el código fuente, se puso un gran énfasis en la legibilidad del código. Se llevó a cabo una

consulta continua con otros miembros del equipo involucrados en el proyecto para obtener retroalimentación sobre la claridad y la facilidad de lectura del código, lo que ayudó a identificar y corregir cualquier problema de legibilidad.

El control de versiones del código fuente se gestionó a través de Git, utilizando una rama principal para el desarrollo y ramas secundarias para las correcciones y mejoras. Se utilizaron herramientas de automatización de pruebas, como Pytest, para garantizar la calidad del código y se implementó un proceso de revisión de código por pares para validar la calidad de los cambios antes de ser integrados a la rama principal. La colaboración entre los dos desarrolladores se gestionó mediante herramientas de comunicación en línea, como Discord y Meet. Las tareas se dividieron en pequeñas unidades de trabajo y se asignaron de acuerdo con las habilidades y experiencia de cada desarrollador. Para gestionar las dependencias entre las tareas, se utilizaron técnicas de integración continua y entregas frecuentes de software.

Para mostrar cómo se utilizó esta arquitectura mencionada anteriormente en la práctica, se desarrollaron distintos módulos, el más representativo es el de predicción de continuidad de estudios en la educación superior durante la pandemia de COVID-19. En este módulo, la capa de presentación se utilizó para mostrar los resultados del modelo al usuario final en una interfaz web interactiva. La capa de negocios o de servicios manejó las solicitudes de los clientes y procesó los datos para su consumo en el modelo computacional. La capa de datos consumió el modelo computacional y devolvió los resultados a la capa de negocios o de servicios para la comunicación de la información en la capa de presentación.

Pruebas: Se llevó a cabo una evaluación exhaustiva del servicio desarrollado, con el objetivo de verificar su correcto funcionamiento y estabilidad. Para ello el proceso de pruebas se llevó a cabo en múltiples etapas, comenzando con pruebas unitarias para cada uno de los componentes del servicio. Estas pruebas se realizaron utilizando Pytest y se enfocaron en evaluar la funcionalidad y la calidad del código. Posteriormente, se realizaron pruebas de integración para evaluar la interoperabilidad entre los diferentes componentes del servicio. Estas pruebas se realizaron utilizando Postman, que permitió simular las llamadas a los servicios y verificar que los datos se estaban transmitiendo correctamente entre los componentes.

Por último, se llevaron a cabo pruebas de aceptación con los usuarios finales del servicio, con el objetivo de validar que el servicio cumplía con los requisitos establecidos. Se recopilaron comentarios y sugerencias de los usuarios finales para mejorar la usabilidad y la experiencia del servicio.

3. Resultados y Discusión

El objetivo principal del desarrollo de la aplicación, denominada PREDICTOR, fue crear una herramienta capaz de utilizar un modelo predictivo para determinar el riesgo de abandono de estudios en dicentes universitarios. Para lograrlo, se empleó una arquitectura de tres capas específicamente diseñada para





el consumo de modelos computacionales. A diferencia de las arquitecturas de tres capas tradicionales que trabajan con una base de datos, esta arquitectura consume un modelo computacional como objeto en la capa de datos (Figura 1).

La capa de negocios (Figura 2), también conocida como capa de servicios, actúa como intermediaria entre el cliente y el modelo computacional. Aquí se implementan los servicios web que son consumidos desde diferentes plataformas, como aplicaciones web y móviles. Por otro lado, la capa de presentación (Figuras 3 a 8) se mantiene igual que en el modelo tradicional de tres capas, encargándose de la interfaz de usuario, la interacción con el usuario y la presentación de los resultados obtenidos a través del modelo computacional.

En la codificación se utilizaron diversas técnicas y buenas

```

72 @app.route('/retirados', methods=['GET'])
73 def retirados():
74     data = pd.read_csv('dataset/datasetRebuild.csv')
75     result = data.continua.value_counts().to_dict()
76     return result
77     return None
78
79 @app.route('/retiradosCarreras', methods=['GET'])
80 def retiradosCarreras():
81     data = pd.read_csv('dataset/datasetReBuild.csv')
82     result = data[data.continua==0].carrera.value_counts().to_dict()
83     return result
84     return None
85
86 @app.route('/calificaciones', methods=['GET'])
87 def calificaciones():
88     data = pd.read_csv('dataset/datasetReBuild.csv')
89     result = [{"label": "RETIRADOS", "CONTINUA": "value": [data[data.continua==0].promedio.mean()], data[data.continua=
90     return result
91     return None
92
93 @app.route('/computador', methods=['GET'])
94 def computador():
95     compu = pickle.load(open('dataset/myDictionaryCompu.pkl', 'rb'))
96     return compu
97     return None
98
99 @app.route('/electricidad', methods=['GET'])
100 def electricidad():
101     elect = pickle.load(open('dataset/myDictionaryElect.pkl', 'rb'))

```

Figura 1. Servicio implementados en Flask.

prácticas de programación, tales como la documentación del código, el uso de nombres descriptivos para variables y funciones, y la realización de pruebas unitarias. Estas prácticas garantizaron una mayor comprensión del código a largo plazo y una mejor calidad del software en general.

Además de las técnicas y buenas prácticas de programación mencionadas, se implementaron métodos para consumir los servicios creados en Flask (Figura 1). Estos métodos permitieron que la interfaz de usuario interactuara con el modelo predictivo de manera efectiva y eficiente. Los servicios web creados en Flask se diseñaron para ser altamente escalables y resistentes a fallos, lo que garantizó que la aplicación PREDICTOR pudiera manejar grandes volúmenes de datos y ofrecer resultados precisos y rápidos. En general, la combinación de estas prácticas de programación y el uso de Flask resultó en una aplicación robusta y confiable.

```

public function postSolicitud(Request $request){
    $response = Http::get('http://127.0.0.1:5000/medecin', [
        'apetito' => $_GET['apetito'],
        'ayuda' => $_GET['ayuda'],
        'computador' => $_GET['computador'],
        'mb' => $_GET['mb'],
        'trabajo_madre' => $_GET['trabajo_madre'],
        'trabajo_padre' => $_GET['trabajo_padre'],
        'síntomas' => $_GET['síntomas'],
        'triste' => $_GET['triste'],
        'virtual' => $_GET['virtual'],
        'count_actividad' => $_GET['count_actividad'],
        'count_familia' => $_GET['count_familia'],
        'count_disp' => $_GET['count_disp'],
        'electricidad' => $_GET['electricidad'],
        'alumbrado' => $_GET['alumbrado'],
        'vias' => $_GET['vias'],
        'carrera' => $_GET['carrera'],
        'promedio' => $_GET['promedio'],
    ]);

    $data=$response->json();
    return view('covid.reporte', compact('data'));
}

```

Figura 2. Código para consumir los servicios

Tras el proceso de desarrollo, se logró crear una interfaz de usuario intuitiva y fácil de utilizar, tal como se describe a continuación:

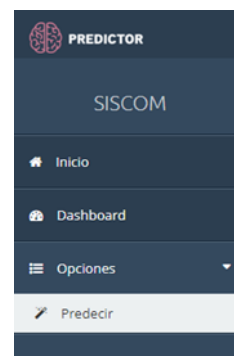


Figura 3. Barra lateral

La interfaz está dividida en tres secciones principales: Inicio, Dashboard y Opciones predecir (Figura 3). La sección de Inicio (Figura 4) es la primera pantalla que el usuario ve al acceder a la aplicación, y ofrece una breve descripción de lo que la aplicación puede hacer, en este caso muestra diferentes tablas con resultados de las predicciones del modelo, tales como alumnos retirados por carrera, total de alumno retirados, promedio de continuidad académica, etc., así como un botón de acceso a las secciones.

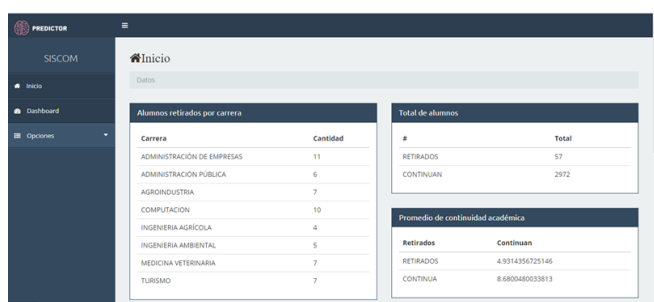


Figura 4. Sección de Inicio con las tablas de los resultados.

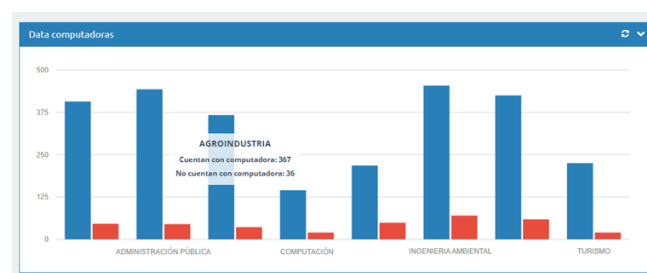


Figura 6. Sección de Dashboard con los gráficos de pastel

La sección de Dashboard (Figuras 5 y 6) es una de las principales características de la aplicación PREDICTOR, ya que es en ella donde se presenta de manera visual los resultados obtenidos por el modelo predictivo.

El objetivo de esta sección es brindar una representación gráfica de los datos para facilitar su interpretación y análisis. En la primera sección, se presenta un gráfico de pastel que indica la cantidad de alumnos que continúan con sus estudios y los que los abandonan en base a los datos obtenidos por el modelo predictivo. Esta figura (Figura 5) permite ver de manera clara la proporción de estudiantes que tienen un riesgo elevado de abandonar sus estudios. En una segunda sección, se presenta un gráfico de pastel que indica la cantidad de alumnos por Carrera que continúan con sus estudios y los que los abandonan en base a los datos obtenidos por el modelo predictivo.

También se identifica una gráfica de barras (Figura 6) que indica la relación entre el acceso a un ordenador en el hogar y el riesgo de abandono de estudios. Este gráfico permite ver si existe una relación entre esta variable y la variable objetivo de la aplicación, lo que puede ser de gran ayuda para comprender mejor el problema del abandono de estudios. Además de estos gráficos, se ofrece la posibilidad de filtrar los resultados por diferentes criterios, como carrera, semestre, entre otros, lo que permite analizar los datos de manera más detallada y obtener conclusiones más precisas.

La sección de Opciones-Predecir (Figuras 7 y 8) es donde se procede a llenar un formulario con preguntas que el modelo necesita para poder predecir y dar resultado, eso implica que se pueda agregar nuevos registros para que la aplicación siempre este actualizada con información reciente, esto con el fin de ayudar para una toma de decisión a las autoridades de la ESPAM MFL.

Figura 7. Sección de Predecir con el formulario de preguntas para poder realizar la predicción

Para el proceso de evaluación de la aplicación, se empleó Postman 7.0.9v., una plataforma popular para probar servicios web. Además, se utilizaron otras herramientas y técnicas de prueba, como pruebas unitarias y de integración, para garantizar que el servicio cumpla con los requisitos funcionales y no funcionales especificados.

Las herramientas de apoyo para la toma de decisiones sean estas de análisis predictivo (machine learning) o descubrimiento de patrones (data mining) se han vuelto muy populares en las diversas áreas de conocimiento, sin embargo, aún es mucho lo que se puede seguir logrando. Es así como el trabajo titulado "Modelo computacional de apoyo al proceso de ingreso a la educación superior cubana" (García, Galarza, & Sepúlveda, 2023), presenta la evaluación favorable de un modelo computacional, misma que fue emitida por especialistas en la actividad de ingreso de todo el país y en el desarrollo de sistemas informáticos, permitió corroborar la relevancia, pertinencia y coherencia del mismo, este modelo fue diseñado para apoyar el proceso de ingreso a la educación y permitió la creación de un sistema informático adaptable y evolutivo, capaz de ajustarse a la dinámica de cambios de los requerimientos del proceso de

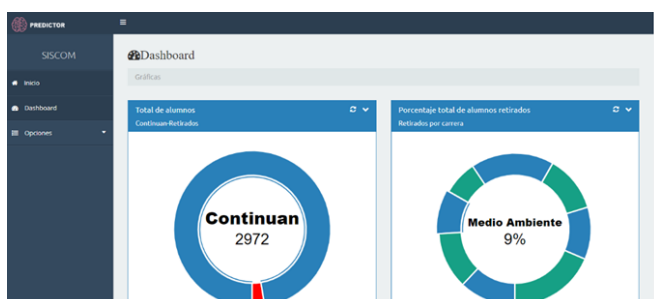


Figura 5. Sección de Dashboard con los gráficos de pastel

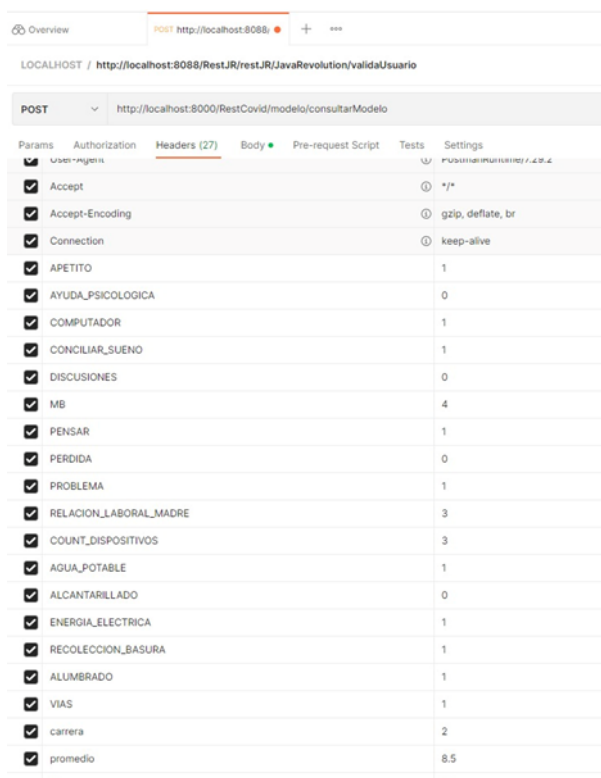


Figura 8. Cliente postman para probar APIs res

ingreso, sin embargo no se pudo identificar las herramientas de apoyo que permitieron su desarrollo. Más bien la investigación se centró en la valoración del modelo y en sustentar la integración de las dimensiones teórica (relaciones esenciales, objetivo, principios, y cualidades) y operacional (núcleos de dominio, diseño e implementación).

Existen en el mercado muchas herramientas de análisis predictivo que abarcan una serie de campos, que incluyen: E-Commerce, marketing de redes sociales, banca y seguros, cuidado de la salud, fabricación, entre otros, y así mismo, tal como lo expresa HashDork (2023) se pueden identificar herramientas gratuitas para este fin, identificando ocho principales tales como: Ciencia, Octava GNU, Mahout Apache, Weka, Scikit-Aprender, Entorno de Software R, Anaconda, Minería de Datos Naranja; donde en la mayoría de los casos se emplean comandos de Python, para lo que se requiere partir de un conocimiento básico en su aplicación. Es por ello que se estima conveniente el trabajar con interfases de aplicaciones que permitan interactuar directamente con el registro de los datos y que estos sean mostrados como

parte de un modelo computacional.

4. Conclusiones

En conclusión, se pudo consumir el modelo computacional como servicio exitosamente, esto permitió crear una aplicación para mostrar los resultados obtenidos del modelo predictivo. Es por ello, que se utilizó la metodología XP (eXtreme Programming) como enfoque ágil y flexible de desarrollo de software, enfocado en la colaboración, la comunicación y la entrega continua de valor.

El uso de herramientas de programación, tales como los frameworks de trabajo, como Laravel y Flask, se ha convertido en una práctica común en el desarrollo de aplicaciones web. Estos frameworks proporcionan un conjunto de herramientas y librerías que facilitan el desarrollo y mantenimiento de proyectos de manera eficiente.

En el caso de implementar un modelo computacional como servicio, el uso de estos frameworks es esencial. Laravel y Flask, son dos de los frameworks más populares en el desarrollo de aplicaciones web, y ofrecen una amplia variedad de funcionalidades para el desarrollo de aplicaciones. Con estas herramientas, se puede implementar un modelo computacional como servicio de forma rápida, y manteniendo un bajo presupuesto. Además, estos frameworks están diseñados para ser escalables y adaptarse a las necesidades de cualquier proyecto, lo que permite expandir el servicio en el futuro si es necesario.

Contribución de los autores

Jessica Johanna Morales Carrillo: Conceptualización, Metodología, Resumen. **Luis Cristóbal Cedeño Valarezo:** Investigación, Análisis de los resultados. **Victor Joel Pinargote Bravo:** Validación de los resultados. **Jesús Stefano Cajape Bravo:** Desarrollo de los resultados. **Jonathan Geovanny Ormaza Calderón:** Ejecución y comprobación de los resultados.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias bibliográficas

Aparicio, Q., Camilo, J., Chacón, C., & Yamile, L. (2022). Factores de deserción estudiantil School dropout factors. *Revista Matrices Tecnológicas Edición* (14).

- Bonales-Daimel, G., & Mañas-Viniegra, L. (2021). The evolution of advertising investment during a decade of economic crisis (2007-2018). The case of the automotive sector and its adaptation to the Internet. *Revista Mediterranea de Comunicacion* 12(2), 227-243
- Cedeno-Moreno, D., & Vargas, M. (2020). Aprendizaje automático aplicado al análisis de sentimientos. *I+D Tecnológico*, 16(2), 59-66. <https://doi.org/10.33412/idt.v16.2.2833>
- Díaz, E., Romero, M., Faouzi, T., & Pardo, C. (2022). Modelos predictivos de la competencia pedagógica en docentes de EMTP mediante la minería de datos educacionales. *Estudios pedagógicos*, 48(2), 179-197. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052022000200179>
- Gallegos, Juan J., Gonzalo Bach1, Luza R. Luna, Bach1, Sulla-Torres José, Gomez-Campos, Rossana and Marco Cossio-Bolaños (2020). Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on a Knowledge-Based Economy. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Engineering, Integration, and Alliances for a Sustainable Development"*, 29-31 July 2020, Buenos Aires, Argentina.
- García Ojalvo, I., Galarza López, J., & Sepúlveda, R. (2023). Modelo computacional de apoyo al proceso de ingreso a la educación superior cubana. *Revista Cubana De Educación Superior*, 41(1), 193-208
- Ghimire, D. (2020). *Comparative study on Python web frameworks: Flask and Django*. Metropolia University of Applied Sciences. Bachelor of Engineering.
- González, Johans (2021) *Algoritmos de Aprendizaje Supervisado en la Clasificación de Exoplanetas en Python*. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/5839>. Universidad Antonio Mariño. Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.
- HashDork (2023) *Las 8 mejores herramientas de análisis predictivo (código abierto)*. Consultado: 28/03/2023. <https://hashdork.com/es/best-predictive-analysis-tools-open-source/>
- Jiménez Builes, J. A., Ramírez Bedoya, D. L., & Branch Bedoya, J. W. (2019). Metodología de desarrollo de software para plataformas educativas robóticas usando ROS-XP. *Revista Politécnica*, 15(30), 55–69. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v15n30a6>.
- Relan, K. (2019) *Creación de API REST con Flask*. Apress. DOI <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5022-8>.
- Romero, S., Hernández, I., Barrera, R. y Mendoza, A. (2022). Inteligencia emocional y desempeño académico en el área de las matemáticas durante la pandemia. Universidad del Zulia.
- Spositto, O. M., Etcheverry, M. E., Ryckeboer, H. L., & Bossero, J. (2022). Aplicación de técnicas de minería de datos para la evaluación del rendimiento académico y la deserción estudiantil.
- Tepepa, A., Pérez, H., Nakano, M. (2018) Algoritmos de aprendizaje supervisado para la clasificación de géneros musicales caracterizados mediante modelos estadísticos. *Research in Computing Science* 147(5).
- Zavala Diaz, A. G. (2020). Sistema de respaldo de datos automatizado en la nube de amazon web services para evitar la posible pérdida de información en la empresa nessus Hoteles S.A. *Universidad Científica*, 1(1), 1–2.





Implementación de una solución de Inteligencia de Negocios aplicada al Suministro de Fuerza de Trabajo

Implementation of a Business Intelligence solution applied to the Supply of Workforce

Autores

✉ * Caballero Fera Daykenis

✉ Torres Torres Vladimir Alberto

Departamento de Informática, Facultad de Ciencias Sociales y Económicas, Universidad de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, Moa, Holguín, Cuba.

* Autor para correspondencia

Comó citar el artículo:

Caballero Fera, D., & Torres Torres, V.A. (2023). Implementación de una solución de Inteligencia de Negocios aplicada al Suministro de Fuerza de Trabajo. *Informática y Sistemas: Revista de Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones*, 7(2), 52-62.
<https://doi.org/10.33936/isrtic.v7i2.5626>

Enviado: 14/03/2023

Aceptado: 02/06/2023

Publicado: 03/07/2023

Resumen

El proceso de extracción de níquel en Cuba se encuentra a cargo de dos plantas procesadoras del mineral, ubicadas en la región nororiental del país. El capital humano necesario para operar estas industrias es garantizado a través del servicio de Suministro de Fuerza de trabajo, llevado a cabo por una entidad de prestación de servicios. Sin embargo el proceso presenta deficiencias que afectan los procesos de toma de decisiones en ese ámbito, de ahí la necesidad de emplear técnicas novedosas para solucionar las problemáticas identificadas. La Inteligencia de Negocio (Business Intelligence, BI), se presenta como una alternativa de solución para este contexto, pues proporciona un conjunto de tecnologías y herramientas encaminadas a transformar los datos en conocimiento para la toma de decisiones en las organizaciones. Este trabajo describe el desarrollo de una herramienta informática con técnicas de Inteligencia de Negocios que permitirá apoyar la toma de decisiones en el servicio de Suministro de Fuerza de Trabajo a las industrias del níquel cubanas. Como metodologías para la implementación de la solución propuesta se seleccionaron Hefesto y la Metodología de Desarrollo Conducido por Funcionalidades, y como principal herramienta la plataforma SpagoBI. Los resultados obtenidos con la aplicación se valoran positivamente a criterio de expertos y mediante pruebas de caja negra, pues se considera un estadio superior en la informatización de la gestión de las empresas del níquel.

Palabras clave: Inteligencia de Negocios; Suministro de Fuerza de trabajo; FDD; Hefesto.

Abstract

The nickel extraction process in Cuba is in charge of two mineral processing plants, located in the northeastern region of the country. The human capital necessary to operate these industries is guaranteed through the workforce supply service, carried out by a service provider entity. However, the process presents deficiencies that affect the decision-making processes in this area, hence the need to use innovative techniques to solve the identified problems. Business Intelligence (BI) is presented as an alternative solution for this context, since it provides a set of technologies and tools aimed at transforming data into knowledge for decision-making in organizations. This work describes the development of a computer tool with Business Intelligence techniques that will support decision-making in the Labor Force Supply service to the Cuban nickel industries. As methodologies for the implementation of the proposed solution, Hefesto and the Functionality-Driven Development Methodology were selected, and the SpagoBI platform as the main tool. The results obtained with the application are valued positively at expert criteria and through black box tests, since it is considered a higher stage in the computerization of nickel companies.

Keywords: Business Intelligence; Workforce Supply; FDD; Hefesto.



1. Introducción

La minería del níquel en Cuba ha sido una de las actividades que históricamente ha tenido un papel significativo en el sector exportable del país, pues constituye uno de los diez metales que más se consumen en el mundo. Los principales yacimientos cubanos de níquel, que se conocen, se localizan en el municipio Moa, provincia Holguín (Martín Astorga, 2018) y son explotados por dos plantas procesadoras de mineral. Con el devenir de los años, se hizo necesario desprender a esas empresas productoras de la prestación de servicios. Es por ello que alrededor de esta gran industria se crearon una serie de entidades con la misión de garantizar servicios necesarios para que las fábricas se centraran únicamente en extraer y procesar el mineral. Entre los servicios fundamentales se encuentra el Suministro de Fuerza de Trabajo (SFT). Si se tiene en cuenta que el sector del níquel en Cuba está centralizado en un grupo empresarial compuesto por 16 entidades que agrupan aproximadamente 14 000 trabajadores, se podrá comprender la alta importancia de este servicio como mecanismo que garantiza el capital humano competente para realizar las labores continuas, tanto directas como indirectas vinculadas a la producción de níquel.

El SFT es un proceso que forma parte de la Gestión de Capital Humano (GCH), actividad que en los últimos años ha evolucionado gracias a un cambio significativo en el pensamiento empresarial sobre el papel que las personas desempeñan en las organizaciones. De considerar al factor humano como un gasto o un costo se ha pasado a reconocerlo como el factor fundamental de la actividad empresarial, como un activo (Cuesta, 2010). Esta nueva visión ha elevado la importancia de la GCH a un lugar superior dentro del ámbito empresarial, llegándose a considerar la esencia de la dirección o gestión empresarial (Cuesta, 2010).

Suministrar fuerza de trabajo se ha realizado de una forma u otra, desde el surgimiento mismo de la producción social, pues siempre ha sido necesario contratar y despedir obreros, y ha tenido como ejes centrales las actividades de reclutamiento y selección de personal.

Según Chiavenato, el reclutamiento es un conjunto de técnicas y procedimientos que se proponen atraer candidatos potencialmente calificados y capaces para ocupar puestos dentro de la organización. Básicamente es un sistema de información mediante el cual la organización divulga y ofrece al mercado de RH oportunidades de empleo que pretende llenar (Chiavenato, 2011). Para Llanos es el proceso mediante el cual se captan candidatos potencialmente aptos y acordes con los perfiles de puesto para ocupar las vacantes. Es la técnica que permite suministrar a la organización los elementos humanos necesarios en momento oportuno y calidad y cantidad requerida para mantener la homeostasis interna, siendo ésta la base de la productividad y sinergia del sistema (Llanos, 2013).

Por su parte (Agreda, 2014 citado en Veintimilla & Velásquez, 2017) plantea que es un proceso mediante el cual la empresa se encarga de atraer candidatos calificados con el perfil adecuado para los puestos vacantes. Además de ser una manera de proyectar su imagen, por lo consiguiente tienen políticas establecidas para el reclutamiento, algunas prefieren medios discretos y formales, mientras que otras optan por la difusión de su imagen y su filosofía desde la publicación de anuncios.

Como se puede observar en las definiciones analizadas existen puntos coincidentes que nos llevan a concluir que el reclutamiento es una de las piedras angulares que permite a las organizaciones alcanzar el éxito empresarial, pues constituye un mecanismo que garantiza el suministro de personas con capacidades y niveles de motivación necesarios para la realización del trabajo.

Selección de personal

Chiavenato explica que la selección del personal es el proceso que se realiza para encontrar al candidato que, por sus características y competencias, se perfila como la más adecuada para desempeñarse en un determinado puesto o cargo. Este candidato, debe ser capaz, a su vez, de adaptarse satisfactoriamente a la cultura y estilo del funcionamiento de la organización de manera que pueda convertirse en un valioso aporte para ella (Chiavenato, 2011). Por su parte Hernández dice que la selección es un proceso que se hace necesario en las organizaciones toda vez que la empresa requiere identificar competencias propias del personal que ingresa en la empresa (Hernández, 2017).

De ahí que pueda concebirse a la selección de personal como un proceso que se desarrolla en una organización, a través del cual se eligen a unas personas para la realización de un trabajo. El objetivo de la selección es encontrar a los candidatos adecuados según el perfil requerido por la empresa, con el propósito de mejorar su utilidad y lograr satisfacer así los intereses de una organización. En la actualidad se trata de negociar los intereses de ambos, candidato y organización, aunque en dicha negociación la empresa mantiene una posición claramente dominante.

La política de GCH en el contexto laboral cubano está regida, fundamentalmente, por el Ministerio del Trabajo y Seguridad Social (MTSS) y como documento base para regular las relaciones jurídico-laborales se elaboró el Código de Trabajo (Ministerio de Justicia, 2014). Además existen regulaciones para las empresas que aplican el Sistema de Dirección y Gestión.

Empresarial establecidas en el Decreto Ley 252 (Consejo de Estado, 2007) y el Decreto Ley 281 (Consejo de Ministros, 2014). El país ha tenido que diseñar e implementar sus propios modelos de GCH, necesidad que está asociada a que las empresas, en aras de mejorar su gestión, han asimilado sistemas foráneos que no se corresponden con las realidades, necesidades y proyecciones del entorno cubano (Hernández et al., 2011).

La entidad de prestación de servicios que garantiza el SFT para operar las fábricas de níquel en Cuba, desde sus inicios, han tratado de introducir las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en todas sus áreas y procesos, incluidos el de GCH. Sin embargo, aún cuando ese servicio cuenta con objetivos de trabajo bien definidos en procedimientos y resoluciones sujetas a las normativas internacionales y nacionales vinculadas a la GCH antes mencionadas, el proceso presenta deficiencias que afectan su calidad. Al analizar detalladamente este servicio, mediante la aplicación de métodos científicos como teóricos, se logró identificar problemáticas en la gestión de la información que allí se genera y que tienen incidencia directa en la toma de decisiones. Entre las principales están: almacenamiento excesivo de datos y que son poco útiles; duplicidad de información; los especialistas y técnicos vinculados al servicio se concentran en obtener datos y no en su análisis oportuno; se priorizan las actividades urgentes y no planificadas, dejando en un plano secundario el análisis de información para la alta dirección; ausencia de informes sintetizados para los directivos; la entrega de informes al director del área, o a los especialistas principales no es oportuna, debido a que al confeccionarse de forma manual ocurre una pérdida de la necesaria inmediatez de la información. Todas estas deficiencias, a su vez, influyen negativamente en los procesos de toma de decisiones sobre el servicio de Suministro de Fuerza de Trabajo.

Al llevar a cabo todas estas tareas sin la implementación de herramientas informáticas adecuadas, resulta un proceso de mayor dificultad, ineficaz e ineficiente, lo cual afecta directamente la productividad de la empresa, como considera también en su investigación (Morales Lugo et al., 2020). Tomando en cuenta los elementos descritos, se realizó un estudio que permitió conocer algunas aplicaciones informáticas desarrolladas bajo tecnologías de BI, que permiten la gestión parcial o total del proceso de GCH o del talento humano.

(Zambrano Segovia, 2017) plantea la “Implementación de una solución de Inteligencia de Negocios para la Gestión del Talento Humano en la Universidad Técnica del Norte”. Por su parte (De La Cruz, 2022) propone “Procesos de gestión del talento humano aplicados por la empresa de servicio de internet Inno Fiber Cía. Ltda de la ciudad de Ibarra”, y (Cruz, 2022) describe un “Sistema de Información Gerencial basado en la Analítica de Recursos Humanos para la toma de decisiones en la Gestión del Talento Humano”. Sin embargo, se descarta la aplicación de algunos de ellos para dar solución a las problemáticas identificadas en esta investigación, porque son aplicaciones desarrolladas a la medida de las necesidades de clientes específicos, no con una percepción genérica que permita su adaptación al proceso de negocio que se estudia. Por otra parte, Cuba es muy estricto con el uso de software foráneo en áreas de la economía claves como es el sector del níquel, por ello se promueve como política el desarrollo de productos de software nacional y adaptado a nuestras condiciones específicas.

Lo anterior justifica la necesidad de desarrollar una solución de BI para este servicio del sector del níquel. La Inteligencia de Negocios ofrece una opción atractiva y adaptada a estas necesidades, pues brinda la posibilidad de gestionar datos,

basándose en procesos ETL (Extract, Transform and Load) a partir de disímiles fuentes, transformarlos en información útil, usando las fórmulas del negocio y cargándolos en una aplicación de usuario en un formato adecuado para su comprensión. A partir de las necesidades del cliente y teniendo en cuenta las características de esta tecnología el objetivo de este trabajo se centra en el desarrollo de un sistema BI como Soporte a la Toma de Decisiones para el Suministro de Fuerza de Trabajo en el sector del níquel en Cuba.

La Inteligencia de Negocios está orientada al desarrollo e implementación de tecnologías de información, que son necesarias para el monitoreo y transformación de datos en conocimiento, como afirman (López Robles et al., 2020). El objetivo básico de la Inteligencia de Negocios según (Lapiedra Alcamí et al., 2021), “se dirige a organizar, gestionar y tratar la información para poder presentarla de la forma más visual y útil posible, de forma que facilite la toma de decisiones en la empresa. Estos sistemas permiten relacionar gran cantidad de datos almacenados en las bases de datos con tal de proporcionar información clara a través de esquemas, modelos u otros documentos que faciliten al gestor tomar una decisión”.

Cuando hablamos de BI estamos refiriéndonos a una aplicación o paquete de software que es capaz de transformar los datos en información y ésta a su vez en conocimiento. Como consecuencia, se produce una mejora en la toma de decisiones empresariales. El mecanismo de trabajo básico de un sistema de BI se basa en recoger la información utilizada en toda la organización (incluyendo datos utilizados en otros componentes) y organizarla, aplicando herramientas analíticas, para ayudar a los directivos a la toma de decisiones. En la práctica, el sistema de BI suele proveer de información tanto interna como externa al manager encargado de tomar decisiones. Normalmente esta información es representada de manera muy visual e intuitiva apoyándose en indicadores clave de negocio según el contexto. De esta forma, y de un rápido vistazo, la persona encargada de tomar la decisión puede detectar las anomalías rápidamente y profundizar en los datos para tomar las acciones pertinentes (Lapiedra Alcamí et al., 2021).

Para comprender todo el proceso de desarrollo de la herramienta en las siguientes secciones que componen la estructura del documento serán descritos los principales elementos BI empleados; la aplicación de las metodologías de software seleccionada; los resultados obtenidos y para finalizar se presentan las pruebas y validaciones realizadas al sistema.

2. Materiales y Métodos

Como se pudo apreciar en el apartado anterior, BI no es software, herramienta específica o metodología, existen muchas definiciones pero todas ellas tienen en común de manera general estas características a criterio de (Novoa Torres et al., 2019): proveer accesibilidad a la información para garantizar el acceso de los usuarios a los datos, independientemente de su procedencia; apoyo en la toma de decisiones, de manera que los usuarios tengan acceso a herramientas de análisis que



les permitan seleccionar y manipular aquella que les interese, y orientación hacia el usuario final a través de instrumentos fáciles de usar y que no requieran grandes conocimientos técnicos.

2.1 Componentes y herramientas Inteligencia de Negocio

El equipo técnico que tuvo a cargo el desarrollo de la solución estuvo conformado por: 1 project manager (encargado de la organización y entrega del producto), 1 diseñador de interfaz gráfica (responsable de la visualidad del sistema) y 2 desarrolladores de software. Entre sus tareas principales estuvo revisar y analizar el compendio de elementos tecnológicos que componen la implementación de soluciones BI, proceso del cual se derivó la selección de elementos siguientes para desarrollar la solución propuesta:

Estructura de almacenamiento de datos:

Es la esencia de una solución BI, pues es la estructura que almacena y centraliza la información de interés para la organización. En este contexto existen dos tipos de implementaciones: los almacenes de datos (AD) y los mercados de datos (MD), ésta última fue la que empleamos en esta investigación, por orientarse a un tema más específico, departamental y centralizado, pues los AD tienen un alcance más global de la compañía, como sostienen (Novoa Torres et al., 2019) y (Curto, 2017).

Procesos ETL:

Los autores (Novoa Torres et al., 2019) en su trabajo mencionan que ETL es extracción, transformación y carga; el componente ETL es la sección donde se agrupan procesos que llevan a cabo tareas relacionadas con la extracción, manipulación, control, integración, limpieza de datos, carga y actualización de los datos que serán almacenados en el Mercado de datos.

Tecnología de procesamiento analítico en línea (OLAP):

La tecnología OLAP permite hacer análisis de datos en línea, lo que proporciona respuestas rápidas a consultas analíticas complejas e iterativas, utiliza representación gráfica de los datos de manera multidimensional generalmente para sistemas de ayuda para la toma de decisiones, según coinciden (Lapiedra Alcamí et al., 2017) y (Bernabeu y García, 2017).

Para implementar la aplicación que se propone, se seleccionaron herramientas de código abierto, por ubicarse en contexto con la política de nuestro país de migración y desarrollo del software libre, además de poseer características que se ajustan a las necesidades del negocio en cuestión.

Plataforma SpagoBI:

Es el único proveedor de soluciones BI integradas según resaltan (Azeroual y Theel, 2018). Todos los módulos se encuentran en una única versión de código abierto. Fue desarrollado por una

empresa italiana y existe una única versión del producto, y es 100% libre, no utiliza versiones profesionales o empresariales. Esta característica de puro código abierto y el conjunto de funcionalidades de BI ofrecidas, incidieron significativamente en el proceso de selección de la suite a emplear, respecto a otras plataformas

analizadas como Pentaho y JasperSof, que poseen una licencia doble para sus productos, la versión empresarial y la versión libre. La arquitectura de esta herramienta está compuesta por cinco módulos básicos que se resumen a continuación (SpagoBI Competency Center, 2012):

- SpagoBI Server: servidor de BI que ofrece todas las funcionalidades básicas y analíticas.
 - SpagoBI Meta: ambiente que se focaliza en los metadatos. Este maneja tanto los metadatos del negocio, permitiendo a los usuarios validar los datos en evaluación, así como los metadatos técnicos, que permiten al administrador saber de dónde vienen los datos, para generar documentación automática o realizar análisis de impacto.
 - SpagoBI Studio: entorno de desarrollo integrado basado en Eclipse. Permite al desarrollador, diseñar y modificar todos los documentos. Apoya a los usuarios en el desarrollo de los documentos y en su despliegue y pruebas directas dentro de SpagoBI Server.
 - SpagoBI Applications: para recopilar los modelos analíticos verticales desarrollados utilizando SpagoBI.
 - SpagoBI SDK: herramienta específica usada para la integración de los servicios suministrados por el servidor. Esta es usada por SpagoBI Studio para descargar/cargar documentos analíticos desde/hacia el servidor. Está dirigida tanto a la integración de documentos, gracias a un amplio rango de servicios disponibles a través de servicios web, y la publicación de documentos de SpagoBI en un portal externo.
- Entre las principales funcionalidades de SpagoBI pueden citarse (SpagoBI Competency Center, 2012):
- Permite producir reportes usando vistas analíticas de los datos (listas, tablas, gráficos).
 - Soporta el análisis multidimensional por medio de motores OLAP.
 - Ofrece una poderosa visualización de datos gráficos, para construir cuadros de mando en tiempo real y tableros de control y para manejar modelos jerárquicos de KPI (indicadores de desempeño).
 - Permite análisis avanzado de datos, gracias a los procesos de Minería de Datos, dirigidos a identificar patrones ocultos de información dentro de grandes volúmenes de datos

utilizando los motores Weka y R.

- Cuenta con el motor QbE el que permite definir consultas por medio de operaciones arrastre y suelte.
- Ofrece motores geográficos para realizar conexiones en tiempo de ejecución entre datos geográficos y de negocios.
- Ofrece un componente que permite cargar datos al AD y administrarlos es el motor Talend, el cual integra el sistema de ETL de código abierto Talend Open Studio.

Firebird:

Es la versión open source del sistema de gestión de base de datos Interbase de la empresa Borland/Inprise (www.firebird.org); es un gestor que provee al usuario una amplia funcionalidad, a través: funciones, dominios, tablas, vistas, índices, generadores, excepciones, triggers, selección y ejecución de procedimientos almacenados, eventos (Cherencio et al., 2018), con gran facilidad de instalación y de transporte de la base de datos (Guerrero Valencia, y Pacheco Vargas, 2017). Por sus excelentes prestaciones se han realizado varios estudios de comparación de rendimiento con Postgresql y MySQL encontrándose entre los más recientes los de (Bernabeu Bravo, 2019) y (Filipović et al., 2020).

2.2 Metodologías empleadas

Para construir soluciones BI, existen disímiles metodologías que van a diferir en algunos aspectos significativos del ciclo de vida clásico de desarrollo de los sistemas operacionales, es por ello que para llevar a cabo esta investigación de las propuestas existen estudiadas específicamente para la Inteligencia de Negocio, se empleó una combinación híbrida entre una metodología ágil: Metodología de Desarrollo Conducido por Funcionalidades (FDD-Feature Development Driven) y una propuesta metodológica específica para el diseño de AD: HEFESTO. Ambas se describen a continuación.

2.2.1 Metodología de Desarrollo Conducido por Funcionalidades

Como metodología de desarrollo del software fue seleccionada, entre las propuestas existentes, la FDD por ser un enfoque ágil para el desarrollo de sistemas que, aunque no cubre todo el ciclo de vida del software (solo se ocupa del diseño y la construcción del mismo), está pensado para proyectos con tiempo de desarrollo relativamente pequeño y se basa en un proceso iterativo con iteraciones cortas que producen un software funcional que el cliente y la empresa pueden ver y monitorear (Abrahamsson et al., 2017). El ciclo de vida de FDD consta de cinco fases que se resumen de la siguiente manera (Fernández et al., 2019), (Misobi Budoya et al., 2019):

1. Desarrollo de un modelo general: al comienzo del desarrollo los expertos del dominio y los desarrolladores construyen el modelo global del sistema.
2. Construcción de la lista de funcionalidades: se elabora una lista de funcionalidades que resuma la funcionalidad general

del sistema. El equipo las agrupa, las prioriza y las pondera. Se divide la lista en subconjuntos según la afinidad y la dependencia de las funcionalidades.

3. Planificar las funcionalidades: se elabora un cronograma de diseño y construcción de los conjuntos de funcionalidades conforme a su prioridad y dependencia y se asigna a los programadores.

4. Diseño de funcionalidades: se selecciona un conjunto de funcionalidades de la lista para su implementación.

5. Implementación de funcionalidades: se procede a la implementación total del proyecto mediante un proceso iterativo que incluye inspección de diseño, codificación, pruebas unitarias, integración e inspección de código.

El proceso de licitación de los requisitos del sistema fue llevado a cabo mediante la aplicación de técnicas como la entrevista con los clientes; el estudio de la documentación asociada al negocio; la observación in situ de la realización del proceso; así como talleres de trabajo entre el equipo desarrollador y el cliente.

La identificación de esos requerimientos facilitó la realización de una descripción de alto nivel de detalle del alcance del sistema y su contexto, que a su vez permitió identificar los elementos del negocio, los conceptos descriptivos de sus propiedades, y las relaciones entre ellos, para en base a estos elementos representar el dominio; dando cumplimiento así a la primera fase de la Metodología FDD.

Como criterio de salida de esta fase se obtuvo un diagrama de clases que representa el modelo de dominio. La técnica empleada para el desarrollo de este modelo general, fue la sugerida por (Coad y otros, 1999) denominada el Modelado en color de UML, donde los autores aconsejan el uso de cuatro arquetipos con diferentes colores para dividir las categorías de las clases (Oliveira, 2020). En ella fueron establecidos cuatro colores: rosa, amarillo, verde y azul, semejantes las notas autoadhesivas (post-its), que comúnmente utilizan los analistas para organizar informaciones o ideas en las etapas iniciales de un proyecto de software. El amarillo representa los roles (una persona u organización); el rosa: significa un intervalo de tiempo asociado a un proceso; el azul simboliza la descripción tipo catálogo; y el verde se emplea para identificar una persona, lugar o cosa (Oliveira, 2020).

En la segunda fase se descompuso el dominio, a partir del modelo creado anteriormente en un conjunto de funcionalidades. Una funcionalidad es definida como un requisito de información del cliente. Como formato para su descripción se adoptó el siguiente: <acción><resultado><objeto>, empleado por autores como (Misobi Budoya et al., 2019). La lista de funcionalidades se diseñó empleando la simbología siguiente (F) +(número) – (descripción) donde:

1. F: simboliza un identificador único asignado a cada requisito del cliente. Se escogió como simbología la F en representación del término funcionalidad.
2. Número: representa un número consecutivo asignado a cada funcionalidad del sistema.





3. Descripción: oración pequeña que describe la necesidad del cliente, y que lo diferencia de los demás requerimientos para evitar ambigüedades.

2.2.2 HEFESTO

HEFESTO es una metodología, que según señala su creador (Bernabeu y García, 2017), está fundamentada en una amplia investigación, comparación de propuestas metodológicas existentes y experiencias en procesos de confección de AD. Sus fases pueden sintetizarse de la siguiente manera: recolección de las necesidades de información de los usuarios y obtención de las preguntas claves del negocio; identificación de los indicadores y las perspectivas de análisis; construcción del modelo conceptual de datos del AD; análisis de los OLTP para determinar las correspondencias con los datos fuentes y para seleccionar los campos de estudio de cada perspectiva, construcción del modelo lógico del depósito; confección de las tablas de dimensiones y las tablas de hechos; realización de procesos ETL; carga inicial del AD y su respectiva actualización.

Como elementos significativos de la aplicación de las metodologías e implementación de la solución se puede mencionar:

Como criterio de salida de la primera fase de FDD se obtuvo un diagrama de clases que representa el modelo de dominio. Se elaboró una lista compuesta por 45 funcionalidades, estas fueron agrupadas y priorizadas para diseñar los conjuntos ampliados de funcionalidades, según plantea la metodología FDD.

La aplicación de la metodología HEFESTO tuvo como primera tarea la fase Análisis de Requerimientos, la identificación de las preguntas del negocio, en el caso analizado las preguntas son equivalentes a la lista de funcionalidades resultante de la aplicación FDD. Una vez identificadas las preguntas de negocios se procedió a su análisis y descomposición para definir los indicadores y las perspectivas de análisis. Los indicadores son en general, valores numéricos y representan lo que se desea analizar concretamente. En cambio, las perspectivas se refieren a los objetos mediante los cuales se quiere examinar los indicadores, con el fin de responder a las preguntas planteadas.

Además de esta identificación, en este período se establece el estudio de las fuentes OLTP, por lo cual fueron revisadas y analizadas las herramientas existentes en la empresa para gestionar el servicio de Suministro de Fuerza de Trabajo: hojas de cálculo electrónicas Excel y la base de datos del sistema transaccional Empleo. A partir de ellos se determinó cómo calcular los indicadores para establecer las respectivas correspondencias con las fuentes de datos. En esta etapa se confeccionó además el modelo lógico del MD (en la Figura 1 se muestra las tablas de hechos y las tablas de dimensiones

que conforman el Cubo Registro de Altas) y se escogió como esquema de modelado: el esquema constelación pues contribuye a la reutilización de las tablas de dimensiones. Una vez escogido el esquema, se diseñaron las tablas de dimensiones, las tablas de hechos y se establecieron sus respectivas relaciones.

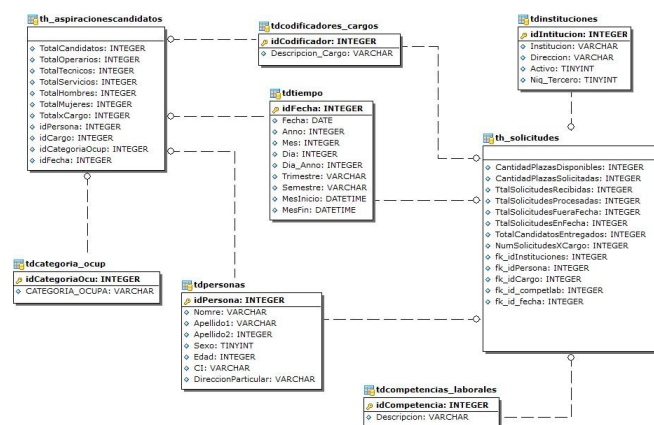


Figura 1. Modelo físico del Cubo Registro de Altas

Una vez construido el modelo lógico, se procedió a la integración de los datos como fase final de la metodología HEFESTO. Para ello se realizaron los procesos ETL para la extracción, manipulación, integración, depuración de datos, carga y actualización del MD. La implementación de estos procesos se realizó con la herramienta Talend Open Studio, una aplicación diseñada para la ejecución de los procesos ETL. Los principales componentes empleados en estos procesos fueron: componentes de lectura y escritura de archivos Excel, lectura y escritura en bases de datos Firebird, componentes para reemplazar valores, filtros, así como componentes para realizar uniones entre los diferentes flujos de datos en una única fuente. Luego de concluido el diseño y la implementación del MD se crearon los cubos OLAP. Como parte de este proceso, se desarrollaron los conjuntos de datos y los modelos de negocio (BM- Business Model) que sustentarán la confección de los documentos analíticos y su posterior despliegue en el servidor SpagoBI.

El modelo de negocio es una capa semántica construida sobre los datos en términos de elementos de negocio. Consiste en clases de negocio, que pueden tener atributos, así como relaciones con otras clases. Esto permite modelar y acceder a los datos desde el punto de vista del usuario final, en lugar de la percepción del gestor de base de datos. La definición de un BM no es crear una

nueva estructura de datos, sino realizar un mapeo entre modelo de negocio y el modelo físico, lo que ofrece a los administradores y usuarios de negocios una vista personalizada y transparente de los datos de su interés, sin afectar la estructura física o interna de la base de datos. El modelo físico se genera eligiendo algunas (o todas) las tablas del MD y se define las columnas pertenecientes a cada tabla, el tipo de datos y las restricciones presentes en una columna, así como las claves (primarias y externas) y sus relaciones, si las hay. Un aspecto importante de la definición de un BM se refiere a la definición de relaciones. Las relaciones básicamente establecen conexiones entre diferentes clases de negocio, o algunos de sus atributos. Estas conexiones representan criterios de unión entre los datos que se aplican automáticamente cada vez que se ejecuta una consulta en el BM, sin necesidad de especificarlas cada vez. El tipo más simple de relación entre clases corresponde a la definición de una clave externa entre las tablas correspondientes en el MD. En la Figura 2 se puede observar uno de los modelos de negocio desarrollados para el sistema:

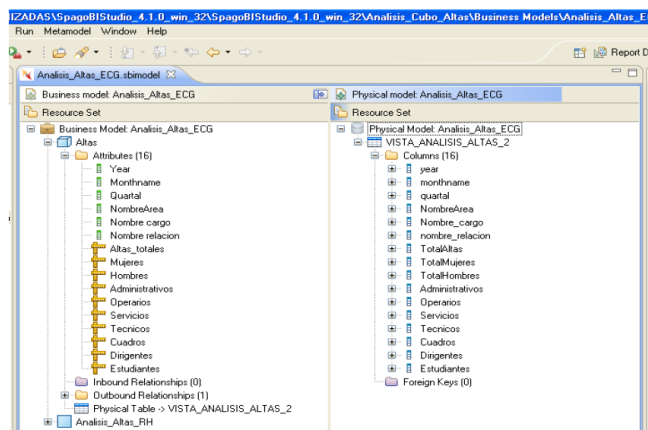


Figura 2. Desarrollo de modelo de negocio en SpagoBI Meta

Los artefactos resultantes de esta etapa fueron tres cubos multidimensionales que son: Aspiraciones_Candidatos, Historial_Laboral y Solicitudes. Estos cubos tienen en común algunas dimensiones (Dimensión Tiempo, Dimensión Categoría Ocupacional, Dimensión Personas). Las dimensiones compartidas no pertenecen a uno cubo multidimensional en particular, sino que son creadas dentro de un esquema y pueden ser utilizadas por algunos o todos los cubos pertenecientes a este, lo que permite reducir el tiempo de ejecución de las consultas. Además de los cubos OLAP, fueron creados varios conjuntos de datos, con el propósito de construir capas semánticas sobre el MD, de esta forma se provee a cada uno de los usuarios la posibilidad de modelar y acceder a los datos desde su perspectiva.

3. Resultados y Discusión

Los principales resultados que se obtienen con el desarrollo de esta investigación están asociados a la obtención de un Sistema de Inteligencia de Negocios como soporte a la toma de decisiones para el Suministro de Fuerza de Trabajo para el sector del níquel en Cuba. Este sistema tiene como características principales las siguientes:

Años	Medidas	Todos_Solicitudes
+ 2015	% Satisf_cliente	56,31
	Solicids Procesadas	412
+ 2016	% Satisf_cliente	61,04
	Solicids Procesadas	325
+ 2017	% Satisf_cliente	62,08
	Solicids Procesadas	568
+ 2018	% Satisf_cliente	52,99
	Solicids Procesadas	289
+ 2019	% Satisf_cliente	45,04
	Solicids Procesadas	650
+ 2020	% Satisf_cliente	60,31
	Solicids Procesadas	203

Slicer:

Figura 3. Documento analítico desarrollado

- El sistema se sustenta en una arquitectura cliente-servidor, que permite la recuperación, evaluación y presentación de la información al usuario de forma dinámica.
- La aplicación desarrollada se clasifica como un Sistema de Información para Ejecutivos, lo que garantiza la extracción de información de los sistemas transaccionales disponibles para la gestión de Suministro de Fuerza de Trabajo y su posterior transformación en conocimiento.
- Posee una interfaz de usuario sencilla, con colores frescos y amigables.
- La seguridad de los datos fue definida una serie de roles y usuarios, cada uno tiene especificados los niveles de acceso y visibilidad de la información
- La navegación por cada una de las perspectivas de análisis, en la que el usuario pudiera aumentar o disminuir el nivel de detalle de la información en dependencia de las necesidades de información que precise.
- Implementación de reportes automatizados. Estos pueden ser creados por los usuarios finales, por ejemplo en informes de hojas múltiples, mediante la definición de tablas simples, tablas cruzadas y distintos tipos de diagramas en el diseño del documento.
- Exportación de documentos es otra de las ventajas del sistema, lo que permite que todos los documentos analíticos desarrollados puedan exportarse a varios formatos (HTML, PDF, XLS, XML, TXT, CSV, RTF) en dependencia del tipo de documento creado (documentos, reportes, gráficos).
- Generación de gráficos, como una de las opciones importantes para los directivos en la toma de decisiones (ver Figura 4), pues la información se encuentra resumida y estructurada para una fácil y rápida comprensión.

Una vez desarrollado el sistema se realizaron pruebas al mismo con el objetivo de evaluar su calidad. Los tipos de pruebas efectuadas fueron: pruebas de aceptación y pruebas de integración. Las primeras se implementaron a través de la valoración del criterio de expertos, para ello se empleó el método Delphi, el cual se caracteriza según (Martínez Acosta

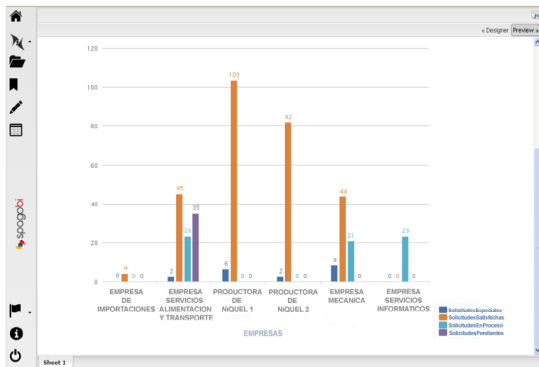


Figura 4. Gráfico creado ad-hoc en el sistema

et al., 2019) por la secuencia que establece para validar el diseño de instrumentos, basado en un proceso estructurado para coleccionar y sintetizar el conocimiento de un grupo de expertos por medio de cuestionarios acompañados por comentarios de opinión controlada, consultas iterativas y anónimas.

Como primer paso de la aplicación del método se determinó el número de expertos a participar en el proyecto, aplicando para ello funciones matemáticas que arrojaron como resultado un total de 13 candidatos. Posteriormente se aplicó un instrumento para determinar el coeficiente de competencia de esos expertos, y cuyo procesamiento estadístico arrojó nueve expertos, por poseer un coeficiente de competencia alto. A los nueve expertos seleccionados se les aplicó una encuesta en la que tenían que evaluar una serie de indicadores dándole a cada uno una puntuación entre uno y cinco puntos.

El cuestionario elaborado estuvo compuesto por siete preguntas previamente analizadas y conformadas, claras y sencillas en su comprensión, estrechamente relacionadas con las funcionalidades representadas en la Tabla 1.

Para validar la encuesta se empleó el método de consistencia interna basado en el Alfa de Cronbach, descrito y empleado también en el trabajo de (Zambrano Segovia, 2017). Este permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de ítems que se espera que midan la misma dimensión teórica. La validez de un instrumento se refiere al grado en que el mismo mide aquello que pretende medir. Haciendo uso del software SPSS, se obtuvo un coeficiente $\alpha = 8.1$, lo que clasifica la fiabilidad de la encuesta como buena.

Como se puede observar en la Tabla 1, los aspectos evaluados por los expertos recibieron en su mayoría una valoración entre cuatro y cinco puntos, considerándose una evaluación alta. Las valoraciones generales del sistema emitidas por los encuestados fueron favorables y las recomendaciones realizadas fueron tomadas en cuenta para perfeccionar el sistema en futuras versiones.

Las pruebas de integración se implementaron mediante la técnica de pruebas de caja negra. En ellas se pretende examinar el programa en busca de que cuente con las funcionalidades que debe tener y como lleva a cabo las mismas, analizando siempre los resultados que devuelve y probando todas las entradas en sus valores válidos e inválidos (Cardona et al., 2020). Para comprobar el funcionamiento del sistema desarrollado se configuraron documentos analíticos ad hoc mediante la definición de tablas simples y tablas cruzadas, así como diagramas en el diseño del documento. Mediante estas pruebas se pudo comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación, el cual ofreció en los reportes de salida el nivel de detalle esperado para las medidas analizadas multidimensionalmente.

Las pruebas realizadas al sistema informático permiten afirmar que va a permitir apoyar la toma de decisiones sobre el servicios de Suministro de Fuerza de Trabajo en la industria del níquel en Cuba, mediante el empleo de técnicas de BI a partir de los beneficios que trae asociado destacando entre ellos que el software brinda la posibilidad de poner en manos de los directivos informes sintetizados con inmediatez, en los que se recogen datos de valor para la toma de decisiones. La aplicación implementada humaniza el trabajo de los especialistas y técnicos, pues cuentan con una herramienta simple y de fácil comprensión, preparada para el análisis de la información, lo que garantiza que el trabajo sea más cómodo y menos agotador.

4. Conclusiones

Con el desarrollo de la aplicación propuesta quedó cumplido el objetivo general planteado en la presente investigación. El resultado principal alcanzado fue el desarrollo e implementación de una solución de BI que permite, a través de una arquitectura distribuida en la web, facilitar el proceso de toma de decisiones referente al servicio de Suministro de Fuerza de Trabajo en la industria del níquel. A través del estudio realizado y los resultados obtenidos se pudo comprobar que la Inteligencia de Negocios

Tabla 1. Resultados de la valoración de funcionalidades por expertos.
Fuente: Los autores

Funcionalidad	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	Promedio
Diseño de interfaz de usuario	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4
Facilidad de uso	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5
Personalización del sistema	5	5	4	4	5	5	4	5	3	4
Apoyo a la toma de decisiones	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5
Gráficos	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5
Reportes	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4
Exportación documentos	5	5	5	5	5	4	5	3	5	5

aporta importantes herramientas para apoyar los procesos de toma de decisiones a través de diferentes tipos de sistemas de información. Se diagnosticó la situación actual en el servicio de Suministro de Fuerza de trabajo en el sector níquelífero cubano, comprobándose la existencia de problemas que afectan este proceso, así como la información que sustenta la toma de decisiones de los directivos del área. El uso de la herramienta computacional elaborada posibilita almacenar la información histórica del servicio de reclutamiento y selección de personal, así como graficar los valores de diferentes indicadores y realizar análisis de los mismos que antes resultaba muy engorroso hacerlos, facilitando así el apoyo de toma de decisiones en este contexto. A través de los resultados arrojados por la aplicación del criterio de expertos quedó demostrado que existe una valoración externa positiva del producto informático obtenido. Las pruebas de caja negra demostraron el correcto funcionamiento del sistema. Esta experiencia de aplicación del BI en la industria cubana del níquel constituye un estadio superior en la informatización de la gestión de las empresas del sector.

Contribución de los autores

Daykenis Caballero Fera: Conceptualización, Metodología, Software, Análisis formal, Redacción – revisión y edición del artículo. **Vladimir Alberto Torres Torres:** Visualización, Investigación, Supervisión, Software.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias bibliográficas

- Abrahamsson, P., Salo, O., Ronkainen, J., & Warsta, J. (2017). *Agile Software Development Methods: Review and Analysis*. (CoRR., Ed.) Available at URL: <http://arxiv.org/abs/1709.08439> Retrieved: 23.09.2021
- Agreda, S. (2014). Nuevos retos en el reclutamiento y selección de personal. *Boletín Informativo CEI*, 74.
- Azeroual, O., & Theel, H. (2018). The Effects of Using Business Intelligence Systems on an Excellence Management and Decision-Making Process by Start-Up Companies: A Case Study. *International Journal of Management Science and Business Administration*, vol. 4(issue 3), pp. 30-40. <https://doi.org/10.18775/ijmsba.1849-5664-5419.2014.43.1004>
- Bernabeu Bravo, L. (2019). *Desarrollo y puesta en marcha de un software empresarial de gestión en una PYME* Tesis de Grado de Ingeniería Informática. Universitat Politècnica de València.
- Bernabeu, R. D., & García, M. (2017). *Hefestos Data Warehousing: Guía completa de aplicación teórico-práctica, Versión 3.0* Available at URL: <http://troyanx.com/Hefesto> Retrieved: 30.10.2021
- Cardona, J. P., Leal, J. J., & Ustariz, J. E. (2020). Modelado matemático de caja blanca y negra en educación en ingeniería. *Formación Universitaria*, 13(6), 105-118
- Coad, P., Luca, J.D. and Lefebvre, E. (1999) *Java Modeling Color with Uml: Enterprise Components and Process with Cdrom*. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River.

- Consejo de Estado (2007). Decreto-Ley No. 252 sobre la continuidad y el fortalecimiento del sistema de dirección y gestión empresarial cubano. Gaceta Oficial de Cuba.
- Consejo de Ministros (2014). Decreto Ley 281 “Anotado y concordado”. Reglamento sobre las principales normas de actuación y procedimientos técnicos del Sistema de Dirección y Gestión. Gaceta Oficial de Cuba.
- Cuesta, A. (2010). *Tecnología de gestión de recursos humanos* (Tercera edición corregida y ampliada) La Habana, Ed. Félix Varela y Academia.
- Curto, J. (2017). *Introducción al Business Intelligence* (E. UOC, Ed. 2da ed.)
- Cruz, W. (2022). Sistema de Información Gerencial basado en la Analítica de Recursos Humanos para la toma de decisiones en la Gestión del Talento Humano. *Fronteras en Ciencias de la Administración*.
- Chiavenato, I. (2011). *Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones*. (9ª ed.). México: McGrawHill.
- De La Cruz, J. S. (2022). *Procesos de gestión del talento humano aplicados por la empresa de servicio de internet INNO FIBER CÍA. Ltda de la ciudad de Ibarra*. Trabajo de grado previo a la obtención del título de Licenciatura en administración de empresas. Ibarra – Ecuador
- Diego de Oliveira, R. (2020). Análise do uso da cor no Diagrama de Classes da Linguagem Unificada de Modelagem (UML). *Revista Brasileira de Design da Informação*, 17 (1), 116 – 130.
- Cherencio, G. R., Perello, M. G., & Romero, J. C. (2018). Replicación de Bases de Datos en Modalidad “maestro-esclavo”, caso de estudio: Firebird SQL Server. *XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, Tandil 8 al 12 octubre, pp.462-470.
- Fernández, N., Reyes, C., Ramirez, J., & Sarmiento, N. (2019). Desarrollo ágil y reutilización de Software Libre. 48 *Símpoio de Informática en el Estado*, Salta-Argentina, 16 al 20 de Septiembre, p. 73-80.
- Filipović, D., Sokač, D., & Picek, R. (2020). Bidirectional Database Synchronization to the Cloud Computing Platform. *The 3er International Conference on Information Science and System (ICISS)*, Cambridge-United Kingdom, March 19–22.
- Guerrero Valencia, L. A., & Pacheco Vargas, R. R. (2017). *Impacto e Influencia de las Bases de Datos Open Source y la diferencia en su elección*. Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Inca. ICA-PERÚ.
- Hernández, I.; Fleitas, S. & D. Salazar (2011) “Particularidades de la gestión del capital humano en empresas cubanas” en *Revista Avanzada Científica*, 14(1).
- Hernández, S. (2017). Obtenido de La Selección de Personal, algunas consideraciones frente a sus prácticas. : <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=165024299007>
- Lapiedra Alcamí, R., Forés Julián, B., Puig Denia, A., & Martínez Cháfer, L. (2021). *Introducción a la gestión de sistemas de información en las empresas* (Publicacions de la Universitat Jaume I) . 1025 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia178>
- López Robles, J. R., Otegi Olaso, J. R., Porto Gómez, I., Gamboa-Rosales, H., Gamboa-Rosales, N. K. (2020). La relación entre Inteligencia de Negocio e Inteligencia Competitiva: Un análisis retrospectivo y bibliométrico de la literatura de 1959 a 2017. *Revista Española de Documentación Científica*, 43(1).
- Llanos, J. (2013). *Integración de Recursos Humanos* (2ª ed.). México: Trillas.
- Martín Astorga, E. (2018). *Recursos naturales no Renovables y Desarrollo Sostenible: el caso de la industria niquelífera cubana*. Universidad de la Habana. La Habana.
- Martínez Acosta, M. T., Sánchez Luján, B. I., & Camacho Ríos, A. (2019). Método Delphi: validar un instrumento para la medición de características de un libro de texto de probabilidad y estadística. *Revista de Educación Técnica*, 3(7), 8-18.
- Misobi Budoya, C., Kissake, M. M., & Mtebe, J. S. (2019). Instructional design enabled Agile Method using ADDIE Model and Feature Driven Development method. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 15(1), 35-54.
- Morales Lugo, H. A., Figueroa Millán, P. E., Farías Mendoza, N., & Chávez Valdez, R. E. (2020). Sistema de inteligencia de negocios para soporte de decisiones en la comercialización de plantas ornamentales. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 9(3), 17-45, <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2020.v9n3e35>
- Novoa Torres, N., Bermúdez Huérfano, D. R., & Zamora-Carrillo, H. (2019). Nociones, consideraciones y ventajas de la inteligencia de negocios BI. *Revista Vínculos: Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 16(2), 280-287, <https://doi.org/10.14483/2322939X>
- SpagoBI Competency Center. (2012). *Business Intelligence with SpagoBI [online]* (S. C. C. Engineering, Ed.) Available at URL: http://www.spagoworld.org/spw-resources/SpagoBI-book/SpagoBIBook_sample.pdf Retrieved: 21.08.2020
- Veintimilla, J. E. & Velásquez, P.A. (2017) Modelos de



Reclutamiento y Selección De Personal Para El Área
Comercial De Instituciones Financieras. *Boletín Virtual*.
6(3)

Zambrano Segovia, E.A (2017). *Implementación de una solución
de inteligencia de negocios para la gestión del Talento
Humano en la Universidad Técnica del Norte*. Trabajo de
investigación previo a la obtención del Título de Magister
en Ingeniería de Software. Trabajo de investigación
previo a la obtención del Título de Magister en Ingeniería
de Software. Ibarra – Ecuador.



Evaluación del Rendimiento de una red IPv6 utilizando IPsec en Modo Túnel

Evaluation of the Performance of an IPv6 network using IPsec in Tunneling Mode

Autores

✉ ¹* Yumber Alejandro Ponce Loo



✉ ² Jorge Sergio Herrera Tapia



¹Instituto de Posgrado, Universidad
Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

²Dirección de Postgrado, Universidad
Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta,
Ecuador.

* Autor para correspondencia

Resumen

El espacio de direcciones IPv4 está a punto de llegar a su límite y podría colapsar, para corregir este evento muchos proponen que las redes existentes deberán realizar la migración definitiva a IPv6, tomando como referencia que este protocolo permitirá un mayor espacio de direcciones IP, brindando nuevas oportunidades y corrigiendo los problemas existentes en el protocolo de la versión anterior. Sin embargo, debido al aumento de la sobrecarga en IPv6 y su interacción con routers de borde y sistemas operativos que alojan este protocolo de comunicación, se pueden ocasionar evidentemente problemas de rendimiento en la red. El presente artículo se basa en una investigación cuantitativa utilizando un método que permite analizar el rendimiento de redes basadas en IPv6 con IPsec haciendo uso de la simulación con GNS3, con dicha herramienta compara resultados con tres escenarios típicos de implementación en relación a la topología original del presente trabajo, su evaluación determina la diferencia de rendimiento entre escenarios cuando se genera tráfico de una red a otra y se obtiene de entre ellos el un escenario con mejor estabilidad y rendimiento utilizando una metodología experimental, con lo que logramos constatar que su escenario homólogo con utilización de túneles en más óptimo en relación al propuesto en esta investigación, tomando en consideración que las métricas analizadas son ancho de banda, latencia y jitter.

Palabras clave: IPv6; IPsec; ancho de banda; latencia; jitter.

Comó citar el artículo:

Ponce Loo, Y. A. & Herrera Tapia, J. S. (2023). Evaluación del Rendimiento de una red IPv6 utilizando IPsec en Modo Túnel. *Informática y Sistemas: Revista de Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones*, 7(2), 63-70.
<https://doi.org/10.33936/isrtic.v7i2.5710>

Abstract

IPv4 address space is about to reach its limit and could collapse. To correct this event, many propose that existing networks should make the definitive migration to IPv6, taking as a reference that this protocol will allow a larger IP address space, providing new opportunities and correcting the existing problems in the protocol of the previous version. However, due to the increased overhead in IPv6 and its interaction with edge routers and operating systems that host this communication protocol, network performance problems can obviously occur. This article is based on a quantitative research using a method that allows analyzing the performance of networks based on IPv6 with IPsec using simulation with GNS3, with this tool compares results with three typical scenarios of implementation in relation to the original topology of this work, Its evaluation determines the difference in performance between scenarios when traffic is generated from one network to another and a scenario with better stability and performance is obtained from among them using an experimental methodology, with which we will be able to verify that its counterpart scenario with the use of tunnels is more optimal in relation to the one proposed in this research, taking into consideration that the metrics analyzed are bandwidth, latency and jitter.

Keywords: IPv6; IPsec; bandwidth; latency; Jitter.

Enviado: 23/04/2023
Aceptado: 28/06/2023
Publicado: 03/10/2023





1. Introducción

El protocolo de Internet fue diseñado sin módulo de seguridad, el mismo que hace evidente que para la comunicación en entornos hostiles los ataques son recurrentes (Shah & Parvez, 2015), en la actualidad hay la necesidad de que se exija como principal requisito en la implementación de una infraestructura lógica de red, el cifrado y la protección de datos con el objetivo de lograr la integridad, confidencialidad y autenticidad de estos (Hogg & Vyncke, 2009). El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal la búsqueda de un método óptimo para analizar y evaluar el rendimiento del protocolo de Internet versión 6 (IPv6) específicamente sobre protocolo de Internet-Seguro (IPSec) en modo túnel, todo esto implementado con una red informática virtual de referencia, dicha infraestructura virtual se la implementará con el uso de VMware, cabe mencionar que esta herramienta tiene muchas opciones de configuración de red permitiendo así implementar una amplia variedad de arquitecturas de red. Básicamente, la virtualización proporciona un entorno en el que se pueden ejecutar varias máquinas virtuales en una sola máquina física, y cada máquina virtual comparte los recursos de esa computadora física en varios entornos (Golden, 2011).

Para cumplir con el objetivo de la presente investigación se creó una topología con dos redes locales, denominada matriz y sucursal respectivamente, esta topología se configuró con cuatro escenarios diferentes IPv6 puro, Pila Doble, IPv6 sobre IPv4 y el modo de túnel IPSec para comunicarse, este último forma una conexión privada entre los dos enrutadores de borde que se encuentran en cada lado de esta comunicación. De forma predeterminada, todos los routers que admiten el protocolo IPv6 también deben ser compatibles con IPSec, como también en el Protocolo de Internet versión 4 (IPv4) pero considerando que este soporte es opcional (Thiruvassagam & George, 2019).

2. Estado del Arte

Para lograr con éxito la presente investigación se consideró la revisión bibliográfica de Trabajos relacionados, los mismo que pudieron notar una amplia demostración de diferencias en lo referente a rendimiento medibles entre las redes IPv4 e IPv6, especialmente cuando se consideran tamaños de paquetes más pequeños (Fiuczynski, Lam, & Bershad, 2018). Como el tamaño del encabezado de IPv6 es el doble que el de IPv4 (Hogg & Vyncke, 2009).

En la obra creada por Santos (2014), el autor expone un estudio sobre los impactos de IPv6, sus problemas y limitaciones, así como las estrategias de transición entre IPv4 e IPv6. El uso de IPSec, en modo transporte, para interconectar entornos cooperativos, es decir, una red segura que integraría varias organizaciones.

En el trabajo de investigación elaborado por Castro (2014), se evidencia que el objetivo general fue analizar diversas soluciones VPN, que incluyen el uso de un túnel seguro entre diferentes redes. Se centra en el uso de IPSec con IPv4, para proporcionar una VPN. Sin embargo, no se llevó a cabo una implementación efectiva.

La investigación de Falconi & Guedes (2015), analiza el uso dinámico de IPSec con IPv6, para el uso de IPSec solo en casos específicos, y deshabilitarlo en otros que no requieren el uso de IPSec. Solo se realizaron pruebas de tipo de conexión actividad de equipo a equipo, es decir, el modo de transporte IPSec.

El estudio de realizado por Pinheiro (2020), tuvo como objetivo la realización de un análisis protocolos IP versión 4, IP versión 6 e IP versión 4 con IPSec. Como puede ser identificado en este trabajo no se realizaron pruebas con IP versión 6 configurada para IPSec. Otro trabajo que involucra el uso de IPSec es el de que realizó Adeyinka (2018), quien presenta el despliegue de VPN con IPSec. También realiza una demostración de los modelos de conexión como host-a-host, host-to-gateway y gateway-to-gateway. Finalmente, muestra que el modo Gateway-to-Gateway (modo de túnel entre dos enrutadores de borde en una red) puede implementar múltiples conexiones IPSec, para diferentes tipos o clases de tráfico.

El trabajo realizado por Nogueira & Abreu (2017), también hace un análisis general de IPv6, así como la ejecución de pruebas entre dos hosts, interconectados. Los experimentos incluyeron el uso de IPSec y no el uso de este. El modo IPSec implementado para las pruebas fue el transporte.

En el trabajo realizado por Basso (2015), analizan el uso de IPv6 con IPSec. Un análisis de desempeño es sólo con modo de transporte. No se realizaron pruebas de seguridad. Una de las conclusiones presentadas es que archivos de hasta 100 MB tuvieron el mismo tiempo de transferencia de una computadora a otra, usando IPSec y sin IPSec, es decir, no hubo pérdidas en el rendimiento de transferencia cuando se utiliza IPSec.

Finalmente, en el estudio realizado por Godinho (2017), proponen usar IPSec para crear una VPN entre enrutadores, usando el modo de túnel IPSec. Sin embargo, este trabajo utilizó el protocolo IPv4. Se hace referencia en la parte de trabajos futuros de este trabajo, hay una sugerencia para estudiar una implementación de IPv6.

Se toma como referencia la exposición de una matriz de trabajos relacionados tal y como sugiere Wazlawick (2017), quien resume la información en una matriz de referencia. La matriz documental de los trabajos investigados se representa en la Tabla 1, donde se proporciona una descripción general de ellos. Es posible identificar que el presente trabajo complementa el investigado, ya que estudia el protocolo IPv6, así como IPSec en modo túnel

y también realiza la implementación para experimentos con estos protocolos.

Tabla 1. Matriz Documental de los Trabajos Investigados

Autor	Protocolo Estudiado	Modo IPSec Estudiado	Había implementación para las pruebas
Dos Santos, 2014	IPv4, IPv6	Transporte	Si
Castro, 2014	IPv4	Túnel	No
Falconi & Guedes, 2015	IPv6	Transporte	Si
Pinheiro, 2020	IPv4, IPv6	Túnel	Si, Excepto IPv6
Adeyinka, 2018	IPv4, IPv6	Transporte, Túnel	No
Nogueira & Abreu, 2017	IPv4, IPv6	Transporte	Si
Basso, 2015	IPv6	Transporte	Si
Godinho, 2017	IPv4	Túnel	Si

Fuente: Propia

En los siguientes apartados de este trabajo de investigación se presentan: la Sección de Materiales y métodos, seguido de Resultados y Discusión y para finalizar la sección de Conclusiones.

3. Materiales y Métodos

A continuación, se presenta la metodología empleada en esta investigación de característica cuantitativa la cual permite capturar datos numéricos de herramientas empleadas para tal fin, además es necesario manifestar que es netamente experimental, con su debido sustento teórico. La investigación

Equipos de Cómputo

Configuración de hardware (Host Anfitrión)

- PC HP Compaq Elite 8300
- Sistema Operativo Windows 10 Professional
- Procesador Intel® Core™ i5-3470 CPU © 3.20GHz 3.20 GHz
- 20 GB de RAM
- Adaptador de pantalla NVIDIA GeForce GT710
- Adaptadores de red 10/100/1000
- Configuración de Máquinas Virtuales (VMware Workstation 16.2.2)

- Debian 10 (X2)
- vCPU
- 1 GB de vRAM

Simulador de Redes

GNS3 es ideal para simular entornos de redes en un ambiente lo más real posible, ya que utiliza el sistema operativo de dispositivos CISCO y evalúa el rendimiento de redes en escenarios complejos. Esta herramienta puede ser usada para capturar tráfico de red y detectar cualquier defecto en la simulación con la ayuda del software llamado Wireshark, el mismo que tiene la capacidad de capturar paquetes con la ayuda de PCAP para una mayor comprensión y análisis estadístico de estos. Los dispositivos que se utilizaron en el simulador son:

- Router Cisco c3725 (c3725-adventerprisek9-mz.124-15.T5)
- Docker (AlpineLinux)

En la primera fase de los experimentos, para obtener datos sobre el rendimiento se utilizó la herramienta JPerf. La misma que es una interfaz Java para la versión de línea de comandos de IPerf, que simplifica las pruebas y el análisis. IPerf es una herramienta de análisis de red que es útil para medir el rendimiento de un enlace de red.

Para realizar las pruebas que permitan comparar los protocolos se utilizó la herramienta IPerf3 por el soporte que da al protocolo IPv6, no fue posible realizar la fusión con IPerf ya que estas dos tienen inconvenientes de compatibilidad y semántica del comando o instrucción entre versiones.

Para medir el rendimiento de IPv6 en sus diferentes escenarios simulando situaciones reales, se configuró dos computadores Debian en VMware las mismas que están conectadas a los routers de borde, en esta fase se utilizó Iperf. Como se esperaba, la sobrecarga de salida adicional de nuestro nodo de envío TCP es muy reducida. Sin embargo, el tráfico de retorno, en su mayoría pequeños paquetes de TCP ACK con cargas útiles vacías, contiene una cantidad significativa de sobrecarga adicional.

Escenarios de Evaluación

Con el objetivo de evaluar el rendimiento de IPv6, se configuraron 3 escenarios (descritos posteriormente), los mismos que están basados en el escenario de la Figura 1 que es el escenario principal a comparar original de la presente investigación.

Procedimiento

Para analizar el rendimiento, utilización del ancho de banda y el cálculo de latencia. Los datos se transmitieron de una máquina a otra utilizando las herramientas IPerf, en varios tamaños de archivos que van desde KBytes hasta GBytes durante periodos de 30 segundos.

Cada uno de los computadores tenía instalado las tres herramientas de evaluación: JPerf se utilizó para probar el



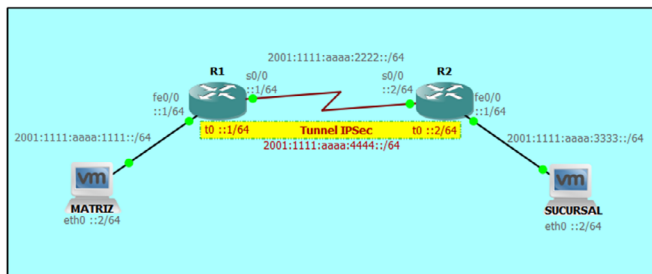


Figura 1. Escenario de una red IPv6 con IPsec.

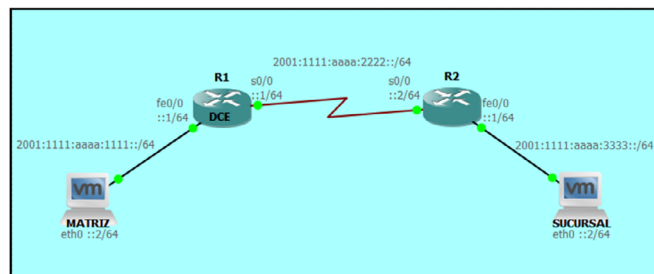


Figura 2. Escenario de red IPv6-Pura.

rendimiento máximo de los sistemas. Se utilizó Iperf para probar las propiedades estadísticas del tráfico centrándose en el delay y el jitter en varios tamaños de carga útil. Los experimentos se ejecutaron sistemáticamente, se repitieron muchas veces, para trabajar con el valor promedio resultante. Cada ejecución se produjo durante treinta segundos. Los experimentos se centraron en tres estadísticas importantes: rendimiento máximo, retardo y fluctuación.

El rendimiento máximo se define como la cantidad máxima de datos que se pueden pasar entre dos hosts. El retraso se define como el tiempo que tarda un paquete en atravesar dos hosts en una red. Jitter es la diferencia o cambio en el retraso con el tiempo. Cada una de estas estadísticas es importante para medir el rendimiento de las redes.

Escenarios

Para la evaluación se utilizaron 3 escenarios, estos se describen a continuación:

El primer escenario Figura 2, se refiere a la transmisión de paquetes sin el uso de IPsec en otras palabras IPv6 Puro. El segundo escenario Figura 3, tuvo la implementación de la pila doble en una arquitectura IPv6, en el tercer escenario Figura 4, se evaluó una red que utiliza IPv6 que trabaja sobre IPv4 utilizando un túnel para la transmisión de datos. Finalmente, el cuarto escenario Figura 1 contó con la configuración de Carga útil de seguridad encapsulada (ESP) en IPsec.

En todos los escenarios, para las pruebas se utilizó la herramienta IPerf3, la misma que generó un flujo de datos, simulando la transferencia de un archivo desde la red de sucursal a la red Matriz. Se consideran las medidas de cuánto tiempo tomó una transferencia de archivo en segundos, sin embargo, la conversión a minutos puede facilitar la comprensión de los resultados. Por lo tanto, se transfieren archivos del tamaño de 50, 100, 200, 400, 800, 1600, 3200 y 6400 MB desde una red a la otra, las mismas que están atrás de los enrutadores de borde R1 y R2 indicados en

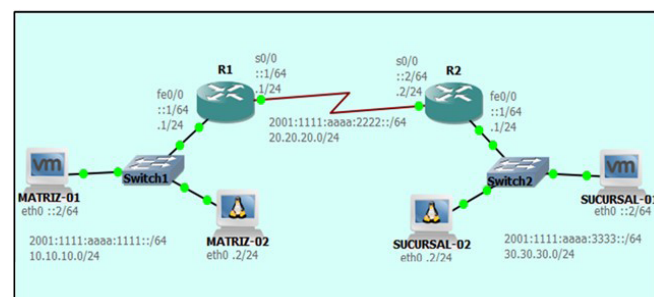


Figura 3. Escenario de red Doble Pila

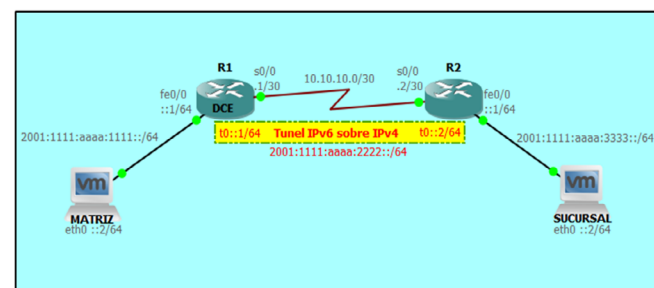


Figura 4. Escenario de red IPv6 over IPv4.

las figuras que está en R2, La herramienta de análisis Wireshark permitió verificar los paquetes IP.

Finalmente, en el último escenario, los paquetes IP usaban IPsec con el encabezado ESP. De esta forma, como en el párrafo anterior, la herramienta Wireshark permitió la verificación del uso de ESP, que garantiza el cifrado de datos, ver Figura 5.

4. Resultados y Discusión

En esta sección se presentan los resultados de la evaluación de los diferentes escenarios de implementación de IPv6.

Rendimiento IPv6 & IPv6 con IPSec

Tomando como referencia los resultados mostrados en las Figura 6 y 7 se puede evidenciar que, las métricas ancho de banda y latencia (jitter) de una red IPv6 pura son superiores cuando se utiliza protocolo seguro IPSec en la misma red, teniendo en cuenta que el tráfico generado correspondería archivos multimedia es decir que sean transferidos vía UDP. Para este caso, se deduce que los resultados de IPv6 con IPSec decrecen en comparación con IPv6 pura, consecuentemente debido al uso de la cabecera que utiliza IPSec (ESP), las mismas que afectarían

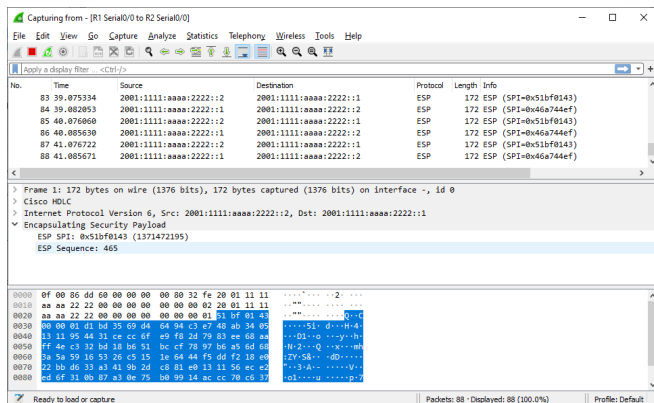


Figura 5. Captura de Tráfico del encabezado ESP IPv6 con IPSec.

a los resultados que se esperaban al general tráfico multimedia.

Comparación de entre escenarios

La Tabla 2 proporciona los resultados de los experimentos de rendimiento que se llevaron a cabo con 2 enrutadores, los mismos que se representan en la Figura 8. Cabe indicar que los paquetes eran del tipo TCP, con un tamaño de ventana de 16 KBytes, es decir, el receptor de los datos confirmó la recepción de los datos cada 16 KBytes transferidos. Con respecto a la transmisión de datos, esto fue igual a aproximadamente 1 Mbits por segundo. De esto modo que, 1 Mbit equivale a 128 Kilobytes, que dividido por 16 KBytes de la ventana, da como resultado 8 acuses de recibo de datos por segundo.

Como se puede observar el tiempo es similar en cada uno de los escenarios, para un mejor análisis de resultados se utiliza la varianza entre los resultados de los diferentes escenarios en relación con el que utiliza IPSec, junto con las proyecciones de tendencia que se muestran en las siguientes figuras, para la obtener estos se ha empleado la siguiente formula de comparación.

%Δ= Relación de Cambio Porcentual

V0: dato del escenario a comparar (IPv6 - Pila doble – IPv6 over IPv4)

V1: datos del escenario en cuestión (IPv6 con IPSec)

La Figura 12 presenta, la variación entre los experimentos descritos anteriormente.

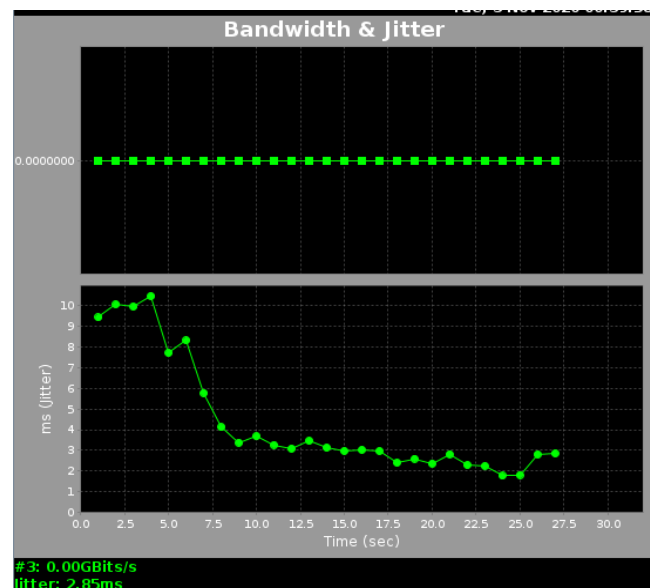


Figura 6. IPv6 Ancho de Banda & Jitter en Gbps.

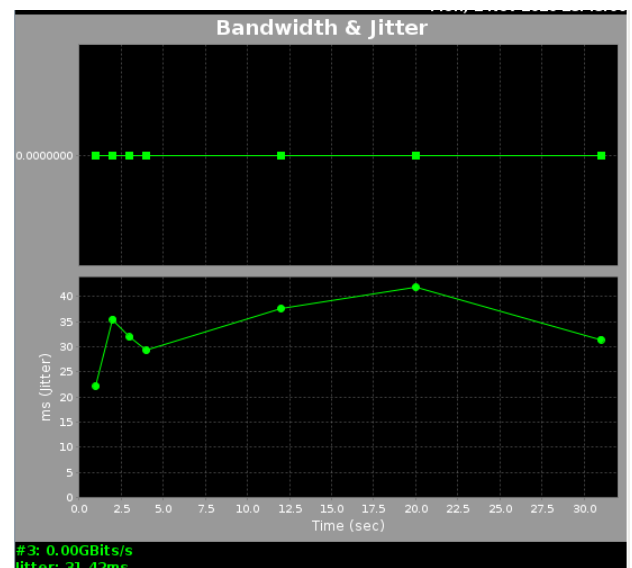


Figura 7. IPv6 con IPSec Ancho de Banda & Jitter en Gbps.

De acuerdo con la comparación, se puede evidenciar que, los resultados del experimento con la topología IPv6-over- IPv4 en varianza con IPv6 con IPSec tienen proporciones equivalentes de estabilidad en relación con los otros escenarios lo cual se puede ver con más detalle en la Figura 11.

Discusión

Tomando como referencia los datos sobre el rendimiento mostrados en la sección anterior, se presenta la Tabla 3, donde se puede evidenciar que, con un mayor rendimiento, los retrasos varían. Se encuentra que los parámetros de utilización del ancho

Tabla 2. Matriz con los resultados Obtenidos en minutos

Tamaño de Archivo (MB)	IPv6	Tiempo en minutos		
		Pila Doble	IPv6 over IPv4	IPv6 IPSec
50	6	7	7	7
100	13	13	13	14
200	27	26	27	29
400	52	52	54	57
800	107	107	109	118
1600	211	213	217	235
3200	427	422	436	457
6400	858	847	868	911

Fuente: Propia

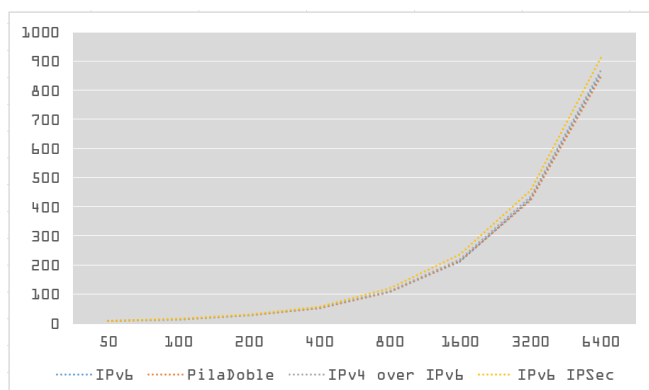


Figura 8. Resultados Obtenidos del retardo según tráfico generado en MB.

de banda y latencia (jitter) de una red IPv6 pura son superiores cuando se utiliza protocolo seguro IPSec en la misma red. Para este caso, se deduce que los resultados de IPv6 con IPSec son un poco más pobres en comparación con IPv6 pura debido al uso de la cabecera que utiliza IPSec (ESP). Es importante poner especial énfasis a estas métricas porque determina la precisión de la prueba la misma afecta el resultado de rendimiento. La

$$\% \Delta = \frac{V_1 - V_0}{V_0} \times 100\%$$

configuración de la prueba se diseñó de tal manera que se obtenga un resultado comparativo preciso del rendimiento de la red IPv6 Pura e IPv6 con IPSec en un entorno de red virtual controlado.

Se observa que la varianza relacionada con IPv6 over IPv4 es la más óptima esto debido al túnel que ambas implementan para

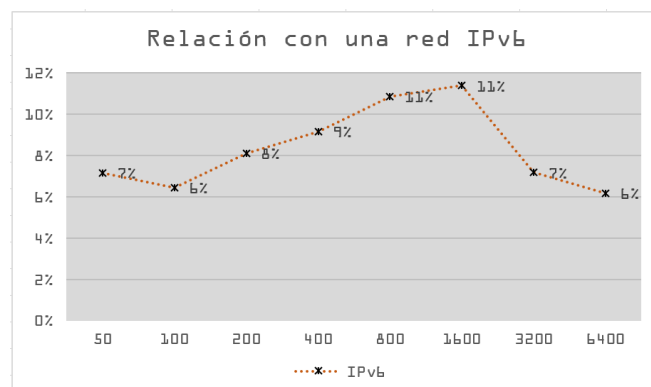


Figura 9. Relación de cambio y variación con una red IPv6 Pura Vs IPv6 IPSec

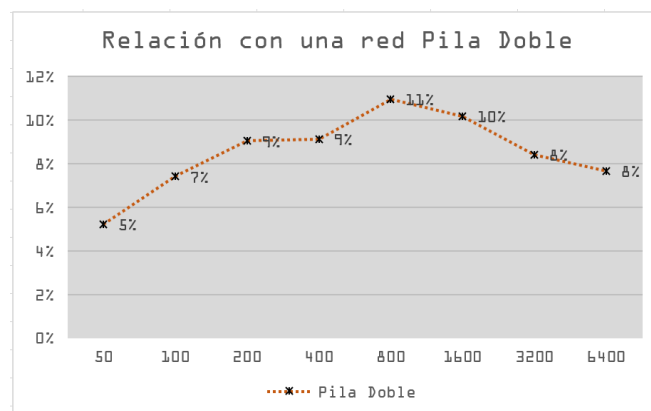


Figura 10. Relación de cambio y variación con una red Pila doble Vs IPv6 IPSec.

la línea dedicada al transporte de datos, de una u otra forma esto hace que el cifrado sea más seguro y dichos datos sean entregado de forma íntegra tal y como se originaron desde una red a la otra. Si observamos la Figura 11 podemos corroborar lo dicho anteriormente, el grado de estabilidad lo realiza la implementación del túnel.

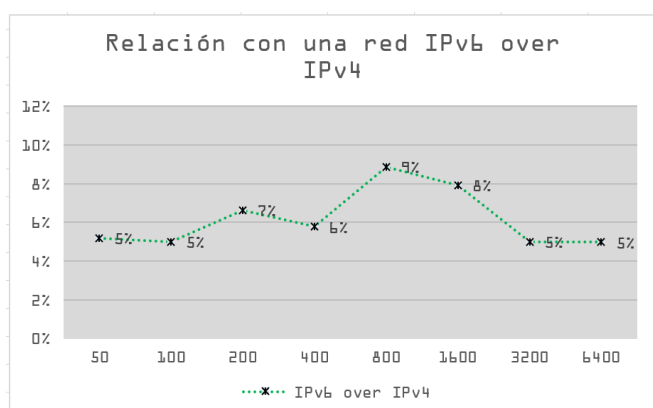


Figura 11. Relación de cambio y variación con una red IPv6 over IPv4 Vs IPv6 IPSec.

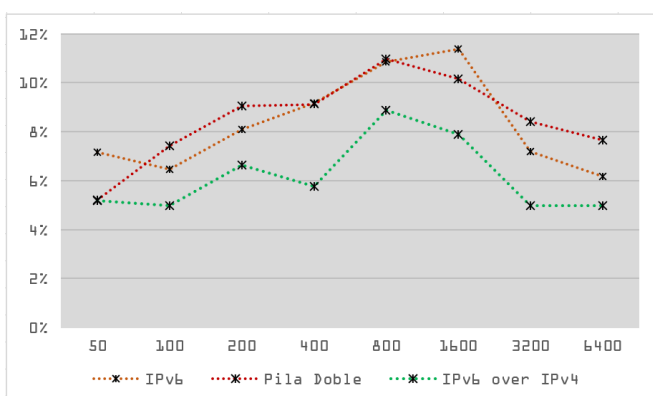


Figura 12. Variación entre escenarios.

5. Conclusiones

El resultado de las diferentes pruebas muestra una diferencia de rendimiento sustancial entre los escenarios propuestos. Durante el proceso de evaluación de las herramientas, se evidenció las incompatibilidades que había entre versiones de Iperf y Jperf donde se deseaba descubrir el rendimiento promedio, tomando en consideración que estos no cambian incluso cuando las herramientas alcanzan la condición de estado estable o se transfiere un tamaño de archivo grande. También se descubrió con la herramienta Wireshark que el rendimiento máximo real de IPv6 para el enlace serial no alcanzaba el máximo debido a la sobrecarga del Protocolo de control de transmisión (TCP) durante el proceso de transferencia de archivos, este no permite monitorear el estado de los equipos durante la ejecución de la simulación.

La ejecución de las pruebas comparativas permitió la verificación de la viabilidad de usar el protocolo IPSec con su encabezado ESP. En lo que se refiere al rendimiento con el uso de encabezado ESP (túnel), en los diferentes escenarios, se recomienda su uso para aquellos interesados en la autenticación, integridad y

confidencialidad de los paquetes.

Tabla 3. Rendimiento entre IPv6 & IPv6 con IPSec

Rendimiento logrado en UDP	Promedio Bytes/seg.	Promedio Jitter.
IPv6	0.00 Gbits/s	2.85 ms
IPv6 con IPSec	0.00 Gbits/s	31.42 ms

Fuente: Propia

Tabla 4. Resumen de varianzas entre escenarios

Tamaño de Archivo (MB)	IPv6 Pura	Pila Doble	IPv6 over IPv4
50	7%	5%	5%
100	6%	7%	5%
200	8%	9%	7%
400	9%	9%	6%
800	11%	11%	9%
1600	11%	10%	8%
3200	7%	8%	5%
6400	6%	8%	5%

Fuente: Propia

La prueba de simulación arrojó que relacionando el escenario IPSec con IPv6 over IPv4 se tienen resultados más óptimos esto debido al túnel que ambos escenarios implementan para la línea dedicada al transporte de datos, hay que considerar que este es el más eficiente ya que la misma hace que el cifrado sea más seguro y dichos datos sean entregado de forma íntegra tal y como se originaron desde una red a la otra.

Las contribuciones del presente trabajo de investigación son para fomentar el uso de IPSec y túneles en un entorno IPv6, el mismo que cuando es utilizado con su encabezado ESP, garantiza, que el paquete conserve la integridad en la red. En cuanto a las limitaciones de esta investigación fue la no utilización de equipos reales por motivo económicos y los relacionados al Covid-19. Sin embargo, la herramienta GNS3 aseguró que los experimentos tengan la misma credibilidad que los equipos reales, mediante la virtualización de routers, que utilizó fielmente el mismo sistema operativo (IOS) que el equipo real.

Finalmente, la oportunidad de investigación futura estaría relacionado con realizar un estudio con los mismos experimentos con enrutadores en el paradigma de redes definidas por software (SDN), que básicamente eliminan la capa de control (responsable de definir los procesos de enrutamiento e ingeniería de tráfico, políticas de seguridad), que estaba en la red y colocarlo en un servidor SDN centralizando, así se tendría el control de una red completa que convendría fielmente para monitorear uno de los problemas en la ejecución del experimento.



Contribución de los autores

Yumber Alejandro Ponce Loor: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Adquisición de fondos, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Recursos, Software, Supervisión, Validación, Visualización, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición. **Jorge Herrera-Tapia:** Análisis formal, Administración del proyecto, Recursos, Software, Supervisión, Visualización, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias bibliográficas

- Adeyinka, O. (2018, julio 1). IPSec Mechanism for Implementing VPN.
- Basso, C. (2015). Implementação de IPSEC integrado com o IPv6. Recuperado de <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/198>
- Castro, R. de A. e. (2014). Uma análise de soluções VPN em redes corporativas de alta capilaridade.
- Falconi, A. P., & Guedes, U. T. V. (2015). *Proposta de Uso Dinâmico do IPSec no IPv6*. 3.
- Fiuczynski, M. E., Lam, V. K., & Bershad, B. N. (2018). The Design and Implementation of an IPv6/IPv4 Network Address. *USENIX Annual Technical Conference*, 11.
- Godinho, M. E. M. (2017). Uma arquitetura de implementação de redes virtuais privadas sobre a estrutura da Universidade do Contestado—UnC. 79.
- Golden, B. (2011). *Virtualization For Dummies*. John Wiley & Sons.
- Hogg, S., & Vyncke, E. (2009). *IPv6 security (1.a ed.)*. Indianapolis, IN: Cisco Press. Recuperado de ciscopress.com
- Nogueira, E., & Abreu, O. (2017). Introdução ao IPv6 e Desempenho do IPSec com IPv4 e IPv6. Recuperado de <https://fdocumentos.tips/document/introducao-ao-ipv6-e-desempenho-do-ipsec-com-ipv4-e-ipv6.html>
- Pinheiro, A. (2020, octubre). Estudo comparativo e análise de desempenho entre os protocolos de comunicação IPv4 e IPv6. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24026.57280/1>
- Santos, C. R. (2014). *Integração de ipv6 em um ambiente cooperativo seguro* (Tesis). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Computação.
- Shah, J. L., & Parvez, J. (2015). Security Issues in Next Generation IP and Migration Networks. *Journal of Computer Engineering*, 17(6). <https://doi.org/10.9790/0661-17131318>
- Thiruvassagam, P., & George, K. J. (2019). IPSec: Performance Analysis in IPv4 and IPv6. *Journal of ICT Standardization*, 7(1), 59-76. <https://doi.org/10.13052/jicts2245-800X.714>
- Wazlawick, R. (2017). *Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação* (2o edição). GEN LTC.



Análisis de las competencias digitales de los docentes de la Escuela de Educación Básica “Jesús Infante” en el periodo lectivo 2023-2024

Analysis of the digital competencies of the teachers at the “Jesús Infante” Basic Education School during the 2023-2024 academic year

Autores

✉ * *Sinaí Victoria Gallo García*



✉ *Johana Katherine Montoya Lunavictoria*



Facultad de Ciencias de la Educación,
Humanas y Tecnologías, Universidad
Nacional de Chimborazo, Riobamba,
Ecuador.

* Autor para correspondencia

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo analizar las competencias digitales de los docentes de la Escuela de Educación Básica “Jesús Infante” en el periodo lectivo 2023-2024 en Riobamba-Ecuador, a partir del Marco Europeo para la Competencia Digital de los Educadores (DigCompEdu), con el fin de identificar las necesidades de formación y proporcionar una base a la institución para el diseño de programas de capacitación y el desarrollo profesional. Este estudio se elaboró bajo un enfoque cuantitativo, un diseño no experimental, corte transversal y nivel de alcance analítico-descriptivo. Además, para la recolección de información, se empleó como instrumento una Traducción y adaptación del cuestionario «DigCompEdu Check-In» elaborada por Cabero y Palacios. A partir de esta investigación se evidenció que la mayoría de los docentes poseían un nivel Explorador (A2), reflejando que únicamente asimilan nueva información y desarrollan prácticas digitales básicas. Además, se identificó que las competencias en las que presentan mayor dificultad son aquellas relacionadas con la programación e implementación de tecnologías digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como en el desarrollo de las competencias digitales de los estudiantes, por lo que a fin de que los docentes sean capaces de reflexionar, ampliar y aplicar sus prácticas digitales, es necesario que se realicen evaluaciones periódicas.

Palabras clave: Competencias Digitales; Tecnologías digitales; Desarrollo profesional; Proceso de enseñanza-aprendizaje.

Abstract

The present research aimed to analyze the digital competences of teachers at the “Jesús Infante” Basic Education School in the 2023-2024 academic year in Riobamba, Ecuador, based on the European Framework for Digital Competence of Educators (DigCompEdu), in order to identify training needs and provide a foundation for the institution to design training and professional development programs. This study was conducted using a quantitative approach, a non-experimental design, cross-sectional, and an analytical-descriptive scope level. Additionally, for data collection, a translation and adaptation of the questionnaire “DigCompEdu Check-In” developed by Cabero and Palacios was used as an instrument. This research showed that the majority of teachers had an Explorer level (A2), reflecting that they only assimilate new information and develop basic digital practices. Furthermore, it was identified that the competences in which they have the most difficulty are those related to programming and implementing digital technologies in the teaching-learning process, as well as in developing students’ digital competences. Therefore, in order for teachers to be able to reflect, expand, and apply their digital practices, it is necessary to conduct periodic evaluations.

Keywords: Digital Competence; Digital technologies; Professional development; Teaching-learning process.

Comó citar el artículo:

Gallo García, S.V., & Montoya Lunavictoria, J.K. (2023). Análisis de las competencias digitales de los docentes de la Escuela de Educación Básica “Jesús Infante” en el periodo lectivo 2023-2024. *Informática y Sistemas: Revista de Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones*, 7(2), 71-78. <https://doi.org/10.33936/isrtic.v7i2.6160>

Enviado: 13/10/2023

Aceptado: 02/11/2023

Publicado: 13/12/2023



1. Introducción

Aunque parezca un tema relativamente nuevo, el término competencias TIC o competencias digitales comenzó a ser ampliamente utilizado desde hace un par de décadas. En el entorno educativo, este concepto varía dependiendo cuando y en qué contexto se defina (George-Reyes & Valerio-Ureña, 2022). En sus inicios, las competencias digitales se centraban principalmente en el uso básico de herramientas informáticas, mientras que en el año 2006 dicho término fue definido como el uso crítico y seguro de las tecnologías de la sociedad de la información (TSI), para el trabajo, el ocio y la comunicación, a través de habilidades básicas como el manejo de computadoras para recuperar, evaluar, almacenar, producir, presentar e intercambiar información, así como para comunicarse y participar en redes de colaboración a través de internet (Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2006) sin embargo, con el paso del tiempo, estas habilidades adquirieron mayor complejidad y ampliaron su alcance.

Hoy en día, este concepto hace referencia a la integración de conocimientos, destrezas, habilidades y actitudes que requiere un docente para que desempeñe de manera efectiva sus funciones, implementando las tecnologías digitales (INTEF, 2022), de tal modo que sea capaz de aplicarlas en diversos contextos y situaciones que se le demanden durante el proceso educativo (Cela et al., 2022). Esto conduce a un cambio pedagógico y didáctico de la práctica docente, donde pasa de ser transmisor de conocimientos a facilitador del acceso, selección, evaluación y transformación del mismo por parte del estudiante, por lo que, además de tener conocimientos teóricos, es necesario que sea capaz de diseñar estrategias didácticas y pedagógicas (Díaz-Arce & Loyola-Illescas, 2021).

Durante los últimos años, el desarrollo de las competencias digitales se ha convertido en una necesidad, ya que permite aprovechar las oportunidades que ofrece la tecnología, brindar una educación de calidad acorde a las demandas del siglo XXI, por ello en el presente estudio se asumen estas competencias como habilidades básicas para un docente. Como una de las competencias claves para el desarrollo profesional y para la correcta integración de las tecnologías digitales en la educación, sin embargo, a pesar de que la mayoría de docentes ya están familiarizados con la tecnología, su dominio sigue siendo un desafío. Por lo mencionado anteriormente, el presente estudio tuvo como objetivo general analizar las competencias digitales que poseen los docentes, para ello se identificaron las competencias digitales que un docente de educación básica debe tener, se aplicó un cuestionario para diagnosticar el nivel de competencias, se analizaron los datos y finalmente se identificaron brechas y áreas de mejora, con el fin de identificar las necesidades de formación y proporcionar una base a la institución para el diseño de programas de capacitación y desarrollo profesional.

2. Materiales y Métodos

El enfoque utilizado fue cuantitativo, ya que se recopilaron datos numéricos y se realizaron análisis estadísticos para identificar patrones de comportamiento (Hernández-Sampieri et al., 2014). Además, fue de diseño no experimental, nivel de alcance analítico-descriptivo y corte transversal. La población estuvo compuesta por 20 docentes de la Escuela de Educación Básica “Jesús Infante” divididos en 4 niveles de educación: Inicial (4), preparatoria (2), elemental (7) y media (7). La muestra fue de tipo no probabilística ya que la misma fue seleccionada bajo el criterio del investigador.

Técnicas e instrumentos para el análisis.

Para la recolección de datos se empleó como técnica la encuesta y como instrumento una traducción y adaptación del cuestionario «DigCompEdu Check-In» elaborada por Cabero y Palacios (2020), debido a que, gracias a su enfoque integral, es ampliamente reconocido y utilizado por autores como Basilotta et al. (2022), Díaz-Arce & Loyola-Illescas (2021), Martínez et al. (2023) y Jiménez-Martínez et al. (2023), lo que lo hace confiable y aplicable en diversos contextos. Además, al ser una traducción y adaptación, considera los coeficientes que plantea el Marco Europeo de Competencia Digital docente «DigCompEdu» y se ajusta a la realidad del objeto de estudio, lo que garantiza que las respuestas obtenidas reflejen de manera precisa el nivel de competencias. Este cuestionario consto de 22 preguntas, que respondieron a las 6 áreas competenciales que un docente necesita para adoptar estrategias de enseñanza y aprendizaje eficientes, inclusivas e innovadoras (Redecker, 2020). Cada ítem se midió en una escala de Likert, en el cual se presentaron ítems en forma de afirmaciones, ante los cuales se solicitó al encuestado que seleccionara una de las cinco categorías de la escala. A cada literal se le asignó un valor numérico (Tabla 1), así, el encuestado obtuvo una puntuación respecto de la afirmación seleccionada y al final su puntuación total, sumando los puntos obtenidos (Hernández-Sampieri et al., 2014). En cada uno de los intervalos, los docentes indicaron en qué medida reflejan su práctica docente, seleccionando una de las cinco opciones. Estas estaban organizadas y presentaban una lógica de progresión establecida por el Marco Europeo para la Competencia Digital de los Educadores DigCompEdu, a través de un sistema de puntuación interna. (Cabero-Almenara & Palacios-Rodríguez, 2020)

Dicha progresión tiene la siguiente estructura:

En consecuencia, el número máximo de puntos por pregunta fue de 4, y el número máximo a obtener en la prueba fue de 88 (Cabero-Almenara & Palacios-Rodríguez, 2020). Para el diagnóstico del nivel de competencia, se desarrolló un sistema de

Tabla 1. Estructura del sistema de puntuación interna.
Fuente: Cabero-Almenara & Palacios-Rodríguez (2020)

Literar	Niveles y progresión competencial	Puntuación
A	Sin compromiso	0 puntos
B	Conocimiento parcial	1 puntos
C	Uso ocasional	2 puntos
D	Uso creciente	3 puntos
E	Uso sistemático e integral	4 puntos

asignación de niveles, uno para cada área competencial y otro de manera global a partir de un sistema de clasificación (Martínez et al., 2023) en el que una puntuación menor a 20 pertenecía a un nivel novel (A1), de 20 a 33 puntos un nivel explorador (A2), de 34 a 49 un nivel integrador (B1), de 50 a 65 un nivel experto (B2), de 66 a 80 un nivel líder (C1) y una puntuación mayor a 80 un nivel pionero (C1), siendo el nivel novel el más bajo y el pionero el más alto. En las primeras etapas A1 y A2, los educadores asimilan la nueva información y desarrollan prácticas digitales básicas; en las etapas siguientes B1 y B2, los educadores aplican, amplían y reflexionan sobre sus prácticas digitales; mientras que en las etapas C1 y C2, los educadores transmiten sus conocimientos, juzgan de forma crítica la práctica existente y desarrollan nuevas prácticas (Redecker, 2020).

3. Resultados y Discusión

A partir del análisis se obtuvieron los siguientes resultados:

Competencias digitales que debe poseer un docente de Educación Básica.

En una investigación realizada por Cabero-Almenara et al. (2020) se identificó a través de un estudio en el que participaron un total de 155 expertos y 257 no expertos, que de los 7 marcos de competencias más utilizados en contextos internacionales:

- Marco Europeo de Competencia Digital para Docentes (DigCompEdu)
- Estándares ISTE para Educadores (M2)
- Marco UNESCO de Competencia TIC para Docentes
- Marco Común español de Competencia Digital Docente
- Marco Británico de Enseñanza Digital
- Competencias TIC para el desarrollo profesional docente colombiano
- Competencias y Estándares TIC para la profesión docente chilena

El Marco Europeo de Competencia Digital para Docentes (DigCompEdu) es uno de los más valorados. Dicho marco plantea 22 competencias que un docente de cualquier nivel educativo debe poseer (Tabla 2), cada una de ellas agrupadas en 6 áreas competenciales y en macrocompetencias:

Nivel de competencias digitales de los docentes de educación básica:

RESULTADOS GENERALES.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el 50% de los docentes posee un nivel de competencias explorador (Tabla 3), lo que demuestra que son conscientes del potencial de las tecnologías digitales y que están interesados en explorarlas, sin embargo, no lo hacen de forma coherente e integral (Redecker, 2020). La mayoría de ellos superaron las dificultades presentes en el nivel novel, pero aún se encuentran en un nivel básico, lo que evidencia que tienen conocimientos y habilidades mínimas, y que realizan tareas básicas como el uso de las tecnologías digitales para la comunicación, la colaboración, el intercambio de contenidos, el uso de procesadores de texto, el empleo de estrategias simples de búsqueda en Internet, la modificación de recursos digitales y la protección de datos personales. Además, se identificó que son conscientes de las limitaciones de sus competencias y de la necesidad de formación.

Tabla 3. Resultados generales del nivel de competencias.
Fuente: Los autores.

NIVEL	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Novato (A1)	1	5%
Explorador (A2)	10	50%
Integrador (B1)	5	25%
Experto (B2)	4	20%
Líder	0	0%
Pionero	0	0%
TOTAL	20	100%

RESULTADOS POR ÁREAS COMPETENCIALES:

A través del estudio realizado se identificó que, del total de encuestados el 40% de ellos posee en el área de compromiso profesional un nivel novel (Figura 1), evidenciando que existe un porcentaje significativo de docentes que tienen habilidades digitales básicas, por lo que no alcanzan un nivel adecuado, debido a que un nivel básico implica un conocimiento mínimo, que no garantiza un dominio completo.

Por otra parte, existe un 35% de la población con un nivel integrador, evidenciando que existen docentes que cuentan con habilidades y conocimientos más avanzados.

Muchos de ellos utilizan las tecnologías digitales para comunicarse con estudiantes, padres de familia y otros docentes. Además, las emplean con mayor frecuencia para:

-El desarrollo profesional: al acceder a recursos educativos, al investigar, leer libros y artículos en línea, al participar en cursos y capacitaciones y al conectarse con otros docentes de la institución; sin embargo, les hace falta emplearlas para reflexionar y diseñar estrategias de comunicación, actualizar sus conocimientos, crear recursos digitales a través de plataformas como Educaplay, Kahoot, Canva, Genially o Quizizz, explorar



Tabla 2 . Competencias DigCompEdu. Fuente: Redecker (2020)

Macrocompetencias	Áreas competenciales	Competencias
Competencias profesionales de los educadores	Compromiso profesional	Comunicación organizativa Colaboración profesional Práctica reflexiva Desarrollo profesional continuo a través de medios digitales
	Contenidos digitales	Selección Creación y modificación Protección, gestión e intercambio
	Evaluación y retroalimentación	Estrategias de evaluación Analíticas de aprendizaje Retroalimentación, programación y toma de decisiones
	Enseñanza y aprendizaje	Enseñanza Orientación y apoyo en el aprendizaje Aprendizaje colaborativo Aprendizaje autorregulado
Competencias pedagógicas de los educadores	Empoderamiento de los estudiantes	Accesibilidad e inclusión Personalización Compromiso activo de los estudiantes con su propio aprendizaje
	Desarrollo de la competencia digital de los estudiantes	Información y alfabetización mediática Comunicación Creación de contenido Uso responsable Solución de problemas
Competencias de los estudiantes		

herramientas y aplicaciones tecnológicas educativas y reflexionar sobre su práctica docente.

- El bien colectivo: al compartir recursos educativos con docentes de la institución y al colaborar en proyectos, sin embargo, les hace falta participar en comunidades virtuales de aprendizaje, desarrollar estrategias para mejorar la práctica educativa y ampliar la diversidad metodológica.

- La innovación continua: al utilizar la plataforma llamada Iduca para asignar y calificar tareas de manera creativa, promoviendo la colaboración entre los estudiantes y fomentando el pensamiento crítico, sin embargo, les hace falta desarrollar actividades de aprendizaje interactivas, implementar metodologías innovadoras y crear proyectos digitales.

Finalmente se puede observar que existe una brecha significativa en términos de competencias entre la población, lo cual genera diversos problemas, entre ellos:

- La desigualdad en el acceso a oportunidades: Si solo el 35% de los docentes posee un nivel integrador (B1) y un 10 % un nivel experto (B2), el 55 % de la población no cuenta con habilidades necesarias para desempeñarse y afrontar los problemas que surgen en el mundo laboral.

- Dificultad para adaptarse a las nuevas metodologías educativas: Los docentes con habilidades básicas pueden enfrentar dificultades al adaptarse a metodologías educativas que integran las tecnologías digitales, lo que afecta su capacidad para brindar una educación de calidad.

- Pérdida de oportunidades laborales: La falta de competencias digitales puede llevar a la pérdida de oportunidades laborales, limitando el crecimiento profesional de los docentes en un mundo cada vez más digitalizado.

Compromiso profesional.

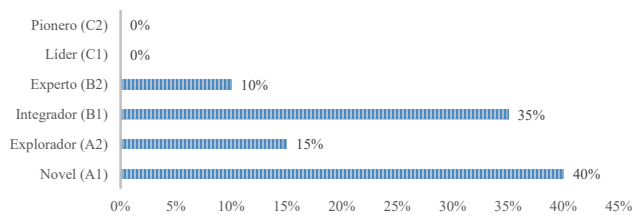


Figura 1. Resultados del área de Compromiso profesional.

Fuente: Los autores.

Del total de la población encuestada, el 35% posee un nivel novel (Figura 2), evidenciando que les cuesta trabajo identificar recursos educativos de acuerdo a las necesidades e intereses de los alumnos, debido a diversos factores como la falta de capacitación o la poca disponibilidad de tiempo. Además, se les dificulta modificarlos, crearlos y compartirlos respetando las normas de derechos de autor y protegiendo sus datos personales como: nombre completo, número de identificación, dirección, número de teléfono, correo electrónico, entre otros, para cuidar su privacidad y evitar el robo de identidad o el uso indebido de dicha información.

Por otra parte, el 40% de la población posee un nivel integrador y el 10% un nivel líder reflejando que la mitad de los docentes cuentan con habilidades avanzadas. La mayoría de ellos son capaces de seleccionar recursos digitales para la enseñanza y el aprendizaje, además protegen adecuadamente la información digital confidencial, sin embargo, requieren formación en la competencia de creación y modificación de recursos digitales.

Contenidos digitales.

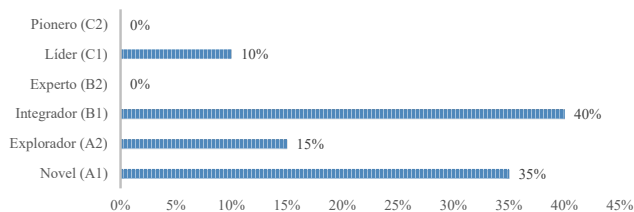


Figura 2. Resultados del nivel de competencias del área de

Contenidos digitales.

Fuente: Los autores.

Los resultados muestran que el 55% de los docentes encuestados poseen en el área de evaluación y retroalimentación un nivel novel (Figura 3), y el 15% un nivel explorador, mientras que ninguno de ellos un nivel líder y pionero, reflejando que ocasionalmente emplean las tecnologías digitales para mejorar las estrategias de evaluación y para proporcionar a sus alumnos retroalimentación, por lo que continúan utilizando las tradicionales como: pruebas orales, trabajos, proyectos y exámenes escritos, lo que limita la efectividad de la evaluación. Además, pasan por alto que dichas herramientas permiten que las evaluaciones sean más interactivas y se adapten a los estilos de aprendizaje de cada alumno (visual, auditivo y kinestésico) y que permiten retroalimentaciones inmediatas y personalizadas.

Evaluación y retroalimentación.

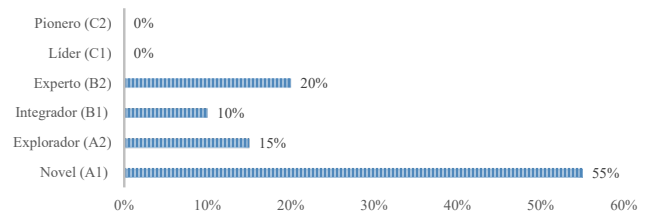


Figura 3. Resultados del nivel de competencias del área de Evaluación y retroalimentación.

Fuente: Los autores.

Se observó que el 50% de los docentes posee en el área de enseñanza y aprendizaje un nivel explorador (Figura 4), reflejando que son conscientes de la importancia de la integración de la tecnología en el aula. Además, frecuentemente gestionan y organizan el uso de las tecnologías digitales en la enseñanza y el aprendizaje, sin embargo, su dominio y uso sigue siendo básico. Por otra parte, existe un 20% que posee un nivel experto, evidenciando que existe desigualdad en la calidad de la enseñanza. Los docentes que utilizan tecnologías digitales pueden estar más actualizados en términos de metodologías de enseñanza. Además, si solo el 20% de los docentes emplean las tecnologías digitales, es probable que exista una brecha en la integración de estas herramientas en el aula, generando así que algunos alumnos tengan acceso a experiencias de aprendizaje más enriquecedoras y actualizadas que otros.

Enseñanza y aprendizaje.

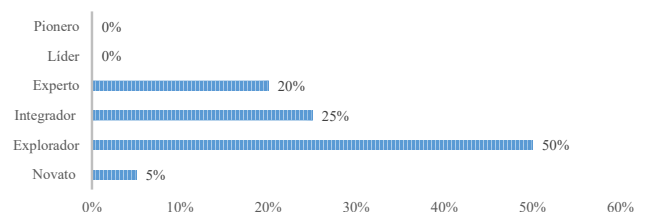


Figura 4. Resultados del nivel de competencias del área de

Enseñanza y aprendizaje.

Fuente: Los autores.

Se evidencia que el 35% de los docentes poseen en el área de empoderamiento de los estudiantes un nivel integrador (Figura 5), mientras que el 20% un nivel experto, evidenciando que la mayoría de los docentes procura que todos los estudiantes tengan acceso a las tecnologías digitales utilizadas dentro y fuera del aula, por ejemplo: computadoras y celulares. Además, seleccionan y emplean estrategias pedagógicas digitales que se adapten al contexto digital de los estudiantes, teniendo en cuenta las limitaciones contextuales para su uso, así como sus competencias, expectativas y actitudes.

Empoderamiento de los estudiantes.

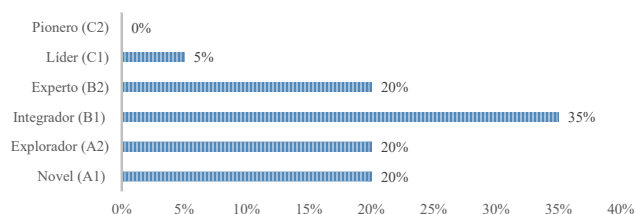


Figura 5. Resultados del nivel de competencias del área de Empoderamiento de los estudiantes.

Fuente: Los autores.

El 60 % de la población posee en el área de desarrollo de la competencia digital de los estudiantes un nivel novel (Figura 6), mientras que ninguno de ellos posee un nivel líder y pionero, evidenciando que ocasionalmente diseñan actividades en las que los alumnos demuestren sus necesidades de formación, evalúen la información e identifiquen y analicen su credibilidad. Además, se identificó que muchos de los docentes no implementan actividades que permitan la alfabetización digital de sus estudiantes, no reflexionan sobre sus estrategias pedagógicas, no fomentan la comunicación, la colaboración digital, la creación de contenidos digitales por parte de los estudiantes, y el uso responsable de la tecnología (Redecker, 2020).

Para que los docentes logren desarrollar las competencias digitales en sus alumnos es necesario que integren la tecnología en el aula, fomenten la creatividad, la colaboración y la resolución de problemas, enseñen a sus estudiantes a utilizar de manera crítica y responsable las herramientas digitales, y principalmente que proporcionen oportunidades para la práctica y experimentación, para que sus alumnos exploren y utilicen diferentes herramientas digitales. Es necesario entender que el desarrollo de esta competencia es muy importante porque de acuerdo a Redecker (2020) esta área es una de las competencias transversales que un docente necesita inculcar en sus alumnos, ya que esto les permitirá ser ciudadanos digitalmente responsables y competentes en el mundo actual.

Desarrollo de la competencia digital de los estudiantes.

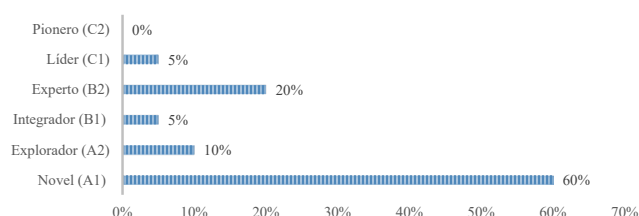


Figura 6. Resultados del nivel de competencias del área de Desarrollo de la competencia digital de los estudiantes.

Fuente: Los autores.

En general, la mayoría de los docentes no cuenta con las competencias necesarias para hacer un uso efectivo de las TIC (Hernández-Suárez et al., 2016), muchos de ellos requieren desarrollar sus competencias y trabajar principalmente en áreas como: Compromiso profesional, Evaluación y retroalimentación, Enseñanza y aprendizaje y Desarrollo de la competencia digital de los estudiantes, ya que son áreas en las que más del 50% de docentes presentan dificultades. A través del análisis se identificó que existe una mínima parte de la población que posee competencias adecuadas. Además, se identificó que existen brechas que deben ser cerradas a través de capacitaciones.

4. Conclusiones

Durante los últimos años, las competencias en tecnologías de la información y comunicación (TIC) han adquirido gran importancia debido a la incorporación de la tecnología en el entorno laboral y su frecuente uso en casi todas las áreas de nuestra vida. Sin embargo, la adquisición de estas competencias no se logra automáticamente al estar inmersos en una sociedad digitalizada (Díaz-Arce & Loyola-Illescas, 2021), más bien es un proceso que requiere de compromiso, tiempo y esfuerzo. Hoy en día, uno de los errores más comunes es limitar estas competencias al simple uso de dispositivos tecnológicos, cuando en realidad implica mucho más que ello, pues se trata de comprender su potencial y emplearlos de manera efectiva en diversas situaciones.

Dichas competencias permiten a los profesionales mantenerse actualizados y desenvolverse con éxito en una sociedad cada vez más digitalizada, por lo tanto, dado que es responsabilidad del docente guiar, facilitar el aprendizaje de sus alumnos y prepararlos para la vida (Betancur-Chicué et al., 2023), es necesario que posean estas habilidades y que las dominen, sin embargo, a través de esta investigación se identificó que el uso efectivo y su integración sigue siendo un reto para los docentes. Muchos de ellos son conscientes del potencial de las tecnologías digitales y están interesados en utilizarlas, pero no lo hacen de manera integral, mientras que otros prefieren continuar con una metodología tradicional, quizás porque es lo que siempre ha funcionado o por la falta de capacitación, por lo que de acuerdo a Bernate & Fonseca (2023) es necesario que los centros educativos brinden espacios para adquirir estos conocimientos.

Además, se observó que las competencias en las que enfrentan mayor dificultad son aquellas relacionadas con la planificación e integración de tecnologías digitales en las etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo tanto, es importante implementar actividades que fomenten el alcance de un nivel más avanzado y la actualización del conocimiento. Finalmente, de acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que, es necesario realizar evaluaciones periódicas de las competencias digitales de los

docentes, a fin de reconocer sus fortalezas y debilidades, debido a que esto proporciona una base para el desarrollo de programas de formación y capacitación. Además, un diagnóstico preciso permite a las instituciones educativas diseñar estrategias para promover un uso eficiente y efectivo de las TIC en el aula.

Esta investigación permitió identificar una serie de líneas futuras de investigación. La primera, referida a los factores que influyen en el desarrollo de competencias digitales, como el nivel de educación en el que labora, debido a que se observó que los docentes que poseen competencias básicas pertenecen al subnivel de educación inicial, mientras que en el elemental y media se encuentran los docentes con un nivel más avanzado. Además, se evidenció que existe una percepción errónea de que los docentes que trabajan en los niveles de educación preescolar y primaria requiere competencias más simples que aquellos que trabajan en un nivel superior. La segunda, el impacto que tiene el nivel de competencias TIC de los docentes en el desarrollo de competencias digitales de los alumnos. Finalmente, como influye la integración de la tecnología en el currículo, en el desarrollo de competencias digitales de los docentes. En este sentido, es necesario realizar investigaciones que permitan solucionar dichos problemas (Ruiz-Ramirez et al., 2020).

Contribución de los autores

Sinaí Victoria Gallo García: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Redacción- borrador original del artículo. **Johana Katherine Montoya Lunavictoria:** Supervisión, Validación, Visualización, Redacción- revisión y edición del artículo.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias bibliográficas

- Basilotta, V., Matarranz, M., Casado-Aranda, L.-A., & Otto, A. (2022). Teachers' digital competencies in higher education: A systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00312-8>
- Bernate, J. A., & Fonseca, I. P. (2023). Impacto de las Tecnologías de Información y Comunicación en la educación del siglo XXI: Revisión bibliométrica. *Revista de Ciencias Sociales*, 24(1), 227-242.
- Betancur-Chicué, V., Gómez-Ardila, S.-E., Cárdenas-Rodríguez, Y.-P., Hernández-Gómez, S.-A., Galindo-Cuesta, J.-A., & Cadrazco-Suárez, M.-A. (2023). Instrumento para la identificación de competencias digitales docentes: Validación de un instrumento basado en el DigCompEdu en la Universidad de la Salle, Colombia. *Revista Prisma Social*, 41, 27-46.
- Cabero-Almenara, J., & Palacios-Rodríguez, A. (2020). Marco Europeo de Competencia Digital Docente «DigCompEdu». Traducción y adaptación del cuestionario «DigCompEdu Check-In». *Revista de Educación Mediática y TIC*, 9(1), 213-234. <https://doi.org/10.21071/edmetec.v9i1.12462>
- Cabero-Almenara, J., Romero-Tena, R., & Palacios-Rodríguez, A. (2020). Evaluación de los Marcos de Competencias Digitales Docentes mediante juicio de experto: Utilización del coeficiente de competencia experta. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 9(2), 292-311. <https://doi.org/10.7821/naer.2020.7.578>
- Cela, K., Castillo, S., Hinojosa, C., & Delgado, R. (2022). Diagnóstico y mejoramiento de las competencias digitales. El caso de los profesores de instituciones educativas del sector público de los cantones Rumiñahui y Mejía. *Vínculos ESPE*, 7(3), 29-42. <https://doi.org/10.24133/vinculosespe.v7i3.2674>
- Díaz-Arce, D., & Loyola-Illescas, E. (2021). Competencias digitales en el contexto COVID 19: Una mirada desde la educación. *Revista Innova Educación*, 3(1), <https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.01.006>
- George-Reyes, C. E., & Valerio-Ureña, G. (2022). Validación de un instrumento para medir las competencias digitales docentes en entornos no presenciales emergentes. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 80, 181-197. <https://doi.org/10.21556/edutec.2022.80.2315>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.a ed.).
- Hernández-Suárez, C. A., Arévalo-Duarte, M. A., & Gamboa-Suárez, A. A. (2016). Competencias TIC para el desarrollo profesional docente en educación básica. *Praxis & Saber*, 7(14), 41-69. <https://doi.org/10.19053/22160159.5217>
- INTEF. (2022). *Marco de Referencia de la Competencia Digital Docente*.
- Jiménez-Martínez, K. A., Lázaro-García, M. L., Martínez-Mercado, J., & Zamudio-Rodríguez, B. R. (2023). Diagnóstico de competencias digitales docentes en la educación superior tecnológica en un contexto post pandemia. *CIE Academic Journal*, 2(1), 69-79. <https://doi.org/10.47300/2953-3015-v2i1-06>
- Martínez, K. A. J., García, M. L. L., Mercado, J. M., & Rodríguez, B. R. Z. (2023). Diagnóstico de competencias digitales docentes en la educación superior tecnológica en un contexto post pandemia. *CIE Academic Journal*, 2(1), 69-79. <https://doi.org/10.47300/2953-3015-v2i1-06>
- Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea. (2006). *Competencias clave para el aprendizaje permanente. Un marco de referencia europeo*. Diario Oficial de la





Unión Europea. <https://www.educacionyfp.gob.es/dctm/ministerio/educacion/mecu/movilidad-europa/competenciasclave.pdf?documentId=0901e72b80685fb1>

Redecker, C. (2020). *Marco europeo para la competencia digital de los educadores*: DigCompEdu. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/205287>

Ruiz-Ramirez, J. A., Tamayo-Preval, D., & Montiel-Cabello, H. (2020). Competências digitais de professores na modalidade de aulas online: Estudo de caso no contexto da crise sanitária. *Texto Livre. Linguagem e Tecnologia*, 13(3), 47-62. <https://doi.org/10.35699/1983-3652.2020.25592>



Inteligencia Artificial y Realidad Aumentada como herramientas innovadoras en el desarrollo de cuentos educativos

Artificial Intelligence and Augmented Reality as innovative tools for the development of educational stories

Autores

✉ * Christian Xavier Núñez Zavala

✉ Manuel David Isín Vilema

✉ Cristhy Nataly Jimenez Granizo

✉ Geonatan Octavio Peñafiel Barros

Facultad de Ciencias de la Educación,
Humanas y Tecnologías, Universidad
Nacional de Chimborazo, Riobamba,
Ecuador.

* Autor para correspondencia

Comó citar el artículo:

Núñez Zavala, C.X., Isín Vilema, M. D., Jiménez Granizo, C. N. & Peñafiel Barros, G. O. (2023). Inteligencia Artificial y Realidad Aumentada como herramientas innovadoras en el desarrollo de cuentos educativos. *Informática y Sistemas: Revista de Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones*, 7(2), 79-87. <https://doi.org/10.33936/isrtic.v7i2.6156>

Enviado: 13/10/2023
Aceptado: 21/11/2023
Publicado: 12/12/2023

Resumen

La investigación presenta los resultados de la utilización de cuentos educativos creados mediante inteligencia artificial y realidad aumentada como herramientas innovadoras para fomentar las habilidades lectoras en niños de instituciones educativas rurales de la ciudad de Riobamba. La población de estudio son 70 estudiantes de sexto año de educación general básica de dos instituciones educativas rurales que incluyó niños de 10 - 11 años. Se realizó un estudio con enfoque cuantitativo, diseño cuasiexperimental y con alcance descriptivo. La investigación se desarrolló en tres fases: (1) Recolección de datos del estado inicial, (2) Diseño y elaboración de cuentos educativos y, (3) Recolección de datos luego de aplicar los cuentos como herramienta innovadora. La fase de diseño de cuentos se fundamenta en el diagnóstico inicial que, evidenció el género preferido por los estudiantes para la construcción de imágenes y texto mediante prompts, en aplicaciones de inteligencia artificial. Los resultados obtenidos luego de aplicar los cuentos interactivos a los estudiantes fueron positivos evidenciando un gran interés por parte de los encuestados en usar un cuento generado por inteligencia artificial con contenido de realidad aumentada esto demuestra que la incorporación de las TIC en los procesos de aprendizaje resulta ser una estrategia que beneficia los procesos educativos mediante la innovación.

Palabras clave: Inteligencia Artificial; Innovación Educativa; Realidad Aumentada; Habilidades Lectoras.

Abstract

The research presents the results of the use of educational stories created through artificial intelligence and augmented reality as innovative tools to promote reading skills in children from rural educational institutions in the city of Riobamba. The study population is 70 students in the sixth year of general basic education from two rural educational institutions that included children aged 10 - 11 years old. The study was conducted with a quantitative approach, quasi-experimental design and descriptive scope. The research was developed in three phases: (1) Data collection of the initial state, (2) Design and elaboration of educational stories, and (3) Data collection after applying the stories as an innovative tool. The story design phase is based on the initial diagnosis, which showed the students' preferred genre for the construction of images and text through prompts in artificial intelligence applications. The results obtained after applying the interactive stories to the students were positive, showing a great interest on the part of the respondents in using a story generated by artificial intelligence with augmented reality content, which demonstrates that the incorporation of ICT in the learning processes is a strategy that benefits the educational processes through innovation.

Keywords: Artificial Intelligence; Educational Innovation; Augmented Reality; Reading Ability.



1. Introducción

La problemática de la lectura en América Latina está estrechamente vinculada con el estancamiento en el progreso de las naciones del continente, lo que muestra un panorama poco alentador del nivel de comprensión lectora de los estudiantes latinoamericanos en relación con otras naciones (González, 2019).

Según Vera Sánchez et al. (2022), al evaluar el progreso de los estudiantes de Educación Básica Media, se identifica que la mayor dificultad en comprensión lectora se produce en el área de Matemáticas, con un 37.14%. Le siguen Lenguaje con un 17.14%, Estudios Sociales con un 14.29%, y Ciencias Naturales con un 7.14%. Esto pone de manifiesto que la problemática actual en torno a la lectura se deriva de la falta de conexión entre la práctica de la lectura y los sujetos de aprendizaje.

Actualmente, la inteligencia artificial (IA) está provocando un impacto creciente en la educación, tanto en la enseñanza, la administración y gestión de las instituciones educativas (Muñoz De La Peña et al., 2022). Existen varios ejemplos del uso de la inteligencia artificial en la educación, como el desarrollo de prototipos para la atención al paciente en enfermería, donde la inteligencia artificial ayuda a mejorar la calidad de la atención médica y disminuir los errores humanos (Mejías et al., 2022).

Otro ejemplo es el uso de la inteligencia artificial para el desarrollo de competencias digitales en la educación actual, permitiendo a los estudiantes adquirir habilidades digitales importantes para su futuro profesional (Díaz & Loyola, 2021). Además, la IA se está utilizando para mejorar la participación en la educación superior, propiciando que más estudiantes reciban una educación de calidad México (Toscano De La Torre et al., 2021). La formación automatizada también es un campo maduro en el que se utiliza la inteligencia artificial para proporcionar una formación versátil con una sólida base científica. Adicionalmente, existen trabajos en los cuales se enfocan consideraciones teóricas sobre la IA en la educación que abarcan perspectivas educativas y teórico-filosóficas, de manera que los expertos en educación puedan comprender el impacto de la IA en la educación y cómo utilizarla de manera efectiva (Souza E Silva et al., 2022).

Por otra parte, la realidad virtual (VR por sus siglas en inglés) es comúnmente utilizada en educación para crear experiencias inmersivas que permita a los estudiantes explorar y aprender en un entorno virtual. Esta tecnología, tal como se manifiesta en Revilla Carrasco et al. (2021), posibilita la creación de visitas virtuales y ejercicios 360° que permiten a los estudiantes experimentar la interacción de métodos y espacios artísticos con estudiantes de carreras de educación básica con una metodología inmersiva. En cuanto a la educación científica de educación superior, en los últimos tiempos, se están desarrollando programas de formación en realidad virtual, que permiten a los

estudiantes explorar conceptos científicos de forma visual y más interesante (Pimentel Elbert et al., 2023).

La realidad aumentada (RA), por otro lado, se utiliza en educación para superponer información digital al mundo real, permitiendo a los estudiantes interactuar con el mundo físico de una manera más rica y significativa. Las experiencias prácticas virtuales de la RA se aplican a estudiantes de primaria en un centro de educación primaria, brindando a los estudiantes la posibilidad de aprender de manera más interactiva y mucho más atractiva (Rodríguez Caldera, 2021). La RA se ha convertido a su vez, en una estrategia para atender a estudiantes con necesidades educativas especiales (NEE) es así como es empleada para promover la educación de estudiantes con dislexia mediante el uso de nuevas tecnologías que les permita interactuar con el mundo de manera más fácil y significativa (Pimentel Elbert et al., 2023).

Tanto la realidad virtual como la realidad aumentada han sido fundamentales en la construcción de revistas virtuales inmersivas utilizadas, de acuerdo con la literatura, en el aprendizaje de estudiantes de educación primaria. Es así que, en la actualidad, esta combinación de tecnologías se ha vuelto cada vez más relevante en el ámbito educativo, ya que promueve el desarrollo de habilidades y competencias necesarias para el siglo XXI (Lemos Bergamaschi et al., 2022).

La integración de la realidad aumentada y realidad virtual en la educación ha demostrado ser una herramienta efectiva para mejorar el aprendizaje, al proporcionar experiencias inmersivas y contextualizadas. Sin embargo, todavía es latente la carencia de recursos educativos interactivos y accesibles que combinen la realidad aumentada y realidad virtual, específicamente en forma de una revista virtual inmersiva (De Araujo & Dias Souza, 2022). Esta problemática plantea la necesidad de investigar y desarrollar una revista virtual interactiva que contenga elementos de realidad aumentada y realidad virtual como apoyo al proceso de aprendizaje de los estudiantes de educación primaria.

La presente investigación se orienta a determinar de qué manera la construcción de una revista virtual inmersiva de cuentos educativos elaborados a través de inteligencia artificial (IA) y realidad aumentada (RA) promueve desarrollo de habilidades de lectura, la motivación de los estudiantes y su retención de conocimientos (Juvera & Hernández López, 2021). A través de un estudio cuasi-experimental, mediante una encuesta inicial de conocimiento de se pudo identificar el estado inicial de los sujetos de estudio con respecto al grado de aceptación por la lectura de cuentos educativos, para posteriormente determinar si la utilización de esta estrategia educativa tecnológica generó una aceptación de uso y el gusto por la lectura.

La investigación se llevó a cabo en instituciones educativas de las parroquias rurales de la ciudad de Riobamba, siendo los sujetos de estudio 70 estudiantes de sexto año de educación general

básica de dos instituciones educativas rurales que incluyó niños de 10 - 11 años, a quienes se les entregó la revista de inmersión de realidad aumentada cuyos cuentos, tanto en su texto como las imágenes relacionadas fueron construidas a través la inteligencia artificial, brindando de esta manera material innovador que fomenta el desarrollo de las habilidades de lectura.

2. Materiales y Métodos

La investigación, que fue concebida bajo un enfoque cuantitativo, diseño cuasiexperimental con alcance descriptivo, fue aplicada en las parroquias rurales del cantón Riobamba, provincia de Chimborazo; específicamente en la Unidad Educativa San Juan y la Unidad Educativa Simón Rodríguez. Se incluyó como sujetos de estudio a los estudiantes del sexto año de educación básica, con una población total de 70 niños de entre 10 y 11 años de edad: 33 estudiantes de la Unidad Educativa San Juan y 37 estudiantes en la Unidad Educativa Simón Rodríguez, correspondiendo de esta manera a un muestreo no probabilístico que se conformó con la totalidad de la población.

El alcance descriptivo de la investigación permitió establecer las características en cuanto a la comprensión lectora de los sujetos de estudio antes y después de la utilización de la estrategia innovadora basada en inteligencia artificial y realidad aumentada (Ñaupas et al., 2011). La técnica empleada fue la encuesta mediante un cuestionario estructurado de preguntas, donde se realiza una encuesta inicial para conocer el nivel agrado, gustos actuales por la lectura y posterior a que se haya usado el cuento innovador con la población en estudio la aplicación de un cuestionario para medir el nivel de aceptación de uso y el gusto por la lectura de cuantos en donde se pueda evidenciar que las TIC en los procesos de aprendizaje resultan ser una estrategia que beneficia los procesos de aprendizaje.

Así mismo, para determinar la validez de los instrumentos y comprensión del mismo, se recurrió a la validación por expertos cuyo perfil se enmarca dentro de la línea de investigación de TIC en la Educación donde se aplica la validación mediante método Delphi de un cuestionario aplicando las fases: preliminar, exploratorio, final (Blasco et al., 2010). Los expertos que participaron en la validación fueron docentes de la Carrera de Pedagogía de la Informática de la Universidad Nacional de Chimborazo. Para la aplicación de los instrumentos se usaron canales digitales como Google Docs y el análisis de los datos se realizó con Microsoft Excel.

El procedimiento sistemático de las fases de la investigación que se llevó a cabo se resume a continuación:

Fase 1. Recolección de datos del estado inicial. Corresponde a la fase donde se aplicó una encuesta inicial para conocer el nivel agrado, gustos actuales por la lectura y determinar la comprensión lectora de los niños sin la utilización de tecnología. Con la colaboración de la maestra tutora, se aplicó la encuesta a toda la población para posteriormente generar un reporte de los datos obtenidos que ayudaran a tener una relación del estado inicial con el estado posterior aplicar el cuento de innovación a la población de estudio.

Fase 2. Diseño y elaboración de cuentos educativos mediante I.A. y R.A. Con base en los datos recabados a partir de la encuesta inicial, se determinaron algunas de las necesidades en cuanto a la comprensión lectora de los niños. Así también, los datos sobre las preferencias de lectura permitieron detectar posibles temáticas para diseñar con Inteligencia Artificial, historias narrativas que puedan ser visualizadas a través de la realidad aumentada. En esta fase se realizaron los siguientes pasos para el diseño y elaboración de cuentos educativos:

a. Redacción automática mediante inteligencia artificial utilizando ChatGpT donde se utilizó varios prompts para obtener diferentes tipos de cuentos. De acuerdo con los resultados de la etapa inicial, el género seleccionado fue aventura. En la Figura 1, se puede observar uno de los ejemplos de prompt efectivo utilizado características para una correcta generación de información.

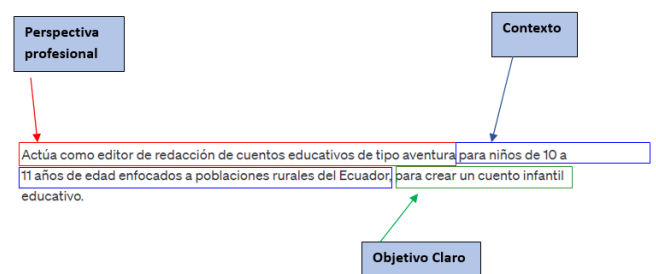


Figura 1. Prompt efectivo para la generación de un cuento de aventura en chatGPT
Fuente: Los autores.

b. Generación de imágenes mediante inteligencia artificial donde se utilizó la página de generación de imágenes de Bing, que incorporó un párrafo con las características que se generó en la redacción automática con chatGPT. La Figura 2 ilustra una de las imágenes generadas para el cuento de aventura. Se determinó como parte de los requerimientos, elaborar una imagen para cada uno de los capítulos generados del cuento.

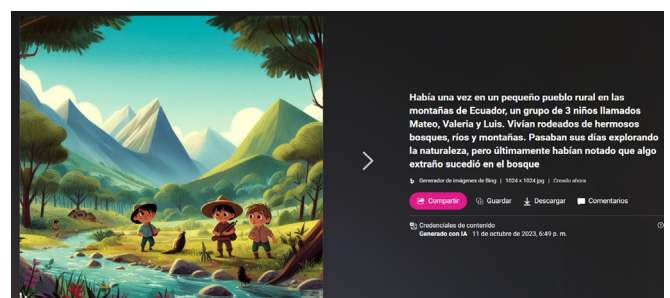


Figura 2. Prompt de generación de imagen referencial en Bing
Fuente: Los autores.

c. Diseño y programación de ambientes en realidad aumentada. Para el diseño de ambientes de realidad aumentada que servirán como tecnología inmersiva para captar el interés de los estudiantes se utilizó la herramienta Assemblr Studio. En esta plataforma se elabora el ambiente de realidad aumentada, en función del escenario que se considera en el cuento. La interacción de los

estudiantes con este tipo de ambientes de realidad aumentada es a través de códigos QR que son colocados en la revista inmersiva a los cuales los estudiantes pueden acceder mediante un dispositivo como Tablet o smartphone. En la figura 3 se puede observar un ejemplo de ambiente generado con la herramienta de realidad aumentada para el cuento diseñado mientras que, en la Figura 4 se observa el resultado de la generación del ambiente con su respectivo código QR listo para ser incrustado en la revista inmersiva.

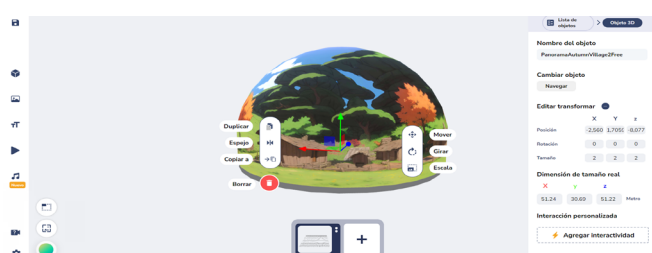


Figura 3. Assemblr Studio plataforma de edición de ambientes de Realidad aumentada
Fuente: Los autores.

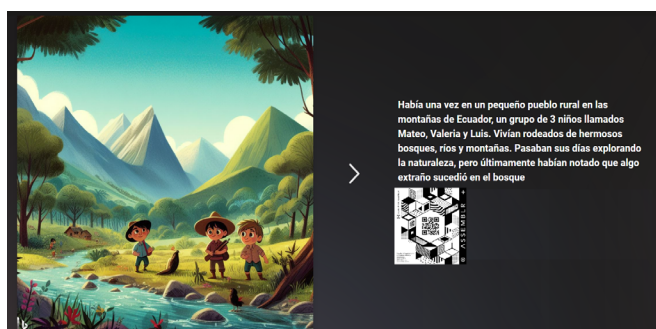


Figura 4. Página del cuento con código QR del ambiente en realidad aumentada
Fuente: Los autores.

d. Diseño Editorial e impresión del cuento. Como todo producto editorial, el resultado se sometió al proceso de diseño editorial para su publicación y presentación en formato de 40cm x 40cm. En este sentido, partiendo del género de la historia y el mercado meta del lector, se consideró elementos como tipografía, cromática y la forma para mantener una armonía y composición adecuadas para la impresión del soporte. Esta fase fue ejecutada por profesionales del área de Diseño Gráfico con amplios conocimientos en procesos editoriales.

Fase 3. Recolección de datos luego de aplicar los cuentos como herramienta innovadora. Una vez diseñado y elaborado el material generado en la fase 2, se procedió a entregar a los

participantes del estudio para posteriormente aplicar una encuesta final con el objetivo de analizar el interés por la lectura mediante intervención tecnología en la comprensión lectora de los niños y el grado de aceptación. Los participantes entraron en contacto con el cuento en formato físico e interactuaron con la parte tecnológica inmersa en el cuento a través de sus dispositivos tablets o smartphones. La aplicación de esta fase tuvo una duración aproximada de 45 minutos.

3. Resultados y Discusión

Analizados los datos derivados de la encuesta inicial aplicada a los 70 niños del total de la población de 10 a 11 años de la Unidad Educativa San Juan y de la Unidad Educativa Simón Rodríguez, se pudo determinar el grado de interés inicial en la lectura de cuentos. Los resultados permitieron identificar que la mayor parte de los encuestados tienen de poco a medianamente aceptable gusto por la lectura, tal como se evidencia en la figura 5, siendo este precisamente uno de los indicadores para propiciar poner al alcance de los niños, material tecnológico que se oriente a incrementar su gusto por la lectura. Lo mencionado demuestra que, el uso de las TIC como estrategia innovadora en la comprensión lectora es fundamental para lograr que los estudiantes desarrollen hábitos lectores, se motiven y mejore su proceso de lectura y que a su vez cuenten con elementos multimedia como videos, sonidos, realidad virtual y aumentada (Calderón, 2013).

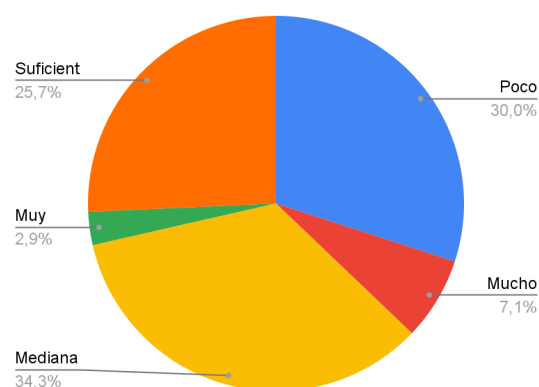


Figura 5. Datos iniciales del gusto por la lectura de cuentos de los participantes del estudio
Fuente. Los Autores

Tal como se aprecia en la figura 5, el 30% de los encuestados, tienen poco interés y el 34,3% manifiestan medianamente tener gusto por la lectura. Probablemente, una de las principales razones que motivan este resultado se refleja en la falta de libros que efectivamente provoquen el interés de los niños

y los entretengan a la vez que aprenden a través de la lectura. No poseen herramientas de lectura que vinculen elementos tecnológicos por lo que su tiempo lo invierte en otras actividades que no precisamente fortalecen las habilidades lectoras. En este sentido, las TIC inciden considerablemente en la transformación de la sociedad (Núñez-Pérez, 2015). Los recursos digitales se convirtieron en nuevas formas de acceso al campo cognitivo bajo criterios de autoaprendizaje, autodisciplina e interactividad, lo que ha propiciado la formación de una nueva cultura de gestión del conocimiento (Novoa, 2013).

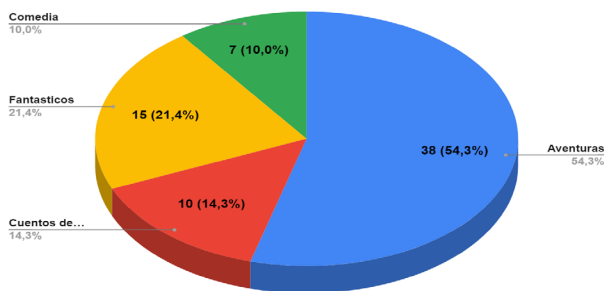


Figura 6. Tipo de cuentos preferirías o prefieres leer
Fuente: Los Autores

En la figura 6 se refleja que el 54% de los niños prefieren cuentos cuyos contenidos impliquen aventura para que les cause interés y gusto por la lectura. Este resultado permitió determinar el género al cual se tiene que enfocar la creación del cuento con inteligencia artificial y realidad aumentada.

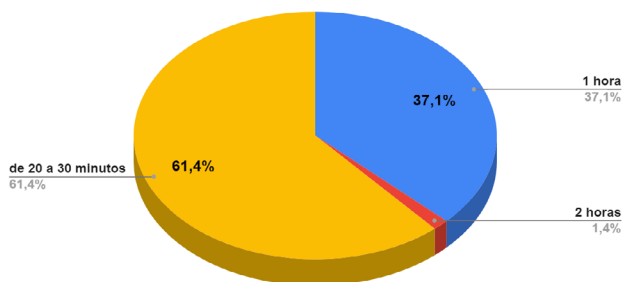


Figura 7. El tiempo que se dedicaría a leer un libro tipo cuento, sin utilizar cuentos de realidad aumentada generados por inteligencia artificial
Fuente: Los Autores

En la figura 7, se muestran los datos antes de la intervención de los cuentos de realidad aumentada generados por inteligencia artificial, en la que se puede evidenciar que la mayoría de los estudiantes encuestados en un porcentaje del 61% solo le gustaría dedicar un tiempo de lectura a cuentos entre 20 a 30 minutos. Apenas un 1% dedicaría un tiempo de 2 horas a leer un cuento.

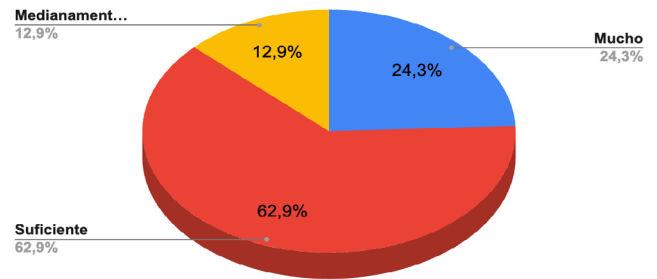


Figura 8. Luego de haber usado un cuento de realidad aumentada utilizando Inteligencia artificial, ¿Qué tanto te gusta leer cuentos?
Fuente: Los Autores

Analizados los datos derivados de la encuesta final, se pudo determinar si el uso de la inteligencia artificial con la realidad aumentada logra causar interés con el material tecnológico expuesto a los estudiantes. A partir de estos resultados se identificó que, a la mayor parte de los niños les causa interés y gusto por interactuar y leer los cuentos con elementos tecnológicos interactivos (Ver figura 8). De esta manera, es necesario puntualizar que, si bien la combinación de elementos físicos con estrategias tecnológicas apoyaría el proceso de comprensión lectora, existen aspectos que se deben tomar en cuenta en el diseño y elaboración de este tipo de material para evitar promover insumos generen un elevado cansancio visual al momento de ser utilizados.

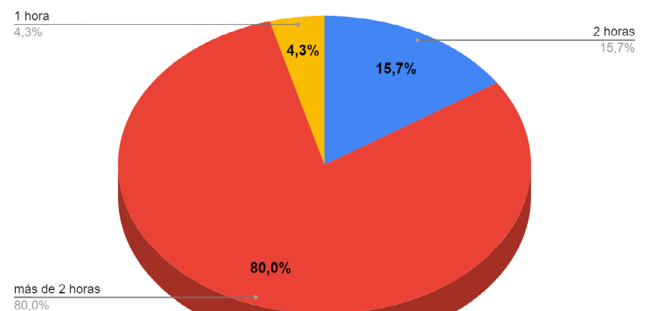


Figura 9. ¿Cuánto tiempo dedicarías a leer un libro tipo cuento de realidad aumentada utilizando Inteligencia artificial?
Fuente: Los Autores

En la figura 9 se puede observar que a diferencia de la figura 7 donde se realiza la misma pregunta, pero considerando cuentos normales, el tiempo de dedicación de lectura ahora para cuentos con herramientas innovadoras se incrementa. De acuerdo con este resultado, el 80 % de estudiantes tomarían más de 2 horas

en la dedicación de lectura de un cuento de realidad aumentada con inteligencia artificial. Esto se debe a que, los estudiantes pudieron poner en práctica la lectura de estos cuentos, donde para ejecutar la realidad aumentada necesitan escanear códigos QR e ir observando de una manera interactiva el ambiente de realidad aumentada mientras van dando lectura textual al cuento. Este resultado, sugiere de manera particular que mediante la innovación tecnológica y la aplicación correcta de la TIC se puede captar el interés por la lectura en el estudiante y por ende fomentar sus habilidades lectoras.

4. Conclusiones

La revista inmersiva es una herramienta educativa de gran valor que puede mejorar significativamente la calidad de la educación. Al integrar la realidad virtual y aumentada, se generan escenarios creativos e innovadores dentro del ámbito educativo. Su uso puede ayudar a los estudiantes a superar dificultades en ciertas asignaturas y motivarlos a aprender de manera más efectiva, demostraron que la incorporación de las TIC en los procesos de aprendizaje resulta ser una estrategia que beneficia los procesos educativos.

El estudio realizado mediante un diseño cuasiexperimental y con alcance descriptivo permitió determinar las características y preferencias que los niños podrían requerir para despertar el interés y gusto por la lectura. Igualmente, los resultados obtenidos constatan una aceptación mayoritaria con respecto al uso de cuentos generados con I.A. y aplicado a R.A. debido fundamentalmente a las capacidades visuales e interactivas que estos recursos pueden brindar. En este sentido, un 98% de los sujetos de estudio señalan un interés por leer de entre 30 minutos a 1 hora con este tipo de herramientas.

Es importante considerar la integración de estas revistas inmersivas en las aulas para brindar una educación más completa y efectiva. De esta manera, se pueden generar entornos de aprendizaje más atractivos y dinámicos que fomenten la participación y el interés de los estudiantes. La revista inmersiva puede constituirse en una herramienta educativa que puede transformar la manera en que se enseña y se aprende en el aula.

En base a los resultados mostrados, se puede mencionar que la mejor forma de motivar a la lectura en el sector educativo de la sección básica corresponde la utilización de herramientas innovadoras que implican el uso de la tecnología. El estudio que se desarrolló en unidades educativas del sector rural del cantón Riobamba, posee un plus en cuanto a la atención de aquellos sectores vulnerables y menos favorecidos. Hay que recordar que las instituciones educativas públicas del sector rural carecen de medios económicos para adquirir costosos recursos tecnológicos para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje

de sus estudiantes. No obstante, los productos mostrados en esta investigación demuestran que no hace falta tener un alto presupuesto económico para acceder a herramientas innovadoras que propicien el desarrollo de habilidades fundamentales como la lectura.

El trabajo futuro de la presente investigación se orienta a desarrollar cuentos educativos que vinculen otro aspecto fundamental en la formación de los estudiantes que está estrechamente relacionado con la salud mental del estudiantado y que, se refiere al reconocimiento y manejo adecuado de emociones; ambos inmersos en el área de la inteligencia emocional.

Agradecimientos

Un agradecimiento muy especial a las Instituciones Educativas Rurales que nos ayudaron dentro de este proyecto de investigación: Unidad educativa Simón Rodríguez y Unidad Educativa San Juan, quienes formaron parte del proyecto de vinculación con la sociedad en convenio con la Universidad Nacional de Chimborazo.

Agradecimiento a familiares de los autores de este trabajo de investigación quienes apoyan de forma indirecta al desarrollo y ejecución del trabajo.

Contribución de los autores

Christiam Xavier Nuñez Zavala: Conceptualización, Investigación, Software (inteligencia artificial y realidad aumentada), **Manuel David Isín Vilema:** Metodología, Diseño de instrumentos, Análisis formal, Redacción – Diseño editorial. **Cristhy Nataly Jiménez Granizo:** Metodología, Análisis de datos encuestados, Redacción. **Geonatan Octavio Peñafiel Barros:** Aplicación y tabulación de instrumentos de investigación, Conceptualización.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Apéndice o Anexo

A.1. Instrumento de investigación. Pre-test

Encuesta Inicial: proyecto de investigación innovando la educación mediante la lectura

Encuesta para niños de las escuelas rurales de la ciudad de Riobamba.

Responder en base a las preguntas indicadas que el entrevistador le entregue.

1. Apellidos y Nombres *

2. Institución Educativa a la que pertenece. *

Marca solo un óvalo.

☐ Unidad Educativa "San Juan"

☐ Unidad Educativa "Simón Rodríguez"

3. ¿Qué tanto te gusta leer cuentos? *

Marca solo un óvalo.

☐ Muy Poco o Nada

☐ Poco

☐ Medianamente Suficiente

☐ Suficiente

☐ Mucho

4. ¿Por qué no te llama la atención leer? si fuera el caso en la pregunta anterior *
seleccionaste Muy Poco, Poco, Medianamente suficiente?

Marca solo un óvalo.

☐ No tengo cuentos en mi casa

☐ No tengo cuentos en mi escuela

☐ No tengo o no encuentro cuentos entretenidos

☐ No tengo dinero para comprar cuentos

☐ Leer es aburrido prefiero jugar o hacer otra cosa

☐ No comprendo la lectura y me aburro

☐ NO APLICA SI ME GUSTA LEER

5. ¿Qué tipo de cuentos preferirías o prefieres leer? *

Marca solo un óvalo.

☐ Cuentos de hadas

☐ Fantásticos

☐ Aventuras

☐ Comedia

6. ¿Sabes qué es la Realidad Aumentada? *

Marca solo un óvalo.

☐ Si

☐ No

7. ¿Sabes qué es la Inteligencia Artificial? *

Marca solo un óvalo.

☐ Si

☐ No

8. ¿Te gustaría leer cuentos donde puedas ver animaciones y movimientos de los personajes en realidad aumentada en un teléfono o Tablet?

Marca solo un óvalo.

☐ Si me gustaría

☐ No me gustaría

☐ No me gustaría ya que en casa mis padres no cuentan con teléfono o Tablet

☐ No me gustaría ya que en casa mis padres no cuentan con Internet

9. ¿Tus padres te alientan a leer cuentos? *

Marca solo un óvalo.

☐ Si

☐ No

10. ¿Tus docentes te alientan a leer cuentos? *

Marca solo un óvalo.

☐ Si

☐ No

11. ¿Cuánto tiempo dedicarías en leer un libro tipo cuento? *

Marca solo un óvalo.

☐ de 20 a 30 minutos

☐ 1 hora

☐ 2 horas

☐ más de 2 horas

A2. Instrumento de investigación. Post- test

Encuesta Final: proyecto de investigación innovando la educación mediante la lectura

Encuesta para niños de las escuelas rurales de la ciudad de Riobamba.

Responder en base a las preguntas indicadas que el entrevistador le entregue.

1. Apellidos y Nombres

2. Institución Educativa a la que pertenece. *

Marca solo un óvalo.

☐ Unidad Educativa "San Juan"

☐ Unidad Educativa "Simón Rodríguez"

3. Luego de haber usado un cuento de realidad aumentada utilizando Inteligencia artificial, ¿Qué tanto te gusta leer cuentos?

Marca solo un óvalo.

☐ Muy Poco o Nada

☐ Poco

☐ Medianamente Suficiente

☐ Suficiente

☐ Mucho





Referencias bibliográficas

4. ¿Qué tipo de cuentos preferirías o prefieres leer luego de haber usado un cuento de realidad aumentada utilizando Inteligencia artificial? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Cuentos de hadas
☐ Fantásticos
☐ Aventuras
☐ Comedia

5. Sabes qué es la Realidad Aumentada, luego de haber usado un cuento de realidad aumentada utilizando Inteligencia artificial? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Si
☐ No

6. Sabes qué es la Inteligencia Artificial, luego de haber usado un cuento de realidad aumentada utilizando Inteligencia artificial? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Si
☐ No

7. Te gustaría utilizar los cuentos de realidad aumentada utilizando Inteligencia artificial en un teléfono o Tablet? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Si me gustaría
☐ No me gustaría
☐ No me gustaría ya que en casa mis padres no cuentan con teléfono o Tablet
☐ No me gustaría ya que en casa mis padres no cuentan con Internet

8. Cuanto tiempo dedicarías en leer un libro tipo cuento de realidad aumentada utilizando Inteligencia artificial? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ 1 hora
☐ 2 horas
☐ más de 2 horas

Blasco, J., López, A., & Mengual, S. (2010). Validación mediante método Delphi de un cuestionario para conocer las experiencias e interés hacia las actividades acuáticas con especial atención al windsurf. *Revista Ágora para la educación física y el deporte*, 1(12), 75-96.

Calderón, D. (2013). Las TIC motivación en la comprensión lectora. Madrid, España. [Trabajo de fin de grado, Universidad Internacional de La Rioja]. https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/1866/2013_05_27_TFM_ESTUDIO_DEL_TRABAJO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

De Araujo, S. P., & Dias Souza, L. (2022). STEAM Education y el Diseño de los modelos de aprendizaje MOE, TAS y COM. i+Diseño. *Revista Científico-Académica Internacional de Innovación, Investigación y Desarrollo en Diseño*, 17, 23-34. <https://doi.org/10.24310/Idisenio.2022.v17i.15683>

Díaz, D., & Loyola, E. (2021). Digital competence in the context of COVID 19: A view from education. *Revista Innova Educación*, 3(1), 120-150. <https://doi.org/10.35622/jrie.2021.01.006.en>

González, L. (2019). La comprensión lectora y su importancia para estudiantes de la Universidad Mundo Maya, campus Campeche. *Revista Electrónica Gestión de las Personas y Tecnología*, 12(36), 33-45.

Juvera, J., & Hernández López, S. (2021). STEAM en la infancia y la brecha de género: Una propuesta para la educación no formal. *EDU REVIEW. International Education and Learning Review / Revista Internacional de Educación y Aprendizaje*, 9(1), 9-25. <https://doi.org/10.37467/gka-revedu.v9.2712>

Lemos Bergamaschi, C., A. C. Lima Gonçalves, M., Pires Campos, C. R., & Lyra Silva Passos, M. (2022). O uso da metodologia steam em sala de aula na dimensão da educação ambiental no currículo: Reflexões iniciais. *Revista Pedagógica*, 24, 1-26. <https://doi.org/10.22196/rp.v24i1.7168>

Mejías, M., Guarate Coronado, Y. C., & Jiménez Peralta, A. L. (2022). Inteligencia artificial en el campo de la enfermería. Implicaciones en la asistencia, administración y educación. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 2, 1-88. <https://doi.org/10.56294/saludcyt202288>

Muñoz De La Peña, D., Domínguez, M., Gomez-Estern, F., Reinoso, Ó., Torres, F., & Dormido, S. (2022).

- Estado del arte de la educación en automática. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, 19(2), 117-131. <https://doi.org/10.4995/riai.2022.16989>.
- Novoa, J. A. (2013). La cuestión integral del siglo XXI. *Saber, Ciencia y Libertad*, 8(1), 71-83. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2013v8n1.1879>
- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2011). Metodología de la investigación científica y asesoramiento de tesis (2a. ed.). Editorial San Marcos.
- Núñez-Pérez, V. (2015). Pedagogía social e interculturalismo: Una lectura posible. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 5(2), 141-149. <https://doi.org/10.19053/20278306.3716>
- Pimentel Elbert, M. J., Zambrano Mendoza, B. M., Mazzini Aguirre, K. A., & Villamar Cárdenas, M. A. (2023). Realidad virtual, realidad aumentada y realidad extendida en la educación. *RECIMUNDO*, 7(2), 74-88. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(2\).jun.2023.74-88](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.74-88)
- Revilla Carrasco, A., Murillo Ligorred, V., & Ramos Vallecillo, N. (2021). El uso de la realidad virtual en educación visual y plástica: Visitas virtuales y prácticas 360° con RoundMe. *Revista Afluir, extra3*, 19-32. <https://doi.org/10.48260/ralf.extra3.42>
- Rodríguez Caldera, B. (2021). Realidad Aumentada en Educación Primaria: Revisión sistemática. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 77, 169-185. <https://doi.org/10.21556/edutec.2021.77.1703>
- Souza e Silva, S. de, Martins Stavny, F., & Kalinke, M. A. (2022). La inteligencia artificial en el contexto de la educación: El análisis de sus avances a partir de perspectivas teórico – filosóficas y de procesos educativos. *PARADIGMA*, 43(2), 282-306. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2022.p282-306.id1227>
- Toscano de la Torre, B., Ponce, J., Cruz, A. de los Á., Zapién de la Torre, A., Contreras, G., & Pérez, J. (2017). Análisis de la Inclusión en la Educación Superior en México. Una propuesta de Indicadores para los Organismos Acreditadores. *Tecnología Educativa Revista Conaie*, 4(2), 35-51. <https://doi.org/10.32671/terc.v4i2.105>
- Vera Sánchez, D. E., Chávez Loo, M. D., & Zambrano, J. (2022). Comprensión lectora: Diagnóstico del aprendizaje de los estudiantes del subnivel básica media. *Dominio de las Ciencias*, 8(3), 976-993. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i3>