



TECNOLOGÍA
en marcha

Revista trimestral
Octubre 2023
Volumen 36
ISSN-E 2215-3241

Número especial

Congreso Internacional en
Inteligencia Ambiental, Ingeniería
de Software, Salud Electrónica
y Móvil – AmITIC.



Publicación y directorio en catálogos

latindex

redalyc.org UAEM

Dialnet

melICA

SciELO

REDIB
Red Iberoamericana
de Investigación y Docencia Científica

DOAJ

ET
Editorial Tecnológica
de Costa Rica

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

Comisión Editorial

Felipe Abarca Fedullo. Director.
Editorial Tecnológica de Costa Rica

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

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

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

Jorge Solano Jiménez
Instituto Costarricense del Cemento
y del Concreto

Edición técnica

Alexa Ramírez Vega

Edición asociada de esta edición

Esteban Arias-Méndez

Revisión filológica

Esperanza Buitrago Poveda

Diseño gráfico

Felipe Abarca Fedullo

Diagramación

Alexa Ramírez Vega

Diseño de cubierta

Ariana Sanabria García

Datos de catalogación en publicación

Tecnología en Marcha / Editorial Tecnológica
de Costa Rica. - Vol. 36, edición especial.
AmTIC Octubre, 2023 – Trimestral
ISSN-E 2215-3241

1. Ciencia y Tecnología –
Publicaciones periódicas CDD:600



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

**TEC** | Tecnológico
de Costa Rica

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

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

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

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

Publicación y directorio en catálogos



Revista trimestral
Volumen 36 especial
AmITIC. Octubre, 2023
ISSN-E: 2215-3241

TECNOLOGÍA *en marcha*

Contenidos

Presentación

Presentation

Esteban Arias-Méndez, Cynthia López-Valerio 3

Calidad del software y seguridad de aplicaciones a partir del proceso de desarrollo de software AGILISO y el estándar OWASP

Software quality and application security base on the AGILISO software development process and the OWASP standard

Carlos Arturo Blandón-Jaramillo, Jhon Steven Jaramillo-Becerra 5

Construcción e implementación de una aspiradora autónoma

Constructing and implementing of an autonomous vacuum cleaner

Cesar Marquínez, Gabriel Quintana, Kendrick Sánchez, Lilia Muñoz, Vladimir Villarreal 23

Brecha existente entre la malla curricular de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana respecto dos universidades del TOP5 Latinoamericano que referencian al Washington Accord

Existing gap between the curriculum mesh of the Industrial Engineering career of the Universidad Hispanoamericana with respect to two Latin American TOP5 universities that refer to the Washington Agreement

Héctor Jesús Ramírez-Mora 34

Evaluación de las metodologías de enseñanza y medios emergentes de la virtualidad en la educación presencial, en la Escuela de Publicidad de la Universidad Hispanoamericana, Costa Rica

Evaluation of teaching methodologies and emerging media of virtuality in face-to-face education at the School of Advertising of the Universidad Hispanoamericana, Costa Rica

Elizabeth Meza-Prado, Gabriel Vega-Mora 43

Análisis del uso de técnicas supervisadas de aprendizaje automático y profundo en la detección de fraude financiero

Analysis of the use of the supervised machine and deep learning techniques in the detection of financial fraud

Katherin Lizeth Rodríguez-Tovar, Fernando Gutiérrez-Portela, Ludivia Hernández-Aros 50

Detección de mascarillas utilizando reconocimiento facial

Facemask detection using face recognition

Xoán Teira, Nikolai Andreas Guerra, Jahir Gamar Castillo-Santamaria, Lilia Muñoz, Vladimir Villarreal 57

Uso de aplicaciones móviles para el desarrollo de Pymes en San Antonio de Escazú

Use of mobile applications for the development of SMEs in San Antonio de Escazú

Daniel Rodríguez-Ugalde 66

Sistema para la automatización del registro de asistencia en las aulas de clases

System for the automation of the attendance record in the classrooms

Jeisson Paredes, Edwar González, Jahir Gamar Castillo-Santamaria, Lilia Muñoz, Vladimir Villarreal 83

Presentación

Presentation

Esteban Arias-Méndez¹, Cynthia López-Valerio²

Arias-Méndez, E; López-Valerio, C. Presentación. *Tecnología en Marcha*. Vol. 36, número especial. Octubre, 2023. V Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil. Pág. 3-4.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v36i8.6931>

1 Escuela de Ingeniería en Computación. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
Correo electrónico: esteban.arias@itcr.ac.cr

2 Universidad Hispanoamericana. Correo electrónico: cynthia.lopez.va@uh.ac.cr

El Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil – AmITIC, se ha convertido en un espacio para que todos los involucrados en investigación, puedan compartir los resultados de investigación, desarrollo e innovación. Ha permitido estrechar los lazos de colaboración internacional entre todos los que forman de la comunidad AmITIC.

Este año 2022 la quinta versión de AmITIC se trasladó a San José, Costa Rica, del 14 al 16 de septiembre de 2022, organizado por la Universidad Tecnológica de Panamá, el Sistema Nacional de Investigación de Panamá, la Universidad Hispanoamericana de Costa Rica, el Instituto Tecnológico de Costa Rica y el Capítulo IEEE *Electron Devices Society*, EDS, de Costa Rica.

Se presentaron contribuciones con temas relacionados a e-learning, redes de sensores, ingeniería de software, sistemas de salud, interacción humano-computador, internet de las cosas, tecnologías disruptivas, entre otros temas.

Para esta edición en el marco del Congreso se desarrolló la **I Jornadas de Iniciación en Investigación UH 2022**, las cuales ofrecieron un espacio para estudiantes y profesores de diversos países que publican en este número especial de Tecnología en Marcha sus primeros inicios en la investigación. Durante el evento participaron con la exposición de su trabajo mediante el formato tipo Poster. En este especial se presenta un resumen de éstos mediante el formato de artículo corto. Todos los expositores tuvieron un espacio durante los días del evento para compartir sus conocimientos con los asistentes y otros investigadores. A continuación, encontrará los resultados de estos 9 trabajos presentados durante AmITIC 2022.

Más información disponible en: <https://redamitic.utp.ac.pa/amitic2022/>

Editores

M.Sc. Esteban Arias-Méndez

Escuela de Ingeniería en Computación

Instituto Tecnológico de Costa Rica

M.Sc. Cynthia López-Valerio

Universidad Hispanoamericana

Presidentes del Congreso AmITIC 2022

Dr. Vladimir Villarreal - Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

M.Sc. Cynthia López - Universidad Hispanoamericana, Costa Rica

Presidentes de Comité Científico y de Programa AmITIC 2022

Dra. Lilia Muñoz - Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

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

Calidad del software y seguridad de aplicaciones a partir del proceso de desarrollo de software AGILISO y el estándar OWASP

Software quality and application security
base on the AGILISO software development
process and the OWASP standard

Carlos Arturo Blandón-Jaramillo¹, Jhon Steven Jaramillo-Becerra²

Blandón-Jaramillo, C.A; Jaramillo-Becerra, J.B. Calidad del software y seguridad de aplicaciones a partir del proceso de desarrollo de software agiliso y el estándar OWASP. *Tecnología en Marcha*. Vol. 36, número especial. Octubre, 2023. V Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil. Pág. 5-22.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v36i8.6923>

1 Progrezando.com, Colombia.
Correo electrónico: carlos.blandon@progrezando.com
 <https://orcid.org/0000-0002-6179-8795>

2 Universidad de Caldas, Colombia.
Correo electrónico: jhonstevenjaramillo25@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0001-8409-0012>

Palabras clave

Calidad de Software; seguridad; procesos ágiles; desarrollo de software; auditoría de sistemas.

Resumen

La globalización ha impulsado a todos los sectores industriales hacia la modernización de la obtención, almacenamiento y acceso de información en los procesos de apoyo, misionales y estratégicos, modernización que se han comenzado a hacer prácticamente obligatorios e inmediata a partir de la declaratoria mundial de pandemia, que obligó a que dichos procesos se realicen en la virtualidad toda vez que por parte de los gobiernos se decretaron confinamientos a toda la población; esta circunstancia inesperada decanta en la necesidad imperativa de mejorar tanto las prácticas de desarrollo de software como las pruebas a la seguridad de las aplicaciones que soportan la operación del negocio. En este contexto los responsables de los departamentos de control interno y auditoría de sistemas de información deben generar evaluaciones permanentes tanto a los procesos de desarrollo de software como a la seguridad de las aplicaciones, asegurando el cumplimiento de los estándares internacionales ISO/IEC 27001 e ISO/IEC 29110, verificando que la lógica del negocio este soportada de manera adecuada a través de los desarrollos propios o tercerizados con los que cuentan las organizaciones.

Esta es una propuesta para evaluar la calidad del software a partir del proceso de desarrollo de software AGILISO y la seguridad en las aplicaciones en base al estándar de verificación de seguridad en aplicaciones OWASP, fortaleciendo y optimizando la actividad de auditoría por parte de control interno, auditores y consultores de sistemas de información, permitiendo la propuesta oportuna de planes de acción que procuren la corrección de las desviaciones detectadas.

Keywords

Software quality; security; agile processes; software development; system audit.

Abstract

Globalization has driven all industrial sectors towards the modernization of obtaining, storing and accessing information in the support, mission and strategic processes, modernization that have started to become practically mandatory and immediate after the world pandemic declaration, which forced these processes to be carried out virtually since governments decreed confinements to the entire population; this unexpected circumstance leads to the imperative need to improve both software development practices and security testing of the applications that support the business operation. In this context, those responsible for internal control and information systems auditing departments must generate permanent evaluations of both software development processes and application security, ensuring compliance with international standards ISO/IEC 27001 and ISO/IEC 29110, verifying that the business logic is adequately supported by the organizations' own or outsourced developments.

This is a proposal to evaluate software quality based on the AGILISO software development process and application security based on the OWASP application security verification standard, strengthening and optimizing the auditing activity by internal control, auditors and information systems consultants, allowing the timely proposal of action plans that seek to correct the deviations detected.

Introducción

En los últimos años las tecnologías de información han impulsado un proceso de globalización de gran escala que ha impactado directamente a todos los sectores industriales; como consecuencia directa de dicho proceso, la tecnología se ve avocada a ser más eficiente, segura, confiable y “a brindar la sensación de ubicuidad, requiriendo desarrollo de software de calidad que cumpla con los requisitos del mercado, por tanto, los desarrolladores requieren más control sobre recursos, tiempo, costo y calidad del producto” [5]. La falta de adopción de estándares internacionales para el desarrollo adecuado de proyectos de software en conjunción con la formación en procesos ágiles representa una gran debilidad en esta industria [9].

La declaratoria mundial de pandemia por la COVID - 19 ha acelerado los procesos de transformación digital gubernamental y empresarial [3], a partir de la necesidad de adopción de estrategias para atención al cliente y/o usuarios que involucran desarrollo acelerado de aplicaciones y protocolos de seguridad que garanticen tanto la estabilidad del servicio como la protección de la información, generando “una revolución en los procesos de producción y mejoran los estándares de vida, sobre todo en los países en desarrollo” [12].

Se espera que la evaluación sistemática y oportuna de las fases que componen el desarrollo de software tanto In House como a través de Outsourcing así como de los estándares de seguridad de las aplicaciones permita la toma de decisiones oportunas y prevengan el incremento de costos asociados a reprocesos y/o incumplimientos con los acuerdos de nivel del servicio - ANS del negocio.

Proceso de desarrollo de software

Es un conjunto de actividades y resultados asociados que producen un producto de software ver Figura 1. Existen cuatro actividades fundamentales de procesos que son comunes para todos los procesos del software: especificación del software, diseño e implementación del software, validación del software y evolución del software [17].

Así mismo, la IEEE lo define como “un conjunto de actividades y tareas interrelacionadas que transforman entradas de trabajo en productos de salida. Como mínimo, la descripción de un proceso de software incluye entradas, transformación de actividades y resultados generados” [8].

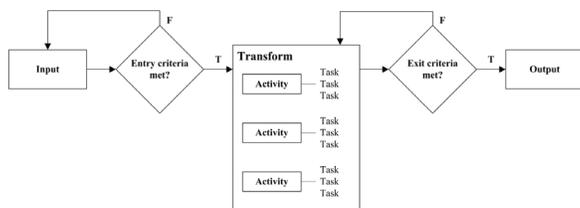


Figura. 1. Elementos de un proceso de software [8].

Constituye entonces un marco de trabajo que se usa para planificar y controlar el proceso de desarrollo de sistemas de información [10].

Procesos ágiles

Los procesos ágiles se basan en cinco fases, que definen el ciclo de desarrollo ágil, ver figura 2



Figura. 2. Fases que definen el ciclo de desarrollo ágil [5].

Desarrollo ágil es un término derivado del Manifiesto Ágil, escrito en 2001, por un grupo que incluía a los creadores de Scrum, Extreme Programming (XP), Dynamic Development Method (DSDM) y Crystal [11].

Extreme Programming XP

Es un proceso de desarrollo ágil propuesto por Kent Beck en 1999, ver figura 3, cuyo énfasis está puesto más en la adaptabilidad que en la previsibilidad [1][21].



Figura. 3. Valores programación extrema XP [5].

La programación extrema se desarrolla por fases definidas a lo largo del ciclo de vida del proyecto de software, ver figura 4.

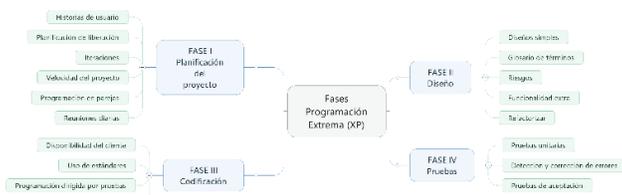


Figura. 4. Fases de XP [5].

Scrum

Scrum se basa en la teoría del control de procesos empírica o empirismo, asegurando que el conocimiento procede de la experiencia y de tomar decisiones basándose en lo que se conoce [16]. Dicha implementación del control de procesos empírica se basa en tres pilares:

- **Transparencia:** los aspectos significativos del proceso deben ser visibles para aquellos que son responsables del resultado [16].
- **Inspección:** los usuarios Scrum deben inspeccionar frecuentemente los artefactos y el progreso hacia un objetivo, para detectar variaciones. Su inspección no debe ser tan frecuente para que interfiera en el trabajo [16].
- **Adaptación:** si se determina que uno o más aspectos de un proceso se desvían de límites aceptables, y que el producto resultante no será aceptable, el proceso o el material que está siendo procesado deberá ser ajustado [16].

Scrum organiza el ciclo de desarrollo en tres fases, las cuales constituyen artefactos metodológicos comprendidos como reuniones, ver figura 5.

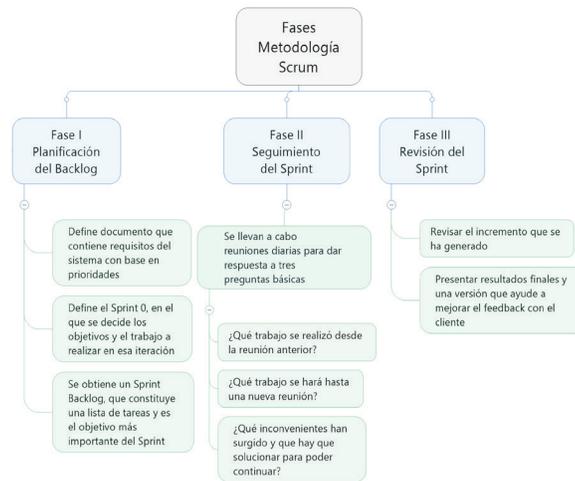


Figura 5. Fases de Scrum [5].

OpenUp

Hace parte del marco de trabajo de proceso de Eclipse (EPF), manteniendo las características esenciales de RUP – Rational Unified Process. “Es un proceso ágil y liviano, que aplica enfoque iterativo e incremental dentro de un ciclo de vida estructurado y contiene un conjunto mínimo de prácticas que ayuda al equipo a ser más efectivo desarrollando software [6]. OpenUp se encuentra gobernada por cuatro principios fundamentales, ver figura 6:



Figura 6. Principios de OpenUp [5].

En cada una de las fases de OpenUp, pueden existir varias iteraciones, desde las primeras OpenUp se enfoca en el tratamiento de riesgos, generando reuniones que permiten definir los controles que permitan su mitigación, ver figura 7.



Figura 7. Fases de OpenUp [5].

Kanban

Kanban se basa en la idea de que el trabajo en curso debería limitarse, y sólo deberíamos empezar con algo nuevo cuando un bloque de trabajo anterior haya sido entregado o ha pasado a otra función posterior de la cadena [10]. Kanban tiene los siguientes principios, ver figura 8:

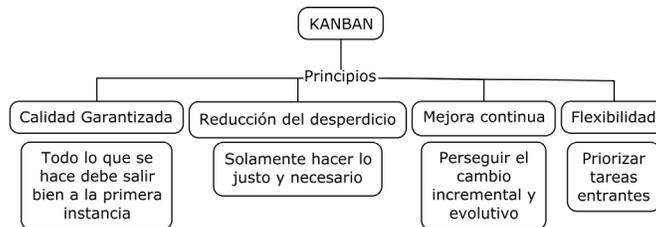


Figura 8. Principio de Kanban [5].

La aplicación del proceso Kanban, tiene en cuenta los siguientes aspectos, ver figura 9:

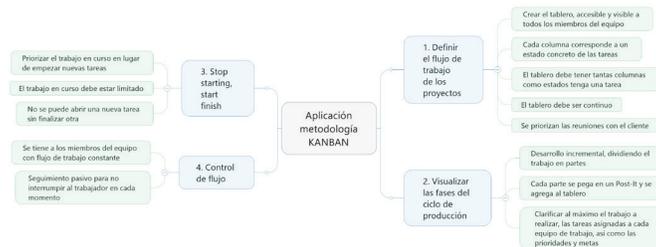


Figura 9. Aspectos para la aplicación de Kanban [5].

Proceso de software personal PSP

De acuerdo con [20] PSP “provee a los ingenieros un marco de trabajo para desarrollar las actividades de software de manera disciplinada”, se encuentra conformado por un conjunto de métodos, formularios y scripts que les permiten a los profesionales planear, medir y administrar su trabajo, en búsqueda de generar productos con cero defectos [18]. Los principios de planificación y calidad en los cuales se basa PSP, ver figura 10:

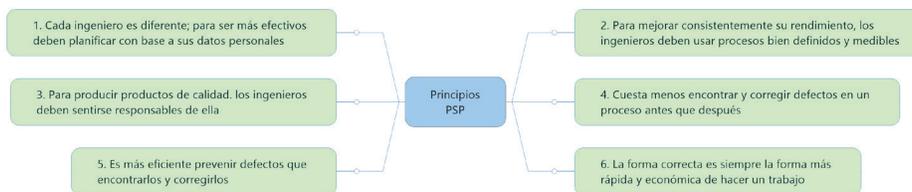


Figura 10. Principios de PSP [5].

Cuadro 1. Niveles de mejoramiento de psp.

Nivel	Nombre	Actividad
PSP0	Medición personal	Registro de tiempo Registro de defectos
		Patrón de tipos de defectos Patrón de codificación Medida de tamaño Propuesta de mejoramiento de procesos
PSP1	Planeamiento personal	Estimación de tamaño Informe de pruebas Planeamiento de tareas Cronogramas
PSP2	Gerenciamiento de la calidad personal	Revisiones del código Revisiones del proyecto Patrones del proyecto
PSP3	Proceso personal cíclico	Desarrollo cíclico

ISO 29110:2014

Contiene los perfiles del ciclo de vida para las pequeñas entidades (PEs) dedicadas al desarrollo de software. La serie ISO/IEC 29110, ha sido desarrollada para mejorar la calidad de los productos y servicios, y el desempeño de los procesos. No es su intención evitar el uso de diferentes ciclos de vida como: cascada, iterativo, incremental, evolutivo o ágil [7]. Esta norma está compuesta por cinco partes de acuerdo con el público objetivo:

Cuadro 2. Público objetivo de la norma iso/iec 29110:2014.

ISO/IEC 29110:2014	Título	Público objetivo
Parte 1	Visión general	Pequeñas entidades (PEs), productores de normas, proveedores de herramientas y proveedores de metodologías
Parte 2	Marco de trabajo y taxonomía	Productores de normas, proveedores de herramientas y metodologías
Parte 3	Guía de evaluación	Asesores y Pequeñas entidades (PEs)
Parte 4	Especificaciones de perfil	Productores de normas, proveedores de herramientas y metodologías
Parte 5	Guía de gestión e ingeniería	Pequeñas entidades (PEs)

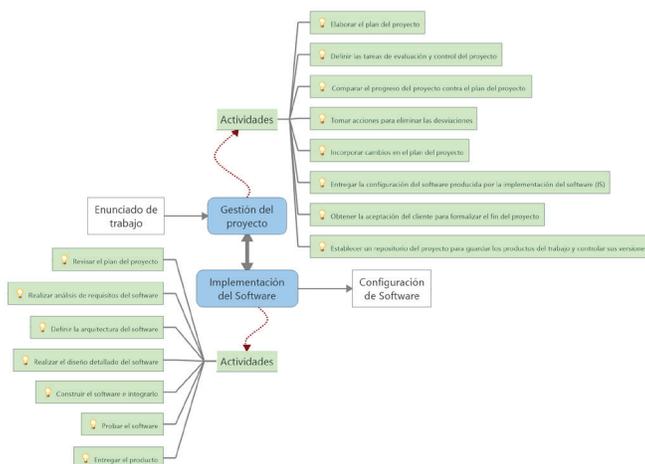


Figura 11. Procesos de la guía del perfil básico ISO/IEC 29110:2014 [5].

La norma proporciona los procesos de gestión de proyecto e implementación de software, las cuales integran prácticas basadas en la selección de elementos de la ISO/IEC 12207:2008 y la ISO/IEC 15289:2006 [2]. Las pequeñas entidades pueden establecer los mecanismos necesarios para implementar cualquier proceso de desarrollo incluyendo los ágiles. Se encuentra conformada por los procesos mostrados en la figura 11.

AGILISO

Identificar y lograr apropiar las mejores prácticas es de vital importancia para obtener una ventaja competitiva; tal como decía Szulanski “Una práctica es un método o técnica que se emplea para realizar una parte de un proceso y describe como se realiza. Las mejores prácticas permiten incrementar la satisfacción del cliente al incorporar su uso en nuestro proceso” [19]. El Proceso de desarrollo de software AGILISO fue propuesto por [5] luego del análisis de las mejores prácticas de diversas metodologías ágiles, procurando establecer aquellas que permitirían el desarrollo unipersonal de productos de software, los procesos analizados fueron: Extreme Programming, Scrum, OpenUp, Kanban, PSP, ISO/IEC 29110:2014. El proceso de desarrollo de software AGILISO se resume en la figura 12

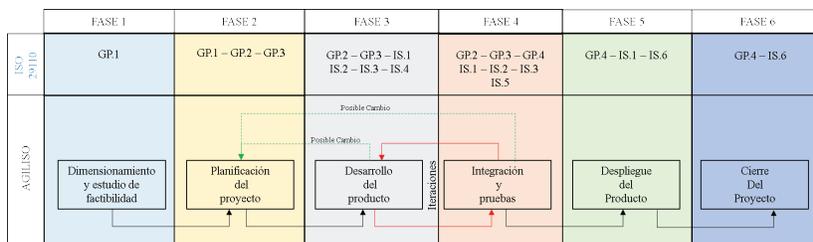


Figura 12. Proceso de desarrollo de software unipersonal propuesto [5].

AGILISO consta de seis fases, las cuales a su vez se acoplan con los objetivos de la norma ISO 29110:2014 [5]

Fase I – dimensionamiento y estudio de factibilidad

Documenta y permite el análisis de las siguientes condiciones del proceso de desarrollo de software: tiempo de entrega, alcance, estimación del esfuerzo. Una vez acordados los puntos anteriormente mencionados se constituye el acta de inicio del proyecto y se formaliza el contrato. [5]

Fase II – planificación del proyecto

El desarrollador deberá iniciar el proceso de documentación de los requisitos, procederá a generar un plan de entregas que será acordado con el cliente y la planificación para las iteraciones del proceso.

Fase III – desarrollo del producto

Da cumplimiento al plan de iteraciones, teniendo en cuenta antecedentes técnicos, normativos, sistemas de información relacionados, interesados en la iteración, requerimientos funcionales, no funcionales, de interoperabilidad, de infraestructura, de seguridad, arquitectura general de la iteración, contrataciones requeridas, restricciones, oportunidades, riesgos. Una vez finalizada la etapa de codificación, se implementan pruebas unitarias [5].

Fase IV – integración y pruebas

El desarrollador debe integrar el producto, a fin de someterlo a pruebas finales que permitan evaluar su comportamiento una vez integrados todos los componentes [5].

Fase V – despliegue del producto

El desarrollador inicia las actividades pertinentes para poner en funcionamiento el producto terminado en el escenario real en el cual debe emplearse, teniendo presentes todas las actividades de origen técnico a que hubiere lugar. [5]

Fase VI – Cierre del proyecto

Se realizan actividades de capacitación en el manejo del producto, así mismos debe dejarse constancia de las personas que en dicha actividad intervienen; generando finalmente un acta de entrega que da fe del recibido a satisfacción por parte del cliente. [5]

Mejores prácticas del proceso unipersonal propuesto

El proceso de desarrollo unipersonal propuesto adopta las siguientes mejores prácticas

Esquema documental base del proceso de desarrollo AGILISO

La documentación está conformada por 6 grupos de acuerdo con las fases del proceso, ver figura 13.



Figura. 13. Esquema documental base [5].

OWASP – Estándar de seguridad en aplicaciones

El Open Web Application Security Project – OWASP es un proyecto de código abierto dedicado a determinar y combatir las causas que hacen que el software sea inseguro [13].

OWASP define tres niveles de verificación de seguridad, ver figura 14, incrementando la profundidad en cada nivel [14]:



Figura. 14. Niveles de verificación de seguridad [14].

- ASVS Nivel 1: Dirigido a todo tipo de software.
- ASVS Nivel 2: Dirigido a aplicaciones que contienen datos sensibles, que requieren protección.
- ASVS Nivel 3: Dirigido a las aplicaciones más críticas que realizan transacciones de alto valor, contienen datos médicos confidenciales, o cualquier aplicación que requiera el más alto nivel de confianza.

Cuadro 3. Requisitos de verificación detallada OWASP.

Requisito	Descripción	Requisito	Descripción
V1	Arquitectura, diseño y modelado de amenazas	V11	Configuración de seguridad HTTP
V2	Autenticación	V12	Configuración de seguridad
V3	Gestión de sesiones	V13	Controles maliciosos
V4	Control de accesos	V14	Seguridad interna
V5	Manejo de entrada de datos maliciosos	V15	Lógica de negocios
V6	Codificación/Escape de salida de datos	V16	Archivos y recursos
V7	Criptografía en el almacenamiento	V17	Móvil
V8	Gestión y registro de errores	V18	Servicios WEB
V9	Protección de datos	V19	Configuración
V10	Seguridad en las comunicaciones		

De acuerdo con [22] es de vital importancia que los servicios expuestos en internet, que no solo ofrecen transaccionalidad online para las organizaciones de todo tipo, sino que, además son su imagen y buen nombre estén asegurados desde su desarrollo con metodologías claras frente a la creación y el testeado de aplicaciones antes de su salida a producción y con pruebas periódicas en busca de vulnerabilidades o fallas que puedan representar riesgo para el correcto funcionamiento de las operaciones del negocio. A partir de este estándar se desarrollan pruebas de verificación de seguridad que permiten establecer acciones oportunas a las vulnerabilidades detectadas.

Evaluación de calidad del software a partir del proceso de desarrollo ágil y la seguridad de las aplicaciones OWASP

Como respuesta a la necesidad manifestada por los profesionales de consultoría en implementación de sistemas de gestión ISO/IEC 27001, se diseña un instrumento que apoya la evaluación de la calidad del software desde el proceso de desarrollo, para lo cual se empleó como referente el propuesto por [5], AGILISO y el estándar para verificación de requisitos de seguridad en aplicaciones OWASP. La herramienta fue construida en Microsoft Excel, conformada por ocho hojas de cálculo, las cuales se distribuye de la siguiente manera:

- Fase I a VI: Fases del proceso de desarrollo de software AGILISO
- Fase VII: Verificación de requisitos de seguridad en aplicaciones
- DashBoard: Resultados de la verificación de requisitos para las Fases I – VII

El instrumento se estructuró de tal manera que fuese posible registrar allí la información recolectada por el responsable de adelantar el proceso de revisión o auditoría a los sistemas de información, de tal manera que se catalogaron los requisitos y/o artefactos en dos componentes principales:

- Generalidades del artefacto: contiene especificaciones generales de existencia del artefacto.
- Componentes del artefacto: contiene requisitos específicos del artefacto.

ARTEFACTO: DOCUMENTO DE FACTIBILIDAD - COTIZACIÓN								
GENERALIDADES DEL ARTEFACTO								
PREGUNTAS	SI	No	N/A	Fecha	Entrevistado(s)	Requisito(s)	Observaciones y/o evidencia	PUNTAJE
¿Existe un documento que reúne las características y condiciones generales del proyecto de desarrollo de software y que ha sido la base para la negociación con el proveedor?								
¿Fue socializado apropiadamente el documento y se generó acta de entendimiento de los alcances del proyecto por parte del proveedor?								
TOTAL	0%							

Figura. 15. Distribución de los campos del instrumento de evaluación.

Como se observa en la figura 15, el instrumento contiene los siguientes ítems:

- Preguntas: columna que contiene los cuestionamientos específicos del artefacto.
- Si/No/NA: Columnas para consignar la respuesta de las personas entrevistadas o en su defecto la no aplicación de la pregunta al contexto en el cual se aplica.
- Fecha: Columna para el registro de la fecha en la cual se realiza la indagación.
- Entrevistado: Columna que registra el nombre del responsable por la organización de suministrar la información para la evaluación
- Requisito: Columna que identifica los requisitos normativos y/o reglamentarios al cual se orienta el cuestionamiento.
- Observaciones y/o evidencia: Columna que permite registrar los hallazgos de la persona responsable de adelantar el proceso de evaluación.
- Puntaje: Columna que refleja de manera automática los resultados arrojados de conformidad con la información recolectada por el encargado de la evaluación.

Se obtiene un porcentaje de cumplimiento por componente de artefacto y por artefacto, de igual manera permite relacionar el porcentaje de cumplimiento total por Fase. En virtud de dichos resultados se estableció una interpretación sugerida, que siempre puede ser modificada por la organización de acuerdo con sus políticas internas.

Cuadro 4. Interpretación sugerida instrumento de evaluación fases I a VI.

% Obtenido	Interpretación sugerida
>98	Se llevan a cabo actividades adecuadas para garantizar la calidad del software en la Fase X
Entre 80 y 97	Se hace necesario ajustar la documentación con el proveedor, la información de la Fase X se debe complementar a fin de poder establecer nuevos contratos
Entre 70 y 79	Es necesario que el Proveedor presente un plan de acción tendiente a garantizar la calidad del software desde la Fase X
<70	Se debe replantar la continuidad de contratación con el proveedor

La fase VII de verificación de requisitos en la seguridad de aplicaciones, presenta los resultados en gráfico de barras identificando los hallazgos a la seguridad, no se presenta interpretación sugerida dado que se pretende la identificación de vulnerabilidades que permitan la propuesta de un plan de acción que corrija la situación presentada, ver figura 16.

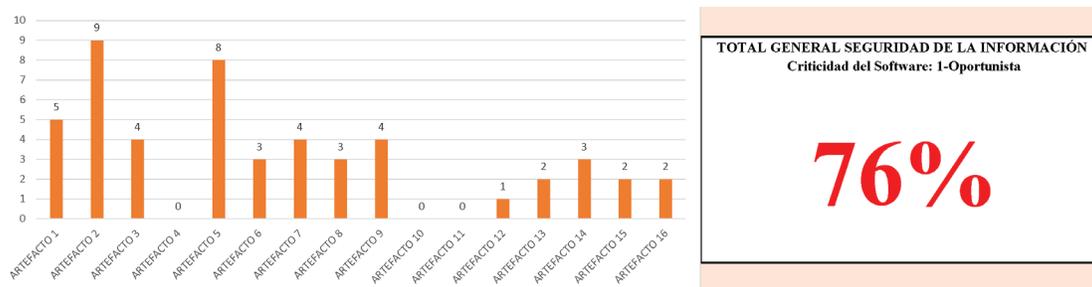


Figura. 16. Resultados DashBoard Fase VII.

Pruebas al instrumento de evaluación

Se empleó para las pruebas la metodología Design Science Research (DSR) “Ciencia del diseño” [15], de acuerdo con el modelo sugerido por [4], para lo cual se aplicaron pruebas de concepto, valor y uso.

Concepto

Se socializó el instrumento con profesionales de una Cooperativa de servicios financieros de la Ciudad de Cuenca Ecuador, se obtuvo a través de proceso de grupo focal retroalimentación que permitió mejorar el diseño inicial del instrumento de evaluación, incorporando elementos importantes tanto en la recolección de información como en la interpretación y muestra de los resultados obtenidos, alineando dichos informes de resultados a un uso estratégico por parte de los responsables de las áreas de Tecnologías de Información – TI y la Alta Dirección.

Valor

Se definió como piloto un caso de uso consistente en la evaluación de un sistema de información en proceso de desarrollo por parte del gerente de una empresa de desarrollo de software, se estableció como actividades específicas la aplicación del instrumento en desarrollos de software nuevos de pequeña envergadura.

Esta prueba se aplicó a dos desarrolladores con el mismo piloto de desarrollo de software, uno de los cuales empleó su proceso habitual y el otro incorporó procesos de evaluación continua por fases a los productos bajo su responsabilidad, una vez finalizadas las pruebas se aplicaron las métricas de: esfuerzo, cubrimiento de requisitos, porcentaje de reprocesos y defectos, arrojando los siguientes resultados:

Cuadro 5 Pruebas de valor.

Métricas	Con evaluación	Sin evaluación
Esfuerzo	35 h/h	30 h/h
Cubrimiento de requisitos	100 %	100 %
Porcentaje de reprocesos	5 %	15 %
Defectos encontrados	2	10

Uso

Con el objetivo de determinar si los resultados de la aplicación del instrumento de evaluación propuesto eran los esperados se emplearon las siguientes métricas: cantidad de hallazgos, costos de desarrollo, fallas de requerimientos descubiertas, vulnerabilidades descubiertas, planes de acción requeridos

Cuadro 6. Pruebas de uso.

Métrica	Con evaluación	Sin evaluación
Cantidad de hallazgos	21	2
Costo de desarrollo	\$550.000	\$850.000
Fallas de requerimientos descubiertos	0	0
Vulnerabilidades descubiertas	12	0
Planes de acción requeridos	33	2

La implementación de los requisitos propuestos en el caso de uso se llevó a cabo aplicando el instrumento de evaluación de la calidad del software a partir del proceso de desarrollo aplicado por parte del equipo de desarrollo de software (Fases I a VI) y el estándar de verificación de requisitos de seguridad en aplicaciones OWASP (Fase VII), la persona encargada de coordinar la aplicación del instrumento de evaluación en la organización fue el encargado de la Coordinación del Departamento de Tecnologías de Información en Apoyo del Oficial de Seguridad ISO/IEC 27001, quienes manifestaron la importancia de contar con un manual de usuario que permita guiar a los responsables de la evaluación en su aplicación, así mismo, se realizó un ejercicio de capacitación acerca de los conceptos específicos que deberían tenerse en cuenta en la aplicación del instrumento.

Se hizo énfasis particularmente en la criticidad de las aplicaciones para poder ejecutar de manera adecuada la Fase VII, para evaluar dicha criticidad se recomienda que se tengan presentes las directrices contenidas en el estándar internacional ISO/IEC 27001, de tal forma que sea posible aplicar la verificación de requisitos de manera coherente con la lógica del negocio.

El proceso de evaluación requiere que se tengan presentes los principios del código deontológico del auditor principalmente aquellos relacionados con la objetividad, confidencialidad y la información suficiente, toda vez que lo que busca el instrumento es el beneficio de la organización y la implementación de controles de calidad y seguridad que permitan garantizar adecuadamente la alineación de los productos de software con la estrategia de negocio y en consecuencia aportar a la continuidad del mismo.

Se presentó el Dashboard como instrumento para la presentación de información a la Alta Dirección, así como a entidades de cumplimiento, dicho reporte contiene elementos fundamentales que permiten determinar grados de cumplimiento, se condensa allí información sobre: Cantidad de artefactos, Calificación obtenida en cada artefacto, Total obtenido en cada fase, Cantidad de preguntas realizadas, Cantidad de cumplimientos, Cantidad de incumplimientos, Cantidad de preguntas que no aplican, Gráfico distribución porcentual de los artefactos, ver figura 17.



Figura. 17. Resultados DashBoard Fase I a VI.

Se hace un proceso de valoración sobre los resultados de incumplimiento de tal manera que es posible visualizar aquellas fases del proceso de desarrollo que presentan mayores debilidades y que requieren planes de acción para poder atender oportunamente las falencias encontradas, permitiendo priorizar los aspectos del proceso con el equipo de profesionales que hacen parte del proyecto de desarrollo, ver figura 18.

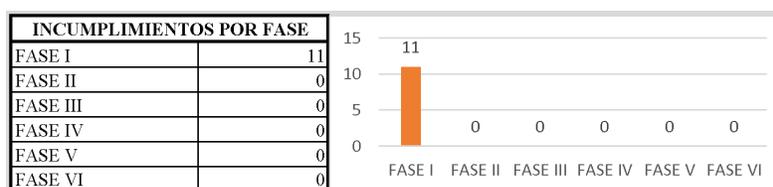


Figura. 18. Representación de incumplimientos por fase.

La aplicación del instrumento requiere que los responsables de su aplicación tengan conocimientos en procesos de desarrollo de software y en análisis de vulnerabilidades, así como en pruebas de penetración y testeo. Durante su aplicación fue posible evidenciar la necesidad de que en dicho proceso participara un equipo de profesionales que complementarán el conocimiento técnico requerido para el diligenciamiento adecuado de la evaluación.

Uno de los principios en términos de auditoría y que se sugiere sea aplicado por parte del responsable de evaluar la calidad del software y la seguridad en aplicaciones es la objetividad, es importante notar que fue posible evidenciar procesos de desarrollo organizacionales con deficiencias documentales en particular en las relaciones contractuales que no se encontraban diseñadas en beneficio de la empresa y que requerían un proceso de análisis profundo por parte de la alta gerencia y el área jurídica, de igual manera se pudo constatar que las empresas encargadas de desarrollos para la organización en modalidad Outsourcing no disponían en su totalidad con la documentación requerida por el instrumento de evaluación generando hallazgos importantes, dentro de los cuales se evidencio la ausencia de modelos E-R y códigos fuente de acceso a la organización contratante.

En cuanto a la socialización de resultados es importante resaltar el compromiso por parte de los integrantes de los equipos de desarrollo, sin embargo, ha llamado la atención la necesidad de establecer controles que permitan garantizar el apoyo imparcial de la alta gerencia en los procesos de contratación de empresas de desarrollo de software, de tal manera que se logró definir planes de acción que conlleven a una mejora substancial de las aplicaciones requeridas y en consecuencia mejor soporte para los equipos de Tecnologías de Información In House, al solicitar evidencia sobre documentación específica del sistema en evaluación, se pudo constatar que existe gran ausencia de formalización básica que de soporte a los desarrollos contratados.

Se llevó a cabo posteriormente un proceso de entrevista con todo el personal involucrado en la implementación del instrumento de evaluación quienes manifestaron haberse sentido cómodos con su uso, así mismo indicaron haber descubierto cosas que no habían identificado en ejercicios de auditoría de sistemas previos, lo que los conllevó a solicitar apoyo en temáticas que requerían la injerencia de la Alta Dirección.

Resalta el hecho de que todos los profesionales que intervinieron en las diferentes pruebas del instrumento de evaluación recalcaron la importancia de desarrollar software que cumpla dicha función del tipo SAAS – Software As A Service, de tal manera que se conserve la trazabilidad de las evaluaciones realizadas en periodos pasados.

Conclusiones

- La implementación de la evaluación incrementa la conciencia del equipo de desarrollo de software en hacer las cosas bien desde un principio, documentando y revisando oportunamente su quehacer diario.
- Impulsar el uso de instrumentos de evaluación no solo del proceso de desarrollo de software sino de la verificación de la seguridad en las aplicaciones permite que la alta gerencia tome decisiones estratégicas en relación con los procesos de desarrollo de software que se vuelven trascendentales para la continuidad del negocio y el soporte de las transacciones informacionales.
- Las empresas, consultores, auditores de sistemas de información y/o auditores de sistemas de gestión ISO 27001 que empleen el instrumento de evaluación de calidad del software desde el proceso de desarrollo de software y la verificación de requisitos

de seguridad en aplicaciones deben poseer no solo conocimientos generales del proceso sino también conocimientos técnicos relacionados a pruebas de penetración y vulnerabilidad de sistemas de información.

- La evaluación de la calidad del software a partir del proceso de desarrollo y la verificación de requisitos de seguridad en aplicaciones es un proceso que debe realizarse de manera continua en todo el proceso de conformidad como avanza el proceso de desarrollo.
- La evaluación de la calidad del software desde el proceso de desarrollo y la verificación de requisitos de la seguridad en las aplicaciones permite la protección de las organizaciones no solo a través del software que emplean como parte de su operación interna, sino también, todo el software que se emplea para brindar los servicios ofertados por la organización a los clientes.
- La pandemia de la COVID – 19 trajo consigo la imperiosa necesidad de ejecutar de manera rutinaria evaluaciones a la calidad del software y la verificación de los requisitos de seguridad en aplicaciones, toda vez que incrementaron los ciberataques y la puesta en escena de servicios virtuales.

Referencias

- [1] Agarwal, R., & Umphress, D. (2008). Extreme programming for a single person team. Proceedings of the 46th Annual Southeast Regional Conference, (págs. 82-87). Auburn, Alabama. doi:10.1145/1593105.1593127
- [2] Celis Mendoza, O. B. (03 de 07 de 2014). Diferencias, ventajas y desventajas entre Scrum, XP, OpenUp e ISO 12207. Recuperado el 21 de 12 de 2017, de <https://prezi.com/vugjhc65whet/diferencias-ventajas-y-desventajas-entre-scrum-xp-openup-y-iso-12207/>
- [3] Ciudades y Gobiernos Locales Unidos CGLU. (2020). Informe Tecnologías digitales y la pandemia de COVID-19. Recuperado el 18 de mayo de 2021, de eng_briefing_technology_es.pdf (uclg.org)
- [4] Eclipse. (30 de 05 de 2012). epf.eclipse.org. Recuperado el 20 de 12 de 2017, de <http://epf.eclipse.org/wikis/openup/index.htm>
- [5] Erazo, P. (2018). Definición de un proceso de Desarrollo de software en modalidad unipersonal combinando ISO/IEC 29110:2014 y metodologías ágiles. Recuperado el 18 de mayo de 2021, de Definición_proceso_desarrollo_proyectos_software_modalidad_unipersonal_combinando_ISO_IEC_29110_2014_procesos_ágiles.pdf (autonoma.edu.co)
- [6] Gimson, L. (2012). Metodologías ágiles y desarrollo basado en conocimiento. Tesis, Universidad Nacional de la Plata, Facultad de informática, Argentina. Recuperado el 20 de 12 de 2017, de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/24942/Documento_completo_.pdf?sequence=1
- [7] ICONTEC. (2014). NTC ISO/IEC TR 29110-5-1-2. (ICONTEC, Ed.) Bogotá, Colombia.
- [8] IEEE Computer Society. (2014). SWEBOK V.3 Guide to the software engineering body of knowledge (Vol. 3). Piscataway, New Jersey: IEEE. Obtenido de www.swebok.org.
- [9] Laporte, C. Y. (2016). La implementación de la norma ISO/IEC 29110 guías de gestión e ingeniería para las organizaciones pequeñas. Congreso internacional de mejora de procesos de software, 5, págs. 69-70. Aguascalientes, México. Recuperado el 15 de 12 de 2017, de https://www.researchgate.net/profile/Claude-Laporte/publication/312874829_La_implementacion_de_la_norma_ISOIEC_29110_Guias_de_Gestion_e_Ingenieria_para_las_organizaciones_pequenas/links/5888aa00458515098e43a754/La-implementacion-de-la-norma-ISO-IEC-29110-
- [10] Maida, E. G., & Pacienza, J. (2015). Metodologías de desarrollo de software. Tesis de Licenciatura en Sistemas y Computación, Pontificia universidad católica de Argentina Santa María de los Buenos Aires, Facultad de química e ingeniería, Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 01 de 11 de 2017, de <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/metodologias-desarrollo-software.pdf>
- [11] Microsoft Developer Network. (2013). MSDN. Recuperado el 12 de 12 de 2017, de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/dd997578%28v=vs.120%29.aspx?f=255&MSPPErr=-2147217396>
- [12] Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). (2015). Informe sobre el desarrollo industrial 2016. El rol de la tecnología y la innovación en el desarrollo industrial inclusivo y sostenible. Viena: ONUDI.

- [13] OWASP. (s.f). The open web application security project (OWASP). Recuperado el 18 de mayo de 2021, de [Proyecto OWASP.pdf](#)
- [14] OWASP. (2017). Estándar de verificación de seguridad en aplicaciones. Recuperado el 18 de mayo de 2021, de [Estándar de Verificación de Seguridad en Aplicaciones 3.0.1 \(owasp.org\)](#)
- [15] Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M., & Chatterjee, S. (s.f.). A Design Science Research Methodology for Information System Research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), págs. 45-77.
- [16] Schwaber, K., & Shuterland, J. (2013). La guía definitiva de Scrum: las reglas del juego. ScrumGuides. Scrum.org and ScrumInc. Recuperado el 19 de 12 de 2017, de <http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/scrum-guide-es.pdf>
- [17] Sommerville, I. (2011). *Software engineering* (Novena edición ed.). Boston, Massachusetts: Pearson Educación.
- [18] Soto Duran, D. E., & Reyes Gamboa, A. X. (2010). Introduciendo PSP (Proceso Personal de Software) en el Aula. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(16), 1-5. Obtenido de http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_40/recursos/03_v13_18/revista_16/27102011/01.pdf
- [19] Szulanski, G. (1996). Exploring Internal Stickiness: Impediments to the Transfer of Best Practice Within the Firm. *Strategic Management Journal*, 17, 27-43. Recuperado el 23 de septiembre de 2018, de <http://www.jstor.org/stable/2486989>
- [20] Watts, H. (2000). *The Personal Software Process (PSP)* (CMU/SEI-2000-TR-022). Carnegie Mellon University: Software Engineering Institute. Recuperado el 31 de Agosto de 2018, de <https://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?assetid=5283>
- [21] Wells, D. (1999). *The Rules of Extreme Programming*. Recuperado el 23 de septiembre de 2018, de <http://www.extremeprogramming.org/rules.html>
- [22] Zapata, J. (2018). Udo de tecnologías de pruebas de penetración para validación de seguridad de aplicaciones web basado en el top 10 de vulnerabilidades de OWASP. Recuperado el 18 de mayo de 2021, de [Microsoft Word - Proyecto de Grado - Juliana Zapata V16.docx \(unad.edu.co\)](#)

Software Quality and Application Security Base on the AGILISO Software Development Process and the OWASP Standard

 Progrezando.com Carlos Arturo Blandón Jaramillo, Jhon Steven Jaramillo Becerra
Progrezando.com, Colombia
Carlos.blandon@progrezando.com, jhonstevenjaramillo25@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En los últimos años las tecnologías de información han impulsado un proceso de globalización de gran escala que ha impactado directamente a todos los sectores industriales; como consecuencia directa de dicho proceso, la tecnología se ve avocada a ser más eficiente, segura, confiable y "a brindar la sensación de ubicuidad, requiriendo desarrollo de software de calidad que cumpla con los requisitos del mercado, por tanto, los desarrolladores requieren más control sobre recursos, tiempo, costo y calidad del producto". La falta de adopción de estándares internacionales para el desarrollo adecuado de proyectos de software en conjunción con la formación en procesos ágiles representa una gran debilidad en esta industria.

Esta es una propuesta para evaluar la calidad del software a partir del proceso de desarrollo de software AGILISO y la seguridad en las aplicaciones en base al estándar de verificación de seguridad en aplicaciones OWASP, fortaleciendo y optimizando la actividad de auditoría por parte de control interno, auditores y consultores de sistemas de información, permitiendo la propuesta oportuna de planes de acción que procuren la corrección de las desviaciones detectadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

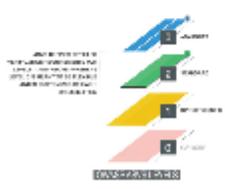
Identificar y lograr apropiar las mejores prácticas es de vital importancia para obtener una ventaja competitiva, para ello se analizan las mejores prácticas de diversas metodologías ágiles y se cruzan con las recomendaciones contenidas en el estándar internacional ISO/IEC 29110:2014.



Se propone en consecuencia el proceso de desarrollo unipersonal AGILISO.

	ANÁLISIS	PLAN	DESARROLLO	PRUEBAS	ENTREGA	REVISIÓN
ANÁLISIS	ANÁLISIS DE REQUISITOS					
PLAN	PLAN DE DESARROLLO					
DESARROLLO	DESARROLLO DE CÓDIGO					
PRUEBAS	PRUEBAS DE INTEGRACIÓN					
ENTREGA	ENTREGA DE PRODUCTO					
REVISIÓN	REVISIÓN DE CALIDAD					

Las condiciones del contexto informático durante la pandemia, trajeron consigo la necesidad imperativa de diversificar la prestación de servicios virtualizando los canales de atención lo que a su vez intrínseca la necesidad de seguridad en las aplicaciones.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se diseñó un instrumento que apoya la evaluación de la calidad del software desde el proceso de desarrollo. La herramienta fue construida en Microsoft Excel, conformada por ocho hojas de cálculo, las cuales se distribuye de la siguiente manera:

- Fase I a VI: Fases del proceso de desarrollo de software AGILISO
- Fase VII: Verificación de requisitos de seguridad en aplicaciones
- Dashboard: Resultados de la verificación de requisitos para las Fases I – VII

EVALUACIÓN DE REQUISITOS DE SEGURIDAD			
REQUISITO	ESTADO	FECHA	RESPONSABLE
1. Autenticación segura	Completado	2023-10-25	J. Becerra
2. Protección de datos	Completado	2023-10-25	J. Becerra
3. Seguridad de comunicaciones	Completado	2023-10-25	J. Becerra
4. Seguridad de configuración	Completado	2023-10-25	J. Becerra
5. Seguridad de desarrollo	Completado	2023-10-25	J. Becerra
6. Seguridad de despliegue	Completado	2023-10-25	J. Becerra
7. Seguridad de operaciones	Completado	2023-10-25	J. Becerra
8. Seguridad de terminación	Completado	2023-10-25	J. Becerra

La fase VII de verificación de requisitos en la seguridad de aplicaciones, presenta los resultados en gráfico de barras identificando los hallazgos a la seguridad



CONCLUSIONES

- La implementación de la evaluación incrementa la conciencia del equipo de desarrollo de software en hacer las cosas bien desde un principio, documentando y revisando oportunamente su quehacer diario.
- Impulsar el uso de instrumentos de evaluación no solo del proceso de desarrollo de software sino de la verificación de la seguridad en las aplicaciones permite que la alta gerencia tome decisiones estratégicas en relación con los procesos de desarrollo de software que se vuelven trascendentales para la continuidad del negocio y el soporte de las transacciones informacionales.
- Las empresas, consultores, auditores de sistemas de información y/o auditores de sistemas de gestión ISO 27001 que empleen el instrumento de evaluación de calidad del software desde el proceso de desarrollo de software y la verificación de requisitos de seguridad en aplicaciones deben poseer no solo conocimientos generales del proceso sino también conocimientos técnicos relacionados a pruebas de penetración y vulnerabilidad de sistemas de información.
- La evaluación de la calidad del software a partir del proceso de desarrollo y la verificación de requisitos de seguridad en aplicaciones es un proceso que debe realizarse de manera continua en todo el proceso de conformidad como avanza el proceso de desarrollo.
- La evaluación de la calidad del software desde el proceso de desarrollo y la verificación de requisitos de la seguridad en las aplicaciones permite la protección de las organizaciones no solo a través del software que emplean como parte de su operación interna, sino también, todo el software que se emplea para brindar los servicios ofertados por la organización a los clientes.
- La pandemia de la COVID – 19 trajo consigo la imperiosa necesidad de ejecutar de manera rutinaria evaluaciones a la calidad del software y la verificación de los requisitos de seguridad en aplicaciones, toda vez que incrementaron los ciberataques y la puesta en escena de servicios virtuales.

Construcción e implementación de una aspiradora autónoma

Constructing and implementing of an autonomous vacuum cleaner

Cesar Marquínez¹, Gabriel Quintana², Kendrick
Sánchez³, Lilia Muñoz⁴, Vladimir Villarreal⁵

Marquínez, C; Quintana, G; Sánchez, K; Muñoz, L; Villarreal, V. Construcción e implementación de una aspiradora autónoma. *Tecnología en Marcha*. Vol. 36, número especial. Octubre, 2023. V Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil. Pág. 23-33.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v36i8.6924>

- 1 Universidad Tecnológica de Panamá. Panamá.
Correo electrónico: cesar.marquinez@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0000-0003-2577-3221>
- 2 Universidad Tecnológica de Panamá. Panamá.
Correo electrónico: gabriel.quintana@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0000-0003-0189-0810>
- 3 Universidad Tecnológica de Panamá. Panamá.
Correo electrónico: kendrick.sanchez1@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0000-0003-1706-5460>
- 4 Universidad Tecnológica de Panamá. Panamá.
Correo electrónico: lilia.munoz@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0000-0002-4011-2715>
- 5 Universidad Tecnológica de Panamá.
Correo electrónico: vladimir.villarreal@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0000-0003-4678-5977>

Palabras clave

Microcontroladores; sensores; aspiradoras autónomas; electrónica; IoT.

Resumen

El objetivo de este proyecto es una implementación que conlleva diseño y desarrollo de una aspiradora de limpieza de bajo costos que realice su operación autónoma. La detección de obstáculos con la utilización de un sensor es la plataforma que permite la autonomía de la aspiradora de limpieza ya que usualmente este tipo de dispositivos necesitan del control y movimiento de un humano para su oficio. La noción de bajo costo es dada, ya que sus componentes son de precio accesible. La aspiradora autónoma de limpieza emplea sensor ultrasónico HC-SR04 que emite un ultrasonido que viaja por el aire y si hay un obstáculo en su camino podrá esquivar mediante la gestión de su comportamiento con Arduino UNO. Una aspiradora autónoma de limpieza nos da una visión general y de escalabilidad de cómo las herramientas de código abierto son aprovechadas para cimentaciones de proyectos electrónicos con miras a usos de estrategias de Internet de las Cosas (IoT) e Inteligencia Artificial.

Keywords

Microcontrollers; sensors; autonomous vacuum cleaners; electronics; IoT.

Abstract

The objective of this project is an implementation that entails the design and development of a low-cost vacuum cleaner that performs its autonomous operation. The detection of obstacles with the use of a sensor is the platform that allows the autonomy of the vacuum cleaner since these types of devices usually need the control and movement of a human for their job. The notion of low cost is given since its components are affordable. The autonomous vacuum cleaner uses an HC-SR04 ultrasonic sensor that emits an ultrasound that travels through air and if there is an obstacle in the way, it can avoid it by managing its behaviour through Arduino UNO. An autonomous vacuum cleaner gives us an overview and scalability of how open-source tools are leveraged for foundations of electronic projects and strategies' use of Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence.

Introducción

A finales de la década de 1990, surgió en California una nueva forma de entender el acceso a la tecnología. La idea principal era que aprendiésemos unos de otros en un entorno donde la información se comparte y está disponible en todo momento. Este ambiente inmersivo de tener cosas que puedan utilizarse y combinarse con tecnología ha permitido que las personas traten de facilitar sus vidas y quizás aun ciertas formas de trabajo las cuales necesiten mecanismos que puede ser de su vida cotidiana y que se operen por un humano. He ahí cuando se considera esa facilitación al tener artículos tradicionales que poseen cierto grado de autonomía con el manejo humano. Estos pensamientos de tener artículos del día a día con uso de la tecnología ha hecho posible la innovación y desarrollo de nuevos proyectos. Luego serán los usuarios de este movimiento quienes decidan cuales ideas son las mejores y también podrán realizar cambios para optimizarlas [1].

De esta forma, el intento de implementar sistemas autónomos requiere conocimientos interdisciplinarios, ya que comprenden algunos campos importantes como la mecánica, sensores, motores, comunicaciones, electrónica e inteligencia artificial. La base de esta investigación es hacer posible una fracción de la visión de un mundo en el que las máquinas nos asistan en la mayoría de los trabajos realizados por el hombre.

Es un hecho que las aspiradoras autónomas son un tema conocido, pues desde 2001 ya han aparecido varios modelos que se han desarrollado a la sombra del mercado [2]; y existen empresas que comercializan dichos ejemplares, como Roomba [3], robot aspirador Ubot [4], entre otras.

Dichos dispositivos comercializados mencionados anteriormente utilizan componentes de hardware y software, que sus costos son elevados, por ende, su adquisición es costosa. Por lo tanto, IRobots Roomba es una inspiración para diseñar y construir una aspiradora que esté disponible y que realice las funciones principales que ya existen en el mercado. Así nació el proyecto Hybrid-AV, que tendrá funciones de detección en un entorno limitado similares a Roomba.

En la figura 1, se muestra de manera generalizada conceptualizaciones de la aspiradora autónoma (Hybrid-AV) tales como: encendido y comienzo de recorrido, interceptación de obstáculos y detección de estos por medio de sensores, cambios de dirección, limpieza.

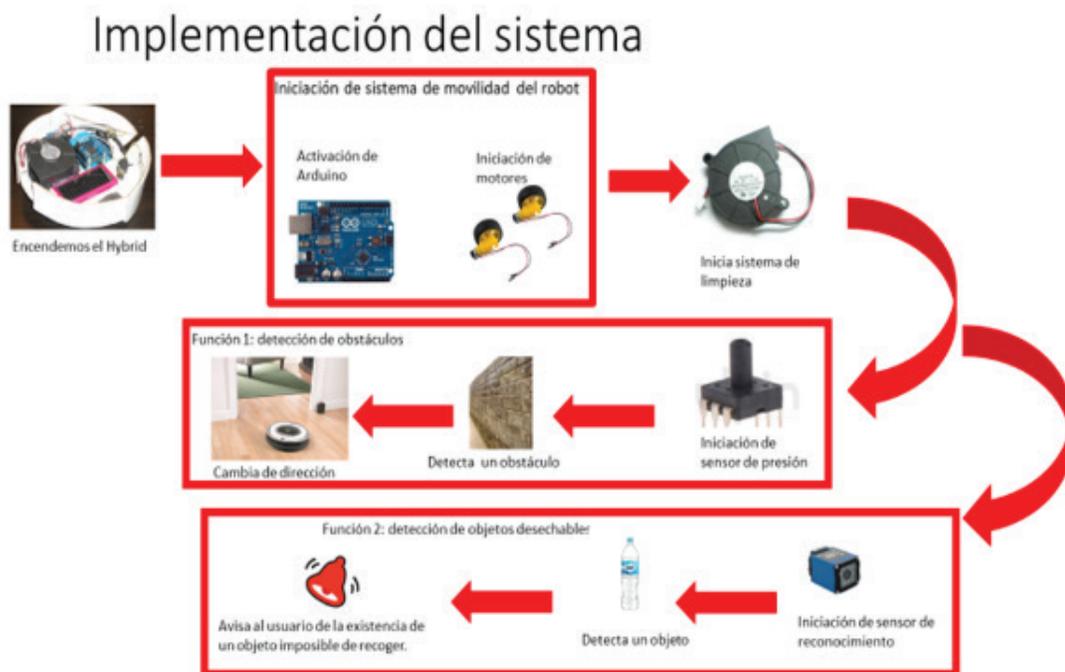


Figura 1. Conceptualización de la aspiradora.

Materiales y métodos

Para la descripción del diseño y metodología del desarrollo de este proyecto se requieren los siguientes materiales: Arduino UNO, Motor h-bridge con ruedas(x4) y ttv motor(x4), Baterías (12 volts), Ventilador (12 volts), Cables de conexión a USB, Cables de conexión a Arduino,

Goma, Plastic box -for dust-bin, Set sensores ultrasonido, Código de movimiento & detección de objetos, Lenguaje de programación *Phyton*, Programa de comparación de imágenes *Cascade trayner*

Metodología de diseño

En el desarrollo inicial, se diseñó un circuito lógico de los componentes en un simulador llamado Fritzing. Primero se conectaron los cables del Arduino UNO al protoboard seguidamente los motores de las ruedas para así proXbar su movilidad, se conectan los cables rojos y negros de los mismos como se muestra en la figura 2. Se colocan en los puertos del protoboard los cables del sensor ultrasonido, en los puertos negativo y positivo correspondientes para así tener la alimentación de energía en la misma. Al conectar todo en serie y paralelo se procede a conectar la fuente de energía en este caso las baterías de 12V. Se utilizará hardware y software libre como lo es la tecnología ARDUINO, el cual es el microcontrolador de este diseño. La aplicación de este microcontrolador nos proporciona la asistencia para poder emplear estrategias de programación, para crear ese flujo y navegación autónoma gracias a la ejecución de un algoritmo que permita que la aspiradora autónoma (Hybrid-AV) se desplace en un entorno desconocido. Se muestra en la figura 2 un circuito lógico del proyecto, y en la figura 3 un esquema físico del mismo:

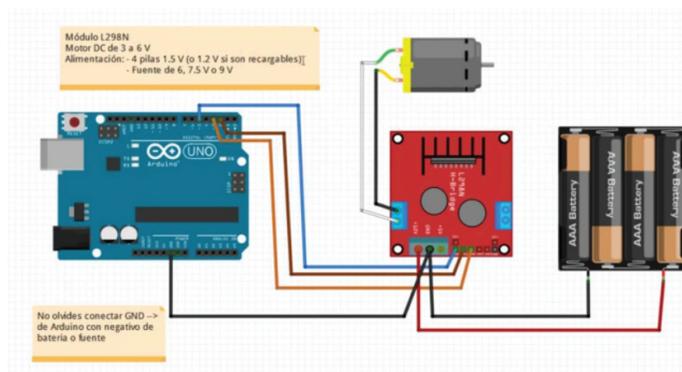


Figura 2. Circuito lógico de prueba de motores del Robot-aspiradora (Hybrid-AV).

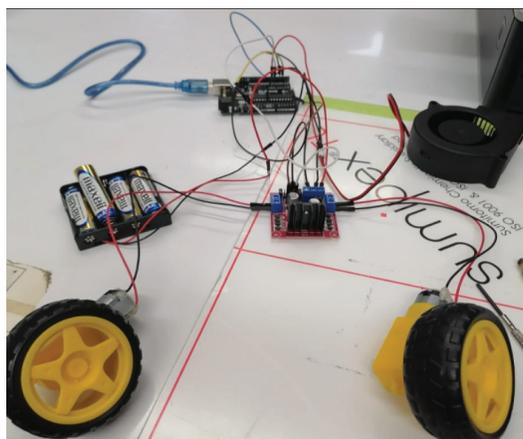


Figura 3. Conexión del circuito con los componentes.

Se realizan pruebas, de los códigos y el funcionamiento de los motores como se muestra en la figura 3. Se inicializa el armado en una base de cartón con un radio de 15cm, con 2 agujeros de forma centrada en la circunferencia de 9cm x 4cm para el espacio de las ruedas de los

motores, además 2 agujeros de un tamaño mínimo para pasar los cables del motor. Por otra parte, también se realiza un espacio para el ventilador, el cual se utiliza para realizar la limpieza. En la figura 4 se puede visualizar el ensamblado del proyecto.

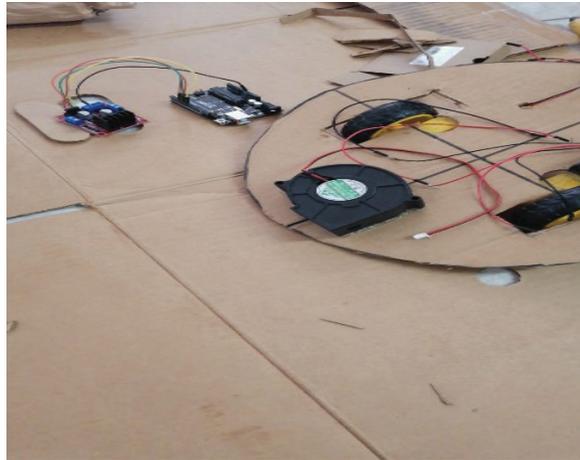


Figura 4. Estructura en proceso de armado.

Una vez fijados los componentes con una pistola de goma caliente, se procede a realizar las respectivas conexiones, en los puertos del controlador de motores (L298N) y el módulo de Arduino UNO.

Los motores se conectan a los puertos de disponibles en el controlador positivo y negativo (no importa el orden, nada más tenerlo en cuenta a la hora de realizar la programación en el código), una vez realizado esto conectamos nuestra fuente de voltaje de 5v (puede ser de 9v, o más, nada más tener en cuenta el funcionamiento y voltaje que permite el controlador de motores que se use).

La conexión se realiza de la siguiente forma: el positivo del cable de fuente (+) va con una unión en el primer puerto de entrada del controlador y el Vin (voltaje de entrada del Arduino) y cable negativo (-) iría al segundo puerto (o al puerto del medio) de la entrada del controlador y al GND (tierra) del Arduino.

Ahora los pines del controlador son 8 pero los de los extremos se usarán con puentes (o jumper) que trae el controlador (impórtate fijarse las placas de metal de los jumpers estén mirando hacia los pines), para el proyecto se usarán 4, el primer pin va a ir al ping 7 de Arduino UNO, el segundo ping va a ir al ping 6 de Arduino, el tercer ping va a ir al ping 5 de Arduino UNO, y por último el cuarto ping va a ir al ping 4 de Arduino UNO.

Por otra parte, se utiliza un sensor ultrasónico HC-SR04, el cual dispone de 4 salidas con sus respectivos colores, el cable rojo ira al tercer puerto de entrada del controlador de motores, y cable verde iría al ping A0 de la parte análoga del Arduino UNO, el cable azul iría al ping A1 de la parte análoga del Arduino UNO, y por último el cable negro iría al GND de POWER del Arduino UNO como se muestra en la Figura 5.

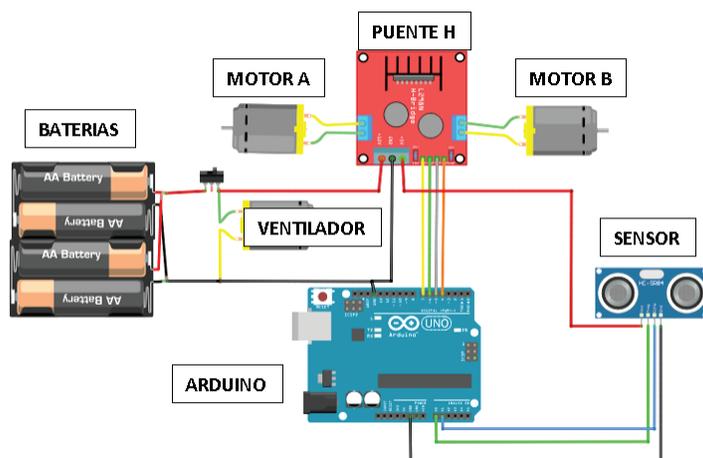


Figura 5. Circuito lógico del funcionamiento completo del Robot-aspiradora (Hybrid-AV).

Finalmente, una vez terminada esta parte de conexiones, se fijan los componentes y se prepara el código en Arduino UNO para cargarlo al módulo y realizar la prueba como se muestra en la figura 6.

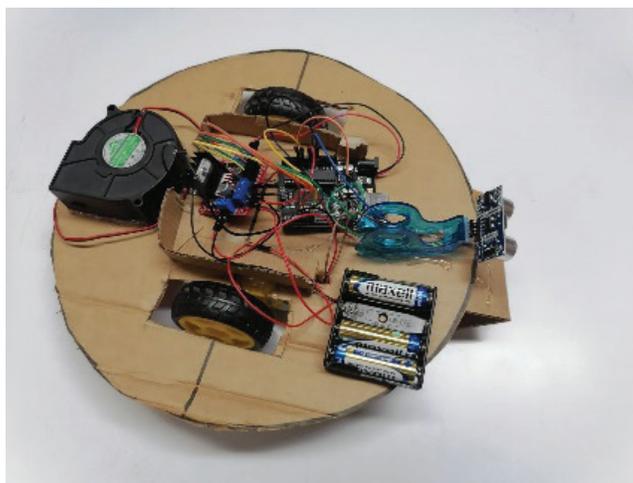


Figura 6. Prototipo armado con circuitos y componentes.

En la fase intermedia de prueba del prototipo, se realizaron mejoras o implementaciones como: el corte de la base de acrílico de radio de 15 cm para armar el equipo y organizarlo imitando la estructura de una aspiradora comercial. Como se muestra en la figura 7, se cambia la base del proyecto de cartón a plancha de acrílico:



Figura 7. Implementación de la base de acrílico.

Adicionalmente, se utiliza una estrategia de visión computacional utilizando reconocimiento de objetos. Esto se realiza para la detección de desechos que la aspiradora autónoma no pueda recolectar. Dicha estrategia utiliza código de lenguaje *Python* que junto a la librería *CV2* provee infraestructura para la percepción de imágenes, la cual puede hacer una comparación de los objetos detectados en el entorno sin mostrar falsos positivos, el mismo lo realiza utilizando un archivo generado por el programa *Cascade-Trayner*, llamado *cascade.xml*, se encarga de lo anteriormente mencionado.

Este entrenamiento se realizó tomando fotos del recuadro donde se localiza el objeto, en este caso unas fotos del *mouse* que se desea tomar como ejemplo para el reconocimiento. Lo mencionado anteriormente es una añadidura con usos de inteligencia artificial basadas fuera de la aspiradora autónoma.

Sin embargo, se encontraron limitantes que se tuvieron a la hora de implementar el diseño, las cuales se mencionan a continuación:

- Limitaciones en la integración de las cámaras para la detección de objetos.
- El procesamiento de imágenes no podrá ser utilizado con un Arduino UNO, ya que no lo soporta; no obstante, implementado un circuito aparte con una Raspberry pi se puede lograr.

Resultados

Se realizaron distintas pruebas con la implementación de los sensores, en el cuadro 1 se pueden apreciar los valores. Se demuestra que seis de diez pruebas realizadas el prototipo no se chocaba con los obstáculos que se le implementaron y el mismo cambiaba de rumbo.

Cuadro 1. Prueba del prototipo utilizando los sensores.

Pruebas de limpieza		
	Choque	No choque
Prueba 1		1
Prueba 2	1	
Prueba 3		1

Pruebas de limpieza		
	Choque	No choque
Prueba 4		1
Prueba 5		1
Prueba 6	1	
Prueba 7	1	
Prueba 8		1
Prueba 9		1
Prueba 10	1	

Como se muestra en la figura 8 se observa el prototipo en movimiento realizando la limpieza por medio de la aspiradora, el cual iba realizando el recorrido sin chocar con ningún obstáculo.

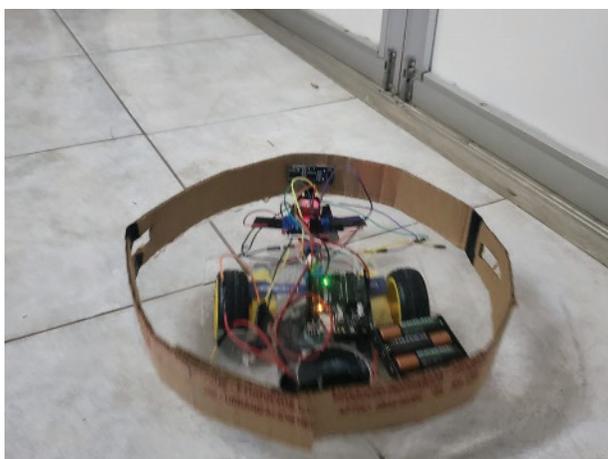


Figura 8. Prueba de movimiento del prototipo en área libre.

Una restricción que se presentó fue no poder montar la añadidura (uso de visión computacional para la detección de desechos que no podían ser recolectados) a la aspiradora autónoma por falta de componentes. No obstante, se realizaron pruebas de esta estrategia. En la figura 9 se observa uno de los objetos que se utilizó como referencia para la comprobación del código que se desarrolló.

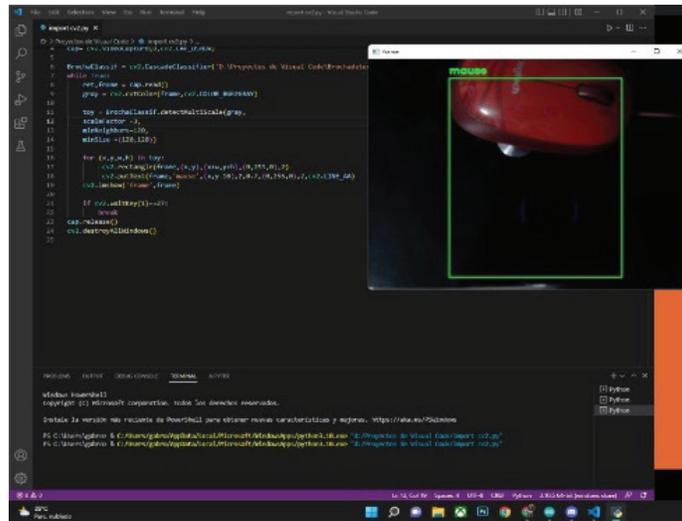


Figura 9. Implementación de la visión computacional.

Conclusiones

El objetivo principal del proyecto Hybrid-AV es obtener un prototipo de robot aspirador que se moviera de forma autónoma, adicionalmente se le implementaría una cámara para la detección de objetos que no pudiera limpiar y recolectar, elaborado con productos de código abierto y de la forma más económica posible. El resultado final ha sido satisfactorio, obteniendo las siguientes conclusiones:

- El prototipo se ha desarrollado con productos código abierto siendo así de fácil acceso para cualquiera.
- Se ha construido un prototipo funcional capaz de evitar obstáculos de forma autónoma e ir realizando el proceso de aspirar automáticamente.
- En base a que fuese lo más ecológico y sostenible posible, se ha usado baterías recargables y cartón para las fases de prueba.

En comparación a las aspiradoras que se encuentran en el mercado, que van desde los 150 dólares en adelante, con un sistema parecido, la idea de nuestro prototipo llegaría aproximadamente a los 100 dólares, cumpliendo con un auto recorrido completo, limpiando el entorno en donde se deje, con reconocimiento de objetos que no se pueden recoger, y sería una de las formas más económicas para realizar un proyecto de este tipo.

Agradecimientos

A la Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá, por el financiamiento parcial para el desarrollo del proyecto. La Dra. Lilia Muñoz y el Dr. Vladimir Villarreal son miembros del Sistema Nacional de Investigación de la SENACYT.

Referencias

- [1] OpenSource, «Open-Source Initiative, » [En línea]. Available: <https://opensource.org/history>.
- [2] Noticias De La Ciencia, «NACYT,» 08 octubre 2018. [En línea]. Available: <https://noticiasdelaciencia.com/art/30195/la-evolucion-de-los-robots-aspiradores#:~:text=Y%20todo%20comenz%C3%B3%20en%201996,idea%20del%20inventor%20James%20Dizon>.



- [3] IRobot, «Roomba,» [En línea]. Available: <https://www.irobot.es/roomba>.
- [4] Ubotcleaner, «Ubot,» [En línea]. Available: <http://www.ubotcleaner.com/>.
- [5] E. J. S. Paucar, «dspace,» 2009. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/160/1/38T00152.pdf>.
- [6] J. M. A. Weber, «e-archivo,» 2018. [En línea]. Available: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/29335/TFG_Sandra_Ramos_Gutierrez.pdf;jsessionid=5F3817FC0750B31A8108289DA5DC3A7C?sequence=1.
- [7] M. A. S. Muñoz, «openaccess,» 21 Junio 2014. [En línea]. Available: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/35181/5/msanchezmunoz0TFC0714memoria.pdf>.
- [8] Revrekad, «instructables,» 29 ene 2015. [En línea]. Available: <https://www.instructables.com/Another-cardboard-robot-vacuum-cleaner-controlled-/>.
- [9] «amen-technologies,» 2022. [En línea]. Available: <https://es.amen-technologies.com/diy-smart-vacuum-cleaning-robot-using-arduino>.
- [10] J. Sanchez, «scribd,» 08 Apr 2021. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/502009361/Dialnet-PropuestaDePrototipoDeRobotAspiradoraDeBajoCostoYA-7563019>.
- [11] SoloElectronicos, «soloelectronicos,» 10 mayo 2016. [En línea]. Available: <https://soloelectronicos.com/2016/05/10/robot-aspirador-con-arduino/>.
- [12] ASSC, «assc.es,» [En línea]. Available: <https://assc.es/arduino-robot-aspirador-mejores/>.
- [13] T. X. Z. Avila, «tinkercad,» 23 julio 2021. [En línea]. Available: <https://www.tinkercad.com/things/iz5ekzbacza-aspiradora-1>.
- [14] «RN-XV WiFly modulo - wire antenna,» botnroll.com. [Online]. Available: <https://www.botnroll.com/en/ethernet-wi-fi/415-rn-xv-wifly-modulo-wire-antenna.html>. [Accessed: 09-Jun-2022].

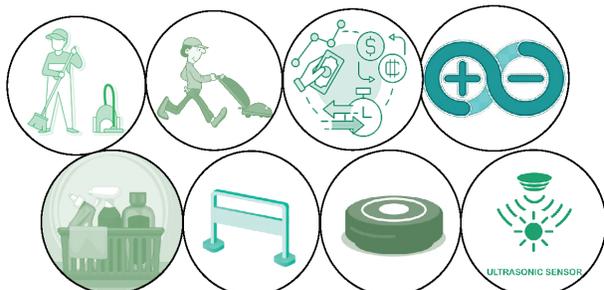


Construcción e Implementación de una Aspiradora Autónoma



Alexis Jiménez, Cesar Marquínez, Gabriel Quintana, Kendrick Sánchez

Licenciatura en Ingeniería de Sistemas y Computación, Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales, Universidad Tecnológica de Panamá



RESUMEN

El objetivo de este proyecto es una implementación que conlleva diseño y desarrollo de una aspiradora de limpieza de bajo costos que realice su operación autónoma. La aspiradora emplea sensor ultrasónico HC-SR04, que emite un ultrasonido que viaja por el aire y en el momento que intercepta un obstáculo en su camino lo podrá esquivar mediante la gestión de su comportamiento con Arduino UNO.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se cuentan con aspiradoras en el mercado pero las mismas son costosas y cumplen con algunas funciones limitadas por esta razón se realiza la propuesta de confeccionar una aspiradora robot de bajo costo con añadido de inteligencia artificial de detección de objetos. Esto es debido a que hay desechos que las aspiradoras no pueden recolectar y este añadido detectara e informará al usuario sobre los mismos.

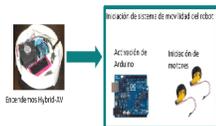
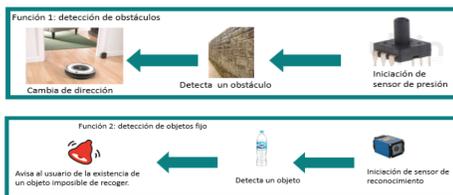


Diagrama de Conceptualización

PROPUESTA



DISEÑO Y METODOLOGÍA

Se conectan los cables del Arduino UNO al protoboard seguidamente los motores de las ruedas para así probar su movilidad. Se colocan en los puertos del protoboard los cables del sensor ultrasónico. Se conecta la fuente de energía en este caso las baterías de 12V. Se utilizará hardware y software de Arduino UNO. Se carga la programación al Arduino UNO para la navegación autónoma (Hybrid-AV). Para la creación del algoritmo de detección de objetos se utilizo la librería OpenCV y el programa Cascade Trainer para entrenar el mismo.

MATERIALES

Software

- Código de movimiento
- Código de detección de objetos
- Lenguaje de programación Phytton
- Programa de comparación de imágenes Cascade trayner
- Librería OpenCV
- Visual Studio Code (Editor de código)

Hardware

- Arduino UNO
- Motor h-bridge con ruedas(x4)
- Baterías (12 volts)
- Ventilador (12 volts)
- Cables de conexión a Arduino
- Goma
- Plastic box -for dust-bin
- Set sensores ultrasónico



RESULTADOS

Se realizaron distintas pruebas con la implementación de los sensores en las cuales se recopiló la siguiente tabla. En ella se demuestra que seis de diez pruebas realizadas el prototipo no se chocaba con los obstáculos que se le implementaron y el mismo cambiaba de rumbo.

	PRUEBAS DE LIMPIEZA	
	CHOQUE	NO CHOQUE
PRUEBA 1		1
PRUEBA 2	1	
PRUEBA 3		1
PRUEBA 4		1
PRUEBA 5		1
PRUEBA 6	1	
PRUEBA 7	1	
PRUEBA 8		1
PRUEBA 9		1
PRUEBA 10	1	



Una restricción que se presentó fue no poder montar la añadidura a la aspiradora autónoma por falta de componentes. No obstante, se realizaron pruebas de esta estrategia.



CONCLUSIONES

El objetivo principal del proyecto (Hybrid-AV) era obtener un prototipo de robot aspirador que se moviera de forma autónoma, adicionalmente se le implementaría una cámara para la detección de objetos que no pudiera recolectar, utilizando código abierto. El resultado final cumplió en gran parte con lo propuesto, se ha construido un prototipo funcional capaz de evitar obstáculos de forma autónoma e ir realizando su proceso. No obstante, se han encontrado algunas restricciones. Debido a la falta de tiempo, no se logro finalizar un prototipo con la integración de las cámaras para la detección de objetos que el mismo no pudiera recolectar. Esta complicación se presente al montar el código utilizando Python debido a que Arduino UNO no soporta el procesamiento de imágenes sin embargo con la adaptación de una Raspberry pi sería posible.

Brecha existente entre la malla curricular de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana respecto dos universidades del TOP5 Latinoamericano que referencian al Washington Accord

Existing gap between the curriculum mesh of the Industrial Engineering career of the Universidad Hispanoamericana with respect to two Latin American TOP5 universities that refer to the Washington Agreement

Héctor Jesús Ramírez-Mora¹

Ramírez-Mora, H.J. Brecha existente entre la malla curricular de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana respecto dos universidades del TOP5 Latinoamericano que referencian al Washington Accord. *Tecnología en Marcha*. Vol. 36, número especial. Octubre, 2023. V Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil. Pág. 34-42.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v36i8.6925>

¹ Universidad Hispanoamericana, Escuela de Ingeniería Industrial. Costa Rica-
Correo electrónico: ramirezhm@gmail.com / hector.ramirezm@uhispano.ac.cr
 <https://orcid.org/0000-0002-7720-148X>

Palabras clave

Ingeniería industrial; referentes; acuerdo de Washington; ABET; programas de estudio; créditos; ranking universitario; mallas internacionales; valores agregados.

Resumen

La carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana (UH), luego de obtener su acreditación con el SINAES en mayo del 2022 busca continuar mejorando su oferta y mediante la comparación con otros programas académicos homólogos y que poseen la acreditación del Acuerdo de Washington o su equivalente mediante acuerdos de reconocimiento mutuo con otros estándares del mercado; para usar las brechas detectadas y solventarlas. En esta oportunidad la comparación se realiza con dos universidades del TOP5 en el ranking QS del año 2022.

Abstract

The Industrial Engineering career of the Universidad Hispanoamericana (UH), after obtaining its accreditation with the SINAES in May 2022, seeks to continue improving its offer and by comparing it with other equivalent academic programs that have the accreditation of the Washington Agreement. or its equivalent through mutual recognition agreements with other market standards; to use the gaps detected and solve them. This time the comparison is made with two TOP5 universities in the QS ranking of the year 2022.

Keywords

Industrial engineering; references; Washington accord; ABET; study programs; credits; university ranking; international meshes; added values.

Introducción

La calidad de la educación universitaria en Costa Rica es impulsada por el Sistema de Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES). Es por medio de este órgano que el Gobierno de Costa Rica brinda confianza a los empleadores de que el profesional de una carrera profesional universitaria particular recibió una formación rigurosa y demostró su conocimiento bajo estándares previamente establecidos. Lo anterior según lo establecido por el artículo 4 de la Ley 8798 [7]:

" El Estado y sus instituciones procurarán contratar personal graduado de carreras oficialmente acreditadas. Se autoriza al Estado y a sus instituciones para que establezcan, en los concursos de antecedentes, las condiciones necesarias para diferenciar entre los graduados de carreras oficialmente acreditadas, en los casos en que poseer grado académico y título profesional sea requisito de contratación "

Por otro lado, si la carrera profesional se encuentra en el área de arquitectura y de ingeniería, existe adicionalmente un ente rector, Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (CFIA) que regula el ejercicio del profesional. Es en junio del 2020 que este ente a través de la Agencia de Acreditación de programas de Ingeniería y de Arquitectura (AAPIA), fue aceptada como miembro pleno en el Acuerdo de Washington de la Alianza Mundial de la Ingeniería-IEA, lo que significa que todos aquellos programas de las carreras de ingeniería del país que sean acreditadas por esta Agencia serán reconocidos a nivel mundial en todos los

países que son miembros plenos del acuerdo (Corea, Rusia, Malasia, China, Sudáfrica, Nueva Zelanda, Australia, Canadá, Irlanda, Taiwán, Singapur, Sri Lanka, Japón, India, Estados Unidos, Turquía, Reino Unido, Pakistán, Perú) [3].

Por lo anterior, la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana posterior a alcanzar su acreditación con el SINAES en mayo del 2022 pretende mejorar su oferta académica específicamente en su plan de estudios o malla curricular con respecto a otros programas ofrecidos en el mercado costarricense. Así, en el presente estudio se busca contrastar la actual oferta de la Carrera mencionada con respecto a dos universidades que se encuentran en el Top 5 en el ranking QS del año 2022 y que poseen acreditación del Acuerdo de Washington o su equivalente mediante acuerdos de reconocimiento mutuo con otros estándares del mercado. Para encontrar aquellas características o categorías que son ofertadas a nivel internacional y que puedan generar valores agregados en el mercado local mediante la incorporación en oferta actual de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana.

Materiales y métodos

Para la elaboración del estudio se realizaron las siguientes actividades mostradas en la figura 1:

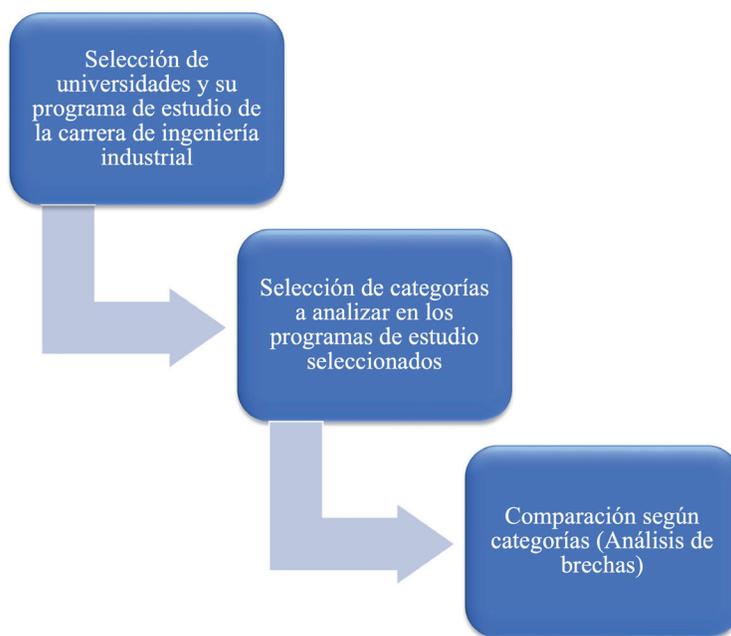


Figura 1. Actividades realizadas en el estudio.

A continuación, se describe cada una de las actividades de la figura 1:

Selección de universidades y su programa de estudio de la carrera de ingeniería industrial

El objetivo de esta acción fue la de definir aquellas universidades que se encuentren en el TOP 5 del ranking QS [4] y que además formen parte del acuerdo de Washington.

Para realizar esta selección se utilizó como referencia la clasificación mundial de universidades QS enfocada en América Latina del año 2022. Así, se escogieron las primeras 5 universidades y se discriminaron por dos criterios. El número uno si ofertan la carrera universitaria en estudio, es decir, si ofertan la carrera de Ingeniería Industrial (Pregrado) o su nombre equivalente según su región; y dos, si esta carrera cuenta el aval por un programa de acreditación asociado al acuerdo Washington; ver el cuadro 1.

Cuadro 1. Universidades Latinoamericanas del Top 5 (Ranking QS 2022).

#	Universidad	País	Acreditador	Carrera
1	Pontificia Universidad Católica de Chile (UC)	Chile	-	Ingeniería civil industrial
2	Universidad de Sao Paulo (USP)	Brasil	-	Pregrado Ingeniería de Producción
3	Universidad de Chile (UChile)	Chile	CNA (Consejo Nacional de Acreditación)	Pregrado Ingeniería Civil Industrial
4	Tecnológico de Monterrey (ITESM)	México	ABET	B.S. Industrial Engineering with minor in Systems Engineering
5	Universidad de los Andes (UA)	Colombia	-ABET -CNA (Consejo Nacional de Acreditación)	Pregrado en Ingeniería Industrial

Según se observó en el cuadro 1 se seleccionaron los programas de ingeniería industrial de las Universidades: Tecnológico de Monterrey y la Universidad de los Andes, diferenciados con el color verde, por cumplir los dos criterios mencionados en el párrafo anterior. Se toma en consideración que en el caso específico del acreditador ABET posee un acuerdo de reconocimiento mutuo con el acuerdo de Washington [1].

Selección de categorías a analizar en los programas seleccionados

Luego de la selección de las universidades se procede a determinar cuáles características o categorías del plan de estudio que ofertan se van a analizar. En este punto se establece de interés aquellas categorías que pueden lograr diferenciación entre los programas seleccionados y que son referenciales para el desarrollo profesional de sus graduados. A continuación, se presentan las categorías seleccionadas:

- Cantidad de créditos y horas según trabajo independiente del estudiante (fuera del aula) versus el tiempo dedicado a la clase magistral (dentro del aula).
- Contenido en el plan de estudio: Plan nivelatorio (Plan para disminuir las brechas existentes entre la población de primer ingreso en el programa de estudio), Materias optativas (materias que el estudiante puede escoger según su interés particular para reforzar su formación académica), Ciencias exactas (conjunto de materias que refuerzan el conocimiento del estudiante en la categoría de ciencias exactas), Fundamentos de ingeniería (conjunto de materias que refuerzan el conocimiento del estudiante en la categoría de fundamentos de ingeniería).
- Valores agregados: Carrera con segundo idioma (posibilidad de que el estudiante pueda recibir su formación ingenieril utilizando un segundo idioma en todas sus clases), Plan de internacionalización (posibilidad del estudiante de realizar programas que permita el acercamiento con otros programas de estudio afines en otro país), Plan de especialización (Posibilidad de que el estudiante pueda agregar a su formación algún tipo de énfasis según sus intereses).

Comparación según categorías (Análisis de brechas)

Se realiza un análisis de brechas utilizando herramientas como gráficas o cuadros comparativos para determinar las características o categorías que se diferencian con la oferta de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana.

Resultados

En la figura 2 se presenta el resultado de la comparación de la primera categoría de análisis: Cantidad de créditos y horas.

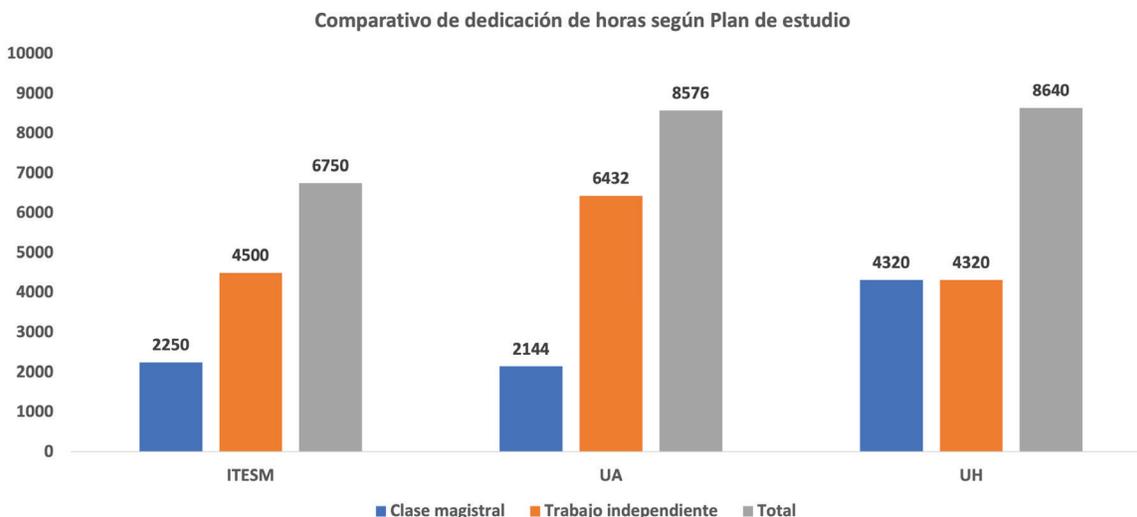


Figura 2. Comparación de horas que dedican las mallas curriculares de ingeniería industrial según universidad.

De la figura 2 se observa que la UH brinda igual importancia al trabajo independiente que a la clase magistral, mientras que las universidades referentes potencian el trabajo independiente (66% en el caso del ITESM y 75% para la UA). De este resultado se puede deducir que las universidades referentes poseen una estructura o cultura orientada más hacia el autoaprendizaje o autopreparación. Lo anterior, no indica que no esté basado en competencias [14]. En el cuadro 2 se presentan las competencias por el ITESM [9] y la UA [13].

Cuadro 2. Comparativo de competencias desarrolladas en los programas de ingeniería industrial.

ITESM	UA
Innova procesos organizacionales con una visión sistémica y de sustentabilidad.	Identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando principios de ingeniería, ciencias y matemáticas.
Genera soluciones integrales a problemas complejos aplicando metodologías de visión sistémica y enfoque participativo.	Habilidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas con consideración de la salud pública, seguridad y el bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.
Administra proyectos multidisciplinarios integrando los aspectos técnicos, económicos y de mercado, alineados con los objetivos organizacionales.	Habilidad para comunicarse efectivamente con diferentes audiencias.
Toma decisiones integrales en procesos con abundancia de datos, utilizando herramientas estadísticas avanzadas.	Habilidad para reconocer responsabilidades éticas y profesionales en la práctica de la ingeniería y elaborar juicios informados en los que se debe considerar el impacto de soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
Mejora la competitividad de los sistemas y procesos clave en las organizaciones, implementando metodologías de calidad, productividad y optimización.	Habilidad para trabajar efectivamente en equipo cuyos miembros proporcionan liderazgo, generan un ambiente colaborativo e incluyente, establecen metas, planean actividades y alcanzan objetivos.
	Habilidad para desarrollar y conducir apropiadamente experimentación, analizar e interpretar datos, y usar el juicio de ingeniería para elaborar conclusiones.
	Habilidad para adquirir y aplicar nuevo conocimiento según sea necesario, usando estrategias de aprendizaje apropiadas.

De las competencias anteriores, se destaca a nivel general que ambos programas buscan un profesional integral y no solamente el desarrollo de los conocimientos propios de la ingeniería en estudio. La competencia de “adquirir y aplicar nuevo conocimiento según sea necesario, usando estrategias de aprendizaje apropiadas” de la UA es consecuente con el trabajo independiente visto en la Figura 2. Para el caso de la UH, está no ofrece un plan de estudios de ingeniería industrial basado en competencias.

En el cuadro 3 se presente un comparativo con respecto a la segunda categoría: Contenido del plan de estudios.

Cuadro 3. Comparativo Contenido Plan de estudios.

Categorías	ITESM	UA	UH
Plan nivelatorio	Sí	No	No
Materias optativas	Sí	Sí	No
Ciencias exactas	Sí	Sí	Sí
Fundamentos de ingeniería	Sí	Sí	Sí

Con respecto al cuadro 3 se evidencia que mayoritariamente las brechas con respecto a la UH se encuentran en que la universidad referente ITESM posee un robusto Plan nivelatorio con 36 créditos; además tanto ITESM y UA poseen dentro de su plan de estudios Materias optativas; en los otros campos propios de la disciplina no se observan diferencias.

En el cuadro 4 se presente un comparativo con respecto a la tercera categoría: Valores agregados.

Cuadro 4. Comparativos valores agregados.

Categorías	ITEMs	UA	UH
Carrera con 2 idioma	Sí	No	No
Plan internacionalización	Sí	Sí	No
Plan de especialización	Sí	Sí	No

Con respecto al cuadro 4 se evidencia que mayoritariamente las brechas con respecto a la UH se encuentran en que la universidad referente ITESM ofrece la posibilidad de recibir la carrera completa con un segundo idioma: Inglés (las otras universidades poseen curso de idiomas pero no brindar la totalidad de la carrera en otro idioma); además tanto ITESM y UA permiten dentro de su plan de internacionalización intercambios con universidades de otros países y donde se reconocen créditos de su respectivo plan de estudios. En el caso de la UA serían: prácticas académicas, intercambios, doble programa. En el Caso de la ITEMS serían: estancias y experiencias internacionales. Con respecto al plan de especialización ambas universidades referentes la ofrecen y se apoyan de las materias optativas, es decir, si los estudiantes combinan adecuadamente esos materiales optativos pueden especializarse en un campo determinado.

Cuadro 5. Comparativo de especializaciones en los programas de ingeniería industrial.

ITESM	UA
<p>Disciplinar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Administración estratégica del comercio detallista omnicanal • Cadenas de suministro digitales: tendencias e innovación • Emprender ciudad • Evolución operativa para la industria • Innovación abierta y transferencia tecnológica • Inteligencia inmobiliaria • Pensamiento digital para el emprendimiento • Sistemas ciberfísicos • Sistemas y tecnologías 4.0 <p>Transversal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analítica de datos y herramientas de inteligencia artificial • Calidad de vida y bienestar • Cultura mexicana • Diseño, innovación y emprendimiento tecnológico • Emprendimiento en acción • Familia empresaria, sostenibilidad y trascendencia • Gobierno y transformación pública • Innovación social • Negocios conscientes • Visión financiera para la toma de decisiones 	<p>Disciplinar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigación de operaciones y estadística • Producción y logística • Gestión de organizaciones • Economía y finanzas

Cabe destacar que en el ITESM la especialización puede ser Disciplinar o Transversal, esto quiere decir que la especialización no se limita al área de estudio de la carrera de ingeniería industrial, además resaltar que, del total de créditos del programa de ingeniería industrial, el ITESM dedica un 30% para la especialización. En el Caso de la UA, la especialización se enfoca en profundizar los conocimientos Disciplinarios.

Conclusiones

Como parte de las similitudes de la carrera de ingeniería industrial de UH con las universidades referentes de ITEMS y UA se encontraron en las materias propias de las Ciencias exactas y los fundamentos de ingeniería. En las brechas detectadas se encuentra un potencial para poder ofrecer entre ellos:

- La posibilidad de aumentar las horas de trabajo independiente del estudiante,
- La posibilidad de realizar un plan de estudios enfoque orientado en competencias,
- La posibilidad de contar con un programa nivelatorio para los estudiantes de primer ingreso,
- La posibilidad de la inclusión de material optativas para hacer más flexible el programa de estudios,

- La posibilidad de generar convenios con universidades de otros países para internacionalizar el perfil del egresado.
- La posibilidad de brindar la carrera en un segundo idioma.

Referencias

- [1] ABET. (9 de setiembre 2022). Mutual Recognition Agreements. <https://www.abet.org/global-presence/mutual-recognition-agreements/>
- [2] C. L. Valerio, "Hotbeds of Active Research as a tool to facilitate Entrepreneurship and Innovation during the COVID-19 Pandemic: The perspective from a pilot plan," 2021 XI International Conference on Virtual Campus (JICV), 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/JICV53222.2021.9600371.
- [3] Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, C. (2018). Criterios y Procedimientos de Acreditación de Programas de ingeniería 2018, versión 01 2017. San José: CFIA.
- [4] Dirección metodológica de investigación, Universidad Hispanoamericana. (2018). Política Institucional de Investigación. Universidad Hispanoamericana
- [5] QS Universities Rankings. (9 de setiembre 2022). QS Latin America University Rankings 2022. <https://www.topuniversities.com/university-rankings/latin-american-university-rankings/2022>
- [6] Sampieri, R. H. (2014). Metodología de la investigación. México DF: McGrawHill.
- [7] Sistema Costarricense de Información Jurídica. (9 de setiembre 2022). Fortalecimiento del Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES) NO 8798. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=67822&nValor3=80479&strTipM=TC
- [8] (2010). In D. J. Ph.D. Sergio Tobón Tobón, Secuencias didácticas: Aprendizaje y evaluación de competencias (pp. 33-56). Mexico: Prentice Hall (Pearson Education).
- [9] Tecnológico de Monterrey. (9 de setiembre 2022). *Ingeniero Industrial y de Sistemas / Bachelor of Science in Industrial Engineering with minor in Systems Engineering (BIE)*. <https://tec.mx/es/innovacion-y-transformacion/ingeniero-industrial-y-de-sistemas>
- [10] Tecnológico de Monterrey. (9 de setiembre 2022). *Planes de estudio Ingeniería Industrial y de Sistemas*. <https://samp.itesm.mx/Programas/VistaPrograma?clave=IIS11&modoVista=Areas&idioma=ES&cols=0>
- [11] Tecnológico de Monterrey. (9 de setiembre 2022). *Acreditaciones*. <https://tec.mx/es/conocenos/acreditaciones>
- [12] Tecnológico de Monterrey. (9 de setiembre 2022). *Políticas*. <https://pie.tec.mx/es/Informacion/politicas>
- [13] Universidad de los Andes Colombia. (9 de setiembre 2022). *Pregrado Ingeniería Industrial*. <https://industrial.uniandes.edu.co/es/programas-academicos/pregrado/ingenieria-industrial>
- [14] Concepción García, María Rita, & Rodríguez Expósito, Félix (2005). El trabajo independiente del Estudiante como medio para el desarrollo de competencias (Primera parte). *PROSPECTIVA*, 3(1),13-17.[fecha de Consulta 9 de Octubre de 2022]. ISSN: 1692-8261. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496251105003>

Brecha existente entre la malla curricular de la Carrera ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana respecto dos universidades del TOP5 Latinoamericano que referencian al Washington Accord

Existing gap between the curriculum mesh of the Industrial Engineering career of the Universidad Hispanoamericana with respect to two Latin American TOP5 universities that refer to the Washington Agreement

Héctor Jesús Ramírez Mora
 Profesor
ramirezhm@gmail.com / hector.ramirezrn@uhispano.ac.cr
 Universidad Hispanoamericana, Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, Costa Rica
 Código Orcid: 0000-0002-7720-148X

INTRODUCCION

La carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana posterior a su acreditación con el SINAES en mayo del 2022, pretende mejorar su oferta académica específicamente en su plan de estudios o malla curricular con respecto a otros programas ofrecidos en el mercado costarricense. Así, en el presente estudio se busca contrastar la actual oferta de la Carrera mencionada con respecto a dos universidades que se encuentran en el Top 5 en el ranking QS del año 2022 y que poseen acreditación del Acuerdo de Washington o su equivalente mediante acuerdos de reconocimiento mutuo con otros estándares del mercado; de esta forma encontrar aquellas características o categorías que son ofertadas a nivel internacional y que puedan generar valores agregados en el mercado local mediante la incorporación en la oferta actual de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana (UH).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración del estudio se realizaron las siguientes actividades mostradas en la Figura 1:

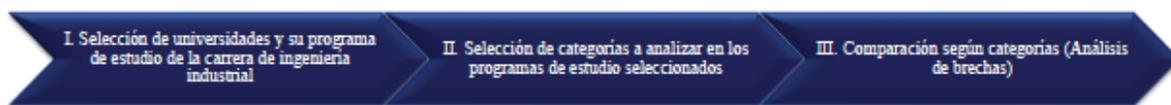


Figura 1. Actividades realizadas en el estudio.

Como parte de la primera actividad se identificación dos universidades: Tecnológico de Monterrey (ITESM) y Universidad de los Andes (UA). Las categorías seleccionadas fueron las siguientes: **Cantidad de créditos y horas según trabajo independiente del estudiante (fuera del aula)** versus el tiempo dedicado a la clase magistral (dentro del aula), **Contenido en el plan de estudio y Valores agregados** (Carrera con 2 idioma, plan internacionalización y plan de especialización). Cabe destacar que la información recolectada fue principalmente tomada de los sitios web correspondiente por universidad.

RESULTADOS

En la Figura 2 se presenta el resultado de la comparación de la primera categoría de análisis: Cantidad de créditos y horas.

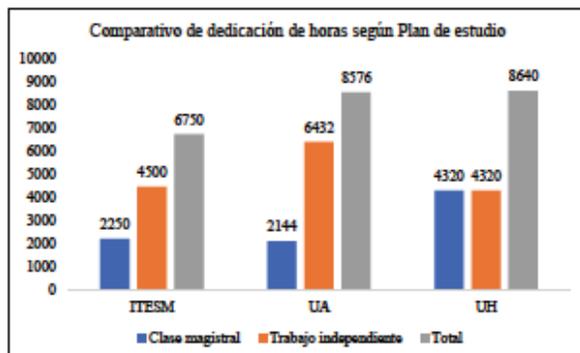


Figura 2. Comparación de horas que dedican las mallas curriculares de ingeniería industrial según universidad.

De la Figura 2 se observa que la UH brinda igual importancia al trabajo independiente que a la clase magistral, mientras que las universidades referentes potencian el trabajo independiente (66% y 75% del total). Así las universidades referentes poseen una estructura o cultura orientada más hacia el autoaprendizaje. Lo anterior, no indica que no esté basado en competencias [1].

Cuadro 1. Comparativo Categorías Plan de estudios y valor agregado [2] [3]

Categoría	Categorías	ITESM	UA	UH
Contenido en plan de estudio	Plan nivelatorio	Sí	No	No
	Materias optativas	Sí	Sí	No
	Ciencias exactas	Sí	Sí	Sí
	Fundamentos de ingeniería	Sí	Sí	Sí
Valor agregado	Carrera con 2 idioma	Sí	No	No
	Plan internacionalización	Sí	Sí	No
	Plan de especialización	Sí	Sí	No

El Cuadro 1 evidencia que mayoritariamente las brechas con respecto a la UH se encuentran en que la universidad referente ITESM posee un robusto Plan nivelatorio con 36 créditos; además tanto ITESM y UA poseen dentro de su plan de estudios Materias optativas que según su escogencia pueden significar especializaciones en el programa.

El Cuadro 1 evidencia a nivel de la categoría de valor agregado que mayoritariamente las brechas con respecto a la UH se encuentran en que la universidad referente ITESM ofrece la posibilidad de recibir la carrera completa con un segundo idioma: Inglés (las otras universidades poseen curso de idiomas pero no brindar la totalidad de la carrera en otro idioma); además tanto ITESM y UA permiten dentro de su plan de internacionalización intercambios con universidades de otros países y donde se reconocen créditos de su respectivo plan de estudios. En el caso de la UA serían: prácticas académicas, intercambios, doble programa. En el caso de la ITESM serían: estancias y experiencias internacionales. Con respecto al plan de especialización ambas universidades ofrecen y se apoyan de las materias optativas, es decir, si los estudiantes combinan adecuadamente esos materiales optativos pueden especializarse en un campo determinado. Adicionalmente se identificó que los planes de estudio de las Universidades Referentes se basan en el desarrollo de competencias profesionales

CONCLUSIONES

Como parte de las similitudes de la carrera de ingeniería industrial de UH con las universidades referentes de ITESM y UA se encontraron en las materias propias de las Ciencias exactas y los fundamentos de ingeniería. En las brechas detectadas se encuentra un potencial para poder ofrecer entre ellos:

- La posibilidad de aumentar las horas de trabajo independiente del estudiante,
- La posibilidad de realizar un plan de estudios enfoque orientado en competencias,
- La posibilidad de contar con un programa nivelatorio para los estudiantes de primer ingreso,
- La posibilidad de la inclusión de material optativas para hacer más flexible el programa de estudios,
- La posibilidad de generar convenios con universidades de otros países para internacionalizar el perfil del egresado.
- La posibilidad de brindar la carrera en un segundo idioma.

REFERENCIAS

[1] Concepción García, María Rita, & Rodríguez Expósito, Félix (2005). El trabajo independiente del Estudiante como medio para el desarrollo de competencias (Primera parte). *PROSPECTIVA*, 3(1),13-17.[fecha de Consulta 9 de Octubre de 2022]. ISSN: 1692-8261. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496251105003>

[2] Universidad de los Andes Colombia. (9 de setiembre 2022). *Progrado Ingeniería Industrial*. <https://industrial.uniandes.edu.co/es/programas-academicos/progrado/ingenieria-industrial>

[3] Tecnológico de Monterrey. (9 de setiembre 2022). *Acreditaciones*. <https://tec.mx/es/conocenos/acreditaciones>

Evaluación de las metodologías de enseñanza y medios emergentes de la virtualidad en la educación presencial, en la Escuela de Publicidad de la Universidad Hispanoamericana, Costa Rica

Evaluation of teaching methodologies and emerging media of virtuality in face-to-face education at the School of Advertising of the Universidad Hispanoamericana, Costa Rica

Elizabeth Meza-Prado¹, Gabriel Vega-Mora²

Meza-Prado, E; Vega-Mora, G. Evaluación de las metodologías de enseñanza y medios emergentes de la virtualidad en la educación presencial, en la Escuela de Publicidad de la Universidad Hispanoamericana, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Vol. 36, número especial. Octubre, 2023. V Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil. Pág. 43-49.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v36i8.6926>

1 Universidad Hispanoamericana. Costa Rica.

Correo electrónico: emeza@uh.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0001-6815-3538>

2 Universidad Hispanoamericana. Costa Rica.

Correo electrónico: gabriel.vega@uh.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0003-3030-5553>



Palabras clave

Metodología; enseñanza; educación; evaluación; virtualidad; docencia universitaria.

Resumen

La docencia universitaria ha sido impactada por una variable macro ambiental fuera de control, la pandemia por COVID-19. Dicha situación expuso las debilidades existentes, en las unidades académicas, en cuanto a innovación, tendencias y estrategias de las metodologías de enseñanza de las personas docentes universitarias, dejando una interrogante, ¿qué tipo de metodología y herramientas son las más adecuadas? El Catálogo de metodologías de aprendizaje y medios emergentes para la educación presencial se propone como una herramienta práctica con la que el equipo docente de la Escuela de Publicidad podrá implementar de forma efectiva estrategias didácticas que les permita diferenciar el abordaje que se le da a los procesos formativos aprovechando herramientas digitales en un entorno presencial.

Keywords

Methodology; teaching; education; evaluation; virtuality; university teaching.

Abstract

University teaching has been impacted by an out-of-control macro-environmental variable, the COVID-19 pandemic. This situation exposed the existing weaknesses, in the academic units, in terms of innovation, trends and strategies of teaching methodologies of university teachers, leaving a question, what kind of methodology and tools are the most appropriate? The Catalog of learning methodologies and emerging media for face-to-face education is proposed as a practical tool with which the teaching team of the School of Advertising can effectively implement teaching strategies that allow them to differentiate the approach that is given to training processes using digital tools in a face-to-face environment.

Introducción

La educación formal en Costa Rica ha sido una de las áreas más afectadas ante la pandemia de COVID-19. La necesidad de pasar drásticamente a la virtualización de los procesos académicos puso en evidencia las desventajas que el profesorado tenía a nivel de formación docente, tanto en las instituciones públicas como en las privadas [2]. La ausencia de interacción tradicional entre los participantes, en conjunto con la falta de conocimiento en el manejo de plataformas virtuales y el poco conocimiento sobre metodologías de enseñanza en entornos virtuales por parte del docente universitario, se hizo visible en el sistema educativo [3]. Sin dejar de lado que la mayoría de los docentes replican sus métodos de enseñanza a partir de sus propias experiencias [7], por tanto, es común encontrar resistencia a la necesidad de adoptar nuevos modelos, técnicas o estrategias que deben responder al desarrollo tecnológico, pues este sin duda seguirá provocando impactos significativos en la educación [6].

En consecuencia, la educación superior universitaria se vio forzada a enfrentar la educación en el entorno virtual y todo lo que esta conlleva, tanto positivo como negativo [5]; de esta manera, se abrieron espacios de formación docente para empezar a equipar a los equipos docentes con metodologías pedagógicas, estrategias didácticas y herramientas digitales que les permitieran ofrecer una experiencia académica de calidad [1] con acciones formativas claras e intencionales [8].

Específicamente, en la Universidad Hispanoamericana se dio un desarrollo de esfuerzos importantes para la capacitación del profesorado de las diferentes unidades académicas a través de cursos y certificaciones que les permitiera no solo una rápida adaptación a la virtualidad en los inicios, sino el conocimiento pedagógico necesario para ser efectivos en su práctica docente [1], donde se incluye el abordaje de estrategias y herramientas que permitan una interacción más dinámica entre los participantes, donde el estudiantado tiene un rol más activo y el docente se convierte en un facilitador del proceso [9]. No obstante, ante el latente regreso a la presencialidad se presupone que para los y las docentes podría ser simple regresar a su práctica docente tradicional abandonando los conocimientos adquiridos en las diferentes capacitaciones, ya que estas han tenido un enfoque pedagógico bajo la modalidad virtual [4].

Es por lo mencionado que se desarrolla, en la Escuela de Publicidad de la Universidad Hispanoamericana, una investigación activa con la finalidad de identificar cómo se caracterizaba la práctica del cuerpo docente en la presencialidad, cómo ha sido en la virtualidad y cuáles herramientas digitales pretenden conservar al regresar a las clases presenciales.

Conociendo estos datos, se propone un catálogo accesible para la unidad académica que proporcione a los profesores información sobre las diferentes metodologías de enseñanza y cómo podrían incorporar las herramientas digitales que han ido aprendiendo a utilizar en su práctica docente, independientemente de hacerlo en un entorno virtual o en un espacio presencial.

En este catálogo se desarrollarían metodologías de enseñanza efectivas para el objeto de estudio de una carrera como Publicidad, definiendo la metodología, su objetivo, cómo se desarrolla y cuáles herramientas o plataformas digitales son ideales para su desarrollo. De igual manera, se abordarán las diferentes técnicas de evaluación que el cuerpo docente podría considerar implementar en su práctica docente, desde evaluaciones diagnósticas, formativas y sumativas; igualmente sugiriendo las herramientas o plataformas digitales ideales. Por último, por tratarse de información accesible y práctica se requiere incluir un glosario de términos donde se explique los diferentes tipos de evaluación y tipos de cursos, mismos que tendrán una simbología que le permitirá a la persona docente identificar las técnicas que mejor se adaptan a su curso o a su objetivo pedagógico.

Metodología

Para esta investigación se identificó tres espacios temporales y contextuales de interés: a) la práctica docente antes de la pandemia; b) la práctica docente en el entorno virtual a causa de la pandemia y c) la cuál es la intención docente en su práctica cuando se regrese a la presencialidad. Estos se abordaron a través de los siguientes objetivos:

A) Determinar las metodologías de enseñanza, el uso de herramientas virtuales y las formas de evaluación del aprendizaje por parte del profesorado, durante la presencialidad antes de la pandemia COVID-19

En este proceso, se investigó cuáles eran las metodologías de enseñanza utilizadas por los y las docentes de la Escuela de Publicidad antes de los efectos provocados por la pandemia. Además, se indagó sobre cuáles herramientas virtuales o digitales utilizaban como instrumentos de apoyo didáctico y, por último, se identificó los diferentes métodos o estrategias de evaluación de los aprendizajes que se aplicaban en este contexto pre-pandemia.

B) Identificar la adaptación de la metodología de enseñanza, las herramientas virtuales implementadas y las formas de evaluación de los aprendizajes en los entornos académicos virtuales a causa de la pandemia.

Como consecuencia de la pandemia por COVID-19, la educación virtual se convirtió en la opción efectiva para la continuación de los procesos académicos. Y, por tanto, la formación del profesorado sobre este tema pasó a ser una prioridad [3]. Es por esto, que se determina identificar cuáles han sido las adaptaciones que el cuerpo docente de la Escuela en cuestión ha implementado en su práctica docente, a nivel de metodologías de enseñanza, uso de herramientas virtuales y estrategias de evaluación de los aprendizajes.

C) Descubrir cuáles metodológicas de enseñanza, herramientas virtuales y estrategias de evaluación de los aprendizajes se procuran mantener en una eventual educación presencial, según el profesorado de la Escuela de Publicidad.

Ante la disminución de casos infectados por el virus (COVID-19), las instituciones educativas han ido migrando a la presencialidad a través de una estrategia híbrida o bimodal que les permite a las instituciones prepararse y adaptarse nuevamente [4]. En esta fase de la investigación se busca identificar la intención de los docentes en mantener el conocimiento adquirido durante su práctica docente en entornos virtuales, cuando lleven su práctica a las aulas. De esta manera, se reconoce si hay o no continuidad en las metodologías, herramientas y estrategias o si se diese un abandono de estas para regresar a lo tradicional.

Método

Para obtener la información y recopilar los datos, se implementó la investigación activa, que tiene un enfoque cualitativo, y se aplica en dos poblaciones diferentes: Grupo A estudiantes y Grupo B profesores activos.

Grupo A: estudiantes activos y avanzados en el plan de estudios de la carrera de Publicidad a quienes se les aplicó una encuesta. Este instrumento se diseñó para obtener información sobre la opinión y percepción de los alumnos respecto a las metodologías, herramientas digitales y estrategias de evaluación del aprendizaje que los profesores de la Escuela utilizaban antes de la pandemia y durante la virtualidad; así como, su opinión sobre cuáles de éstas consideran que deben mantenerse aún cuando regresen al aula. Esta información se presentó con una escala de Licker que presentaba diferentes niveles de acuerdo o satisfacción según el indicador.

Grupo B: profesores en activo de la Escuela de Publicidad a los que se les aplicó una entrevista semiestructurada que permitió una conversación fluida a través de preguntas abiertas para conocer e identificar qué tipo de metodología de enseñanza, herramientas virtuales y estrategias de evaluación del aprendizaje habían implementado antes de la pandemia, cuáles utilizan en la educación virtual durante la pandemia y cuáles pretenden mantener en un eventual regreso al aula.

Los datos de mayor importancia se representan dentro de las figuras 1 y 2:

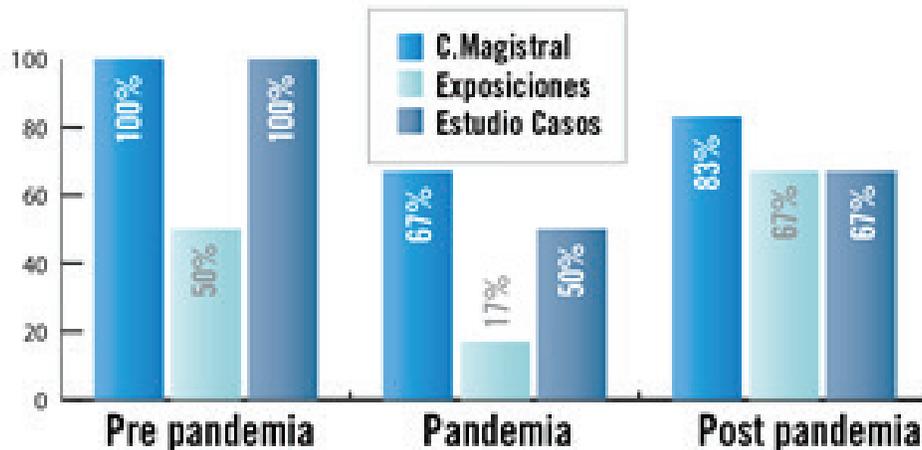


Figura 1. Uso e intención de uso de metodologías de enseñanza según la opinión del profesorado.

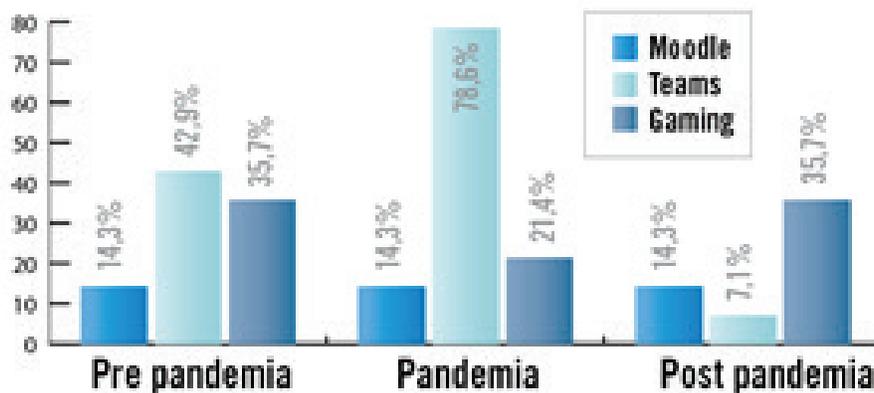


Figura 2. Uso de plataformas según la percepción del estudiantado.

Conclusiones

En el profesorado entrevistado se identifica una metodología de enseñanza tradicional antes de la pandemia, donde la clase magistral, exposiciones, trabajo en grupo era lo común. En la virtualidad, se evidencia que hacen uso de herramientas digitales como MS Teams, Moodle y plataformas como YouTube y enlaces web, como un apoyo didáctico práctico y accesible. Por tanto, se identifica una intención de procurar el uso de estrategias que permitan la participación activa, manteniendo las exposiciones y evaluación oral como estrategias de evaluación; es decir, mantener una práctica sin ningún cambio drástico en un eventual regreso a las aulas, lo que podría interpretarse como metodologías tradicionales. En consecuencia, abrir espacios de análisis y pensamiento donde el cuerpo docente pueda replantear su práctica a través del abordaje de metodologías menos tradicionales, que permitan la participación activa del estudiantado de la mano de herramientas y apoyos didácticos digitales que permitan una experiencia dinámica, atractiva y enriquecedora.

Los *estudiantes* encuestados coinciden al mencionar que en la presencialidad la metodología más utilizada es la clase magistral y asignación de proyectos, reflejándose en evaluaciones tipo examen escrito y exposición de temas, además, mencionaron que Moodle era utilizado con cierta regularidad. Afirman haber tenido una experiencia entre mala y buena antes de la pandemia (presencialidad). Además, mencionan no haber notado adaptaciones importantes

en la metodología de enseñanza o evaluación en la virtual. La herramienta más utilizada es MS Teams y en menor proporción Moodle; sin embargo, al parecer desarrollan las mismas estrategias de evaluación anteriores, únicamente cambiando el entorno. A pesar de esto, la experiencia en la virtualidad obtuvo una mejor puntuación. En cuanto a lo que consideran necesario, los estudiantes encuestados sugieren metodologías de enseñanza activas, haciendo uso de herramientas digitales dinámicas y de acceso efectivo a la información, lo que se refleja de manera directa en las herramientas digitales elegidas para la evaluación de los aprendizajes. Por tanto, se recomienda mantener e incorporar las tanto las herramientas de apoyo didáctico que la virtualidad ha facilitado a la experiencia de enseñanza y aprendizaje en respuesta a la emergencia sanitaria, con el fin de enriquecer los procesos académicos.

De la misma manera, se considera importante fortalecer el conocimiento y uso de herramientas con las que actualmente el cuerpo docente cuenta, tales como Moodle y MS Teams, con el fin de empoderar al docente en el proceso de enseñanza y enriquecer al estudiantado en su proceso de construcción de conocimiento significativo a través de una participación activa y autónoma. Incentivar a los y las docentes en aprender a sacar el mayor provecho de las herramientas con las que cuentan se puede convertir en una ventaja en el abordaje de los contenidos de sus cursos, una diferenciación en la interrelación con sus estudiantes y un mayor aprovechamiento del tiempo lectivo, aspectos que vendría a sumar en toda práctica docente.

Por último, se recomienda mantener canales de retroalimentación tanto desde el cuerpo docente como del estudiantado, con el fin de recopilar información de manera constante para que se pueda reforzar los procesos de enseñanza y aprendizaje para procurar una mejora constante.

Referencias

- [1] Baena, A. y Ruiz, P. (2019). Metodologías Activas En ciencias De La Educación Vol. I. Sevilla. España: WANCEULEN Educación.
- [2] Cáceres, C.; Sánchez, N.; Gálvez, M. y Rivas, B. (2021). Aplicaciones de las Plataformas de Enseñanza Virtual a la Educación Superior. Madrid, España: DYKINSON, S.I.
- [3] Venegas, L. y Esparza, F. (2018). Guía Metodológica para la evaluación técnica informática de la implementación de Educación y Capacitación Virtual. Alzamora: Editorial Área de Innovación y Desarrollo, S.L.
- [4] Jiménez-Puig, E. y Fernández-Felites, Z. (2021). Plataformas virtuales en la educación superior en tiempos de COVID-19. Experiencias en estudiantes de Cuba. Revista Actualidades investigativas en Educaciónm UCR, Vol. 21.
- [5] Alfonso, I. (2012). Usabilidad en la Educación: Garantía de la calidad de la Educación Virtual. Ciudad de La Habana, Cuba: Editorial Universitaria. <https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/71481?page=6>
- [6] Toca, A. (2020). Educación inclusiva: propuesta para instituciones de educación superior con modelo virtual. Bogotá, Corporación Universitaria Minuto de Dios. <https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/149776?page=22>.
- [7] Meza, E. (2021). Representaciones mentales de los profesores acerca de la docencia y la relación con su práctica [Tesis de maestría]. Universidad de Costa Rica. <https://hdl.handle.net/10669/83459>
- [8] Parra, J. (2020). Ética y calidad en la educación virtual. Corporación Universitaria Minuto de Dios. <https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/198398?page=27>.
- [9] Sierra, C. (2012). Educación virtual, aprendizaje autónomo y construcción de conocimiento. Bogotá, Colombia: Editorial Politécnico Grancolombiano. <https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/70988?page=6>.

Evaluación de las metodologías de enseñanza y medios emergentes de la virtualidad en la educación presencial, en la Escuela de Publicidad de la Universidad Hispanoamericana, Costa Rica

M.Ed. Elizabeth Meza Prado y Lic. Gabriel Vega Mora

CONTEXTO

Objetivo: Identificar las metodologías de enseñanza utilizadas por los docentes de la Escuela de Publicidad tanto en la virtualidad como en la presencialidad.

Problema: Posible abandono de metodologías de enseñanza utilizadas en la virtualidad, al regresar a la presencialidad.

Principal innovación implementada: El catálogo de metodologías de enseñanza con medios emergentes en la educación presencial que se propone en esta investigación representa una innovación con respecto al abordaje educativo presencial.

RESULTADOS

Cuerpo docente:

- Uso básico de las herramientas virtuales, donde la plataforma MS Teams es la que predomina.
- Uso de plataformas digitales tales como YouTube y enlaces a sitios web como apoyo didáctico.
- Metodologías: clases magistrales, proyectos e informes de investigación, tareas y quices son las estrategias comunes.
- Tendencia a buscar la participación activa, exposición y evaluación oral.

Estudiantes avanzados encuestados:

- Metodologías: clase magistral y la asignación de proyectos (P=V).
- Evaluaciones: examen escrito y exposición de temas asignados (P=V).
- Uso de MS Teams, principalmente.
- Clasifican mejor la experiencia virtual en comparación de la presencial.
- Consideran necesario:
 - » Metodologías activas.
 - » Uso de herramientas digitales dinámicas y de acceso a la información para la enseñanza.
 - » Herramientas digitales para la evaluación de los aprendizajes.

PRINCIPALES MÉTODOS

Esta investigación activa se desarrolló en la Escuela de Publicidad de la Universidad Hispanoamericana. Se aplicaron encuestas a estudiantes avanzados que tuvieron clases presenciales antes de la pandemia por COVID-19 y que siguen activos experimentando la práctica docente en la virtualidad.

Además, se aplicaron entrevistas semi estructuradas al cuerpo docente con el fin de identificar las metodologías y herramientas virtuales aplicadas en su práctica tanto en la modalidad presencial como virtual.

Catálogo de metodologías de enseñanza con medios emergentes para la educación presencial



PASOS FUTUROS

- Abrir espacios de análisis y pensamiento donde el cuerpo docente pueda replantear su práctica a través del abordaje de metodologías menos tradicionales.
- Fomentar el uso de las herramientas virtuales en la presencialidad para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Mantener canales de retroalimentación desde el cuerpo docente y estudiantado.
- Crear un catálogo con metodologías de enseñanza utilizando medios emergentes en la educación presencial para su implementación.

INFORMACIÓN DE CONTACTO: gabriel.vega@uhispano.ac.cr • emeza@uh.ac.cr

RECURSOS Y REFERENCIAS MS Forms, WA, MS Teams • [1] Baena, A. y Ruiz, P. (2019). Metodologías Activas. Enciclopedia de la Educación del I. Sevilla, España. WACDEULEN Educación. [2] Cáceres, C.; Sánchez, N.; Gallero, M. y Rivas, B. (2021). Aplicaciones de las Plataformas de Enseñanza Virtual a la Educación Superior. Madrid, España. DWKNOB, S.L [3] Wierogas, L. y Szobara, F. (2018). Guía Metodológica para la evaluación técnica informática de la implementación de Educación y Capacitación Virtual. Albatros Editorial Area de Innovación (Desarrollo, S.L) [4] Jarama-Pardo, G. y Fernández-Fernández, Z. (2021). Plataformas virtuales en la educación superior en tiempos de COVID-19: Experiencias en los sistemas de Cuba. Revista Actitudes Investigativas en Educación (IAE), Vol. 21, (5) Agosto, 1. (2012). Usabilidad en la Educación: Garantía de la calidad de la Educación Virtual. Ciudad de La Habana, Cuba: Editorial Universitaria. [5] Ilica, A. (2020). Educación inclusiva: propuesta para instituciones de educación superior con modelo virtual. Bogotá, Corporación Universitaria Minuto de Dios. [7] Meza, E. (2021). Realizaciones mentales de los profesores acerca de la distancia y la relación con su práctica (Tesis de maestría). Universidad de Costa Rica. [8] Parra, J. (2020). Ética y calidad en la educación virtual. Corporación Universitaria Minuto de Dios. [9] Sierra, C. (2012). Educación virtual: aprendizaje autónomo y construcción de conocimiento. Bogotá, Colombia: Editorial Pontificia Jarcosolomano.

Análisis del uso de técnicas supervisadas de aprendizaje automático y profundo en la detección de fraude financiero

Analysis of the use of the supervised machine and deep learning techniques in the detection of financial fraud

Katherin Lizeth Rodriguez-Tovar¹, Fernando Gutiérrez-Portela², Ludivia Hernández-Aros³

Rodriguez-Tovar, K.L; Gutiérrez-Portela, F; Hernández-Aros, L. Análisis del uso de técnicas supervisadas de aprendizaje automático y profundo en la detección de fraude financiero. *Tecnología en Marcha*. Vol. 36, número especial. Octubre, 2023. V Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil. Pág. 50-56.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v36i8.6927>

- 1 Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia.
Correo electrónico: katherinl.rodriguez@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0000-0002-9576-7778>
- 2 Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia.
Correo electrónico: fernando.Gutierrez@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0000-0003-3722-3809>
- 3 Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia.
Correo electrónico: ludivia.Hernandez@campusucc.edu.co
 <https://orcid.org/0000-0002-1571-3439>

Palabras clave

Fraude financiero; Inteligencia Artificial (IA); factores incidentes; exactitud; detección.

Resumen

En el mundo moderno se hace necesario el uso de técnicas, metodologías y acciones en busca de la integración de los diversos avances, herramientas y elementos vigentes para el trabajo conjunto en la solución a las problemáticas que afectan las finanzas de las organizaciones, puesto que ellas hacen que exista una dinámica empresarial, creando valor económico. Teniendo en cuenta lo anterior, en este estudio se analiza la prevención de fraudes empresariales, mediante el uso de técnicas de aprendizaje automático y profundo para generar prevención, tratamiento y resolución a los fraudes llevados a cabo en sistemas del orden financiero. A nivel metodológico, se obtuvo información en bases de datos a nivel documental, con fuentes fidedignas y estudios de caso, donde se prueba la efectividad en el uso de las técnicas anteriormente nombradas en la detección temprana del fraude empresarial.

Los resultados obtenidos en los documentos consultados expresan que los algoritmos que presentan mayor efectividad en la prevención de estos fraudes son árbol de decisión, C5.0-SVM, Naïve Bayes y Random Forest, con porcentajes de: 92%, 83.15%, 80,4% y 76, 7% respectivamente. Frente al aprendizaje profundo, la literatura mostró que al hacer uso de unidades lógicas aritméticas neuronales y realizando la correcta clasificación de las neuronas iNALU y ReLU el porcentaje de efectividad incrementa en gran proporción.

En la parte final de este documento se presentan y consolidan resultados y conclusiones, todo en el marco de la temática abordada, además la información recopilada en este documento está debidamente respaldada por los derechos de autor a quien corresponde.

Keywords

Financial fraud; Artificial Intelligence (AI); incident factors; accuracy; detection.

Abstract

In the modern world, it is necessary to use techniques, methodologies, and actions in search of the integration of the various advances, tools, and current elements for joint work in solving the problems that affect the finances of organizations, since they make a business dynamic exist, creating economic value. Taking into account the above, this study analyzes the prevention of business fraud, through the use of automatic and deep learning techniques to generate prevention, treatment, and resolution of fraud carried out in financial systems. At the methodological level, information was obtained in databases at the documentary level, with reliable sources and case studies where the effectiveness of the use of the aforementioned techniques in the early detection of business fraud is tested.

The results obtained in the documents consulted express that the algorithms that are most effective in preventing these frauds are decision tree, C5.0-SVM, Naïve Bayes, and Random Forest, with percentages of 92%, and 83.15%, 80, 4%, and 76.7% respectively. In contrast to deep learning, the literature showed that by making use of neural arithmetic logic units and performing the correct classification of the iNALU and ReLU neurons, the percentage of effectiveness increases greatly.

In the final part of this document, results and conclusions are presented and consolidated, all within the framework of the topic addressed, in addition, the information compiled in this document is duly supported by the copyright to whom it corresponds.

Introducción

Según Castellau [1] un fraude financiero “Se define como una acción que una persona o grupo de personas realizan para dañar la economía de otra persona, empresa o entidad bancaria, a cambio de su propio beneficio, por supuesto”, teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario el minimizar riesgos financieros en las organizaciones con herramientas que usen la Inteligencia Artificial (IA). Al hablar de fraudes se aborda el tema de los altos porcentajes de casos donde personas generan daños financieros a una organización y los altos índices de pérdida que esto desencadena cada año para dichas empresas que han sido objeto de estas actividades ilícitas que referimos.

Dependiendo del tamaño y su escala de daño, las consecuencias del fraude pueden ser severas y afectar no solo a la empresa internamente, sino también a sus clientes y al entorno social en el que opera la compañía [2]. En este sentido, el uso de técnicas de aprendizaje automático supervisadas y técnicas de aprendizaje profundo, para la detección de los fraudes financieros, han evidenciado, según la literatura consultada, resultados con altos índices de efectividad en la contribución a las organizaciones en el proceso de contrarrestar los daños causados por personas fraudulentas y al mismo tiempo, proteger los activos de las empresas.

Las técnicas de aprendizaje automático supervisadas son aquellas que hacen uso de datos categorizados y estructurados para la clasificación y predicción de posibles anomalías en un sistema, lo anterior, permite la toma de decisiones y la planificación de estrategias para la protección de los bienes de una organización [3] dentro de los modelos más utilizados encontramos, las máquinas de soporte vectorial, árbol de decisión, regresión logística, vecinos cercanos, redes neuronales recurrentes (RNN) y redes neuronales convolucionales (CNN).

Para el aprendizaje profundo, diversas fuentes tecnológicas coinciden en que [4] es una red neuronal con varias capas, las cuales simulan el comportamiento del cerebro humano, además de la ayuda en la automatización de procesos y realización de tareas analíticas. Es capaz de procesar datos no estructurados y mecanizar la extracción de funciones. Son usados en diversos servicios de nuestra vida cotidiana, algunos de ellos como: el reconocimiento de voz, imágenes, documentos o audio, servicios de atención al cliente y el cuidado de la salud; con base en ello pueden prevenirse diversas situaciones donde pudieran llegarse a presentar fraudes.

Frente a este escenario, la investigación analiza el uso de técnicas supervisadas de aprendizaje automático y profundo para la detección de los fraudes empresariales en las organizaciones, abordando los estudios documentales que giran entono a la temática y contrastando los resultados obtenidos para una debida prevención, control y tratamiento de los fraudes financieros.

Este documento inicia con el abordaje de la problemática de las organizaciones frente a los fraudes financieros, luego se explican los antecedentes frente a las técnicas de aprendizaje profundo y automático, y a nivel metodológico se exponen las fases del estudio, para finalmente presentar los resultados y conclusiones.

Planteamiento del problema

Las compañías se ven diariamente afectadas por personas inescrupulosas que tratan de realizar fraude por diversos medios produciendo un detrimento en las finanzas de una organización con la finalidad del beneficio personal y para ello, tienen en cuenta las variables del fraude como la capacidad, la innovación, la oportunidad, la presión, racionalización y la motivación.

En igual sentido, firmas de auditoría como KPMG [5], manifiestan el aumento significativo de los fraudes empresariales en el mundo, dentro de la encuesta anual de fraude titulada “Una triple amenaza en las Américas: Perspectivas de Fraude de KPMG 2022”; señalan que, un 83% de los encuestados han sufrido un ciberataque en los últimos doce meses y el 71% han experimentado algún fraude en sus organizaciones. Además, se respalda que el mayor porcentaje de pérdidas financieras han sido a causa de un fraude llevado a cabo desde un ente externo. Por otra parte, los porcentajes y tipos de amenaza han llegado al 59% en casos de phishing, 43% en estafas y 26% en malwares; también se señala que más del 70% no pagarían un rescate en caso de un ataque.

Por otra parte, la pandemia también generó grandes repercusiones en la eficiencia de los protocolos de seguridad y medidas de prevención de fraude en sus empresas y la mitigación de riesgo en la normativa interna y externa en temas de ciberseguridad. De alguna manera se puede asegurar que los porcentajes de ocurrencia de estos sucesos solamente tienden a incrementar y a causa de la falta o inexistencia de sistemas de prevención, control y tratamiento, los índices de pérdidas son funestos para el correcto funcionamiento de las organizaciones.

Estas cifras muestran la importancia del uso de sistemas inteligentes para la detección y prevención de fraudes con el uso del aprendizaje automático y profundo en la mitigación, tratamiento y control de los fraudes que a diario se presentan en las organizaciones. Con base en esto, este estudio aborda los resultados de algunas investigaciones frente al tema.

Referente teórico

Como la IA ha ayudado a las organizaciones en sus procesos gracias a su interrelación directa con la innovación, lo anterior es en razón a la programación de las máquinas para ser capaces de solucionar problemas y tomar decisiones de manera prácticamente autónoma. La IA ha contribuido en el diseño de mejores estrategias, destacar en la competencia, incrementar el porcentaje de conocimiento en el público, a impactar, entre muchas otras. Lo anterior es respaldado con estadísticas donde se evidencia: aumento en la productividad, mejora en la calidad de vida de los trabajadores de la organización, mejora en la capacitación del personal y la simplificación en procesos de control, calidad y gestión.

Soportado en lo anterior, este documento analiza cuatro estudios que usan modelos de aprendizaje profundo y automático, con sus métricas de evaluación de rendimiento frente a conjuntos de datos de fraudes empresariales, así:

Los autores en un estudio [6] seleccionaron dos modelos de aprendizaje automático con mayor índice de rendimiento de acuerdo con cinco indicadores de evaluación que incluyeron la precisión, recuperación, especificidad, AUC y el costo de clasificación errónea. Se recopiló un total de veintinueve características sobre 2318 empresas de CSMAR, los autores realizaron un preprocesamiento mediante procesos discretización de la data y la estandarización del puntaje Z, se obtuvieron 18557 datos; debido a los datos desequilibrados, se utilizaron tres métodos: muestreo insuficiente, el muestreo excesivo y el SMOTETomek. Se tomó la decisión de realizar la división de los datos en dos partes, 80% para entrenamiento y 20% para prueba. Como resultado obtuvieron un modelo integrado, basado en Naïve Bayes y KNN con una relación de ponderación de 2 a 1, con el método Over Sampling para tratar datos desequilibrados. Este modelo puede ayudar en la detección de fraudes financieros a un menor costo.

En otro estudio [7] realizaron un método basado en aprendizaje profundo para la detección de fraude financiero apoyado en la técnica Long Short-Term Memory (LSTM); usaron un conjunto de datos reales de fraudes y los resultados los compararon con un modelo de aprendizaje

profundo existente denominado modelo de codificador automático y algunas otras técnicas de aprendizaje automático. Los resultados experimentales ilustraron un desempeño perfecto de LSTM donde logró un 99,95 % de precisión en menos de un minuto.

Según los autores [8] el modelo propuesto aplicó cuatro algoritmos utilizados en el aprendizaje automático: Naïve Bayes, Random Forest, Logistic Regression y SVM en un conjunto de datos muy grande para predecir el fraude el cual contenía aproximadamente 31 características. Las transacciones declaradas fraudulentas fueron del 0,172%, es decir, 492 instancias en todo el conjunto de datos. El modelo se entrenó con el 70 % del conjunto de datos total y el testeo con el 30% restante de los datos. El modelo con mayor efectividad Naïve Bayes con 80,4%, la precisión de otros algoritmos como Random Forest es del 76,7 %, para SVM es del 63,4 % y para la regresión logística es del 65,9.

En otro estudio [9] los autores, implementaron una arquitectura de red neuronal que incorpora Unidades Lógicas Aritméticas Neuronales Mejoradas recientemente propuestas. Se construyó un conjunto de datos sintéticos de referencia, el cual refleja el problema de capturar automáticamente tales relaciones matemáticas dentro de los datos; evaluaron dos conjuntos de datos de fraude financiero del mundo real y dos sintéticos para diferentes parámetros de red. El conjunto de datos con 590.540 transacciones, de las cuales 20.663 están etiquetadas como fraude (3,5 %) y 569877 como benignas (96,5 %). Los resultados muestran que el modelo propuesto es capaz de mejorar el rendimiento de las redes neuronales.

Metodología

El estudio documental, exploratorio y analítico de esta investigación se basa principalmente en los documentos que reposan en las bases de datos Science Direct, Scopus, Taylor and Francis, IEEE, entre otras, para dar mayor soporte científico a la información que se expone. Para ello, se realiza a nivel documental la revisión de literatura científica y notas académicas de tipo investigativo, en el que se referirán a diversos autores que analizan el tema de investigación abordado. La sesión exploratoria, define una serie de hallazgos que permiten entender el fenómeno planteado, además de la correspondiente evaluación y recopilación de información dispersa alojada en fuentes oficiales y por ende confiables. Por último, se aborda el aspecto analítico que mide los datos e información recopilada y genera resultados en el documento.

El estudio tiene en cuenta las siguientes fases: Primera Fase. Se establece la ecuación de búsqueda, permite el ajuste de información, características y términos útiles de los referentes bibliográficos y brinda la agilización del proceso de búsqueda. Segunda Fase. Se realiza exploración bibliográfica en diversas fuentes y autores. Tercera Fase. Se procede a construir formato para consolidación, comparación y análisis de autores, base de datos, sistema de gestión, algoritmos usados, resultados, conclusiones y referencias. Cuarta Fase. Con base en los resultados obtenidos en cada estudio, se procede a organizarlos en orden de porcentajes de efectividad en cada uno de los parámetros necesarios y con ello, realizar el análisis comparativo correspondiente. Quinta Fase. Se elabora el documento en donde consoliden los resultados y se presenta a la comunidad científica.

Propuesta modelo de implementación

El modelo de implementación contiene los diversos aportes y avances que se han generado en la literatura científica frente la minimización del fraude financiero con el uso de la Inteligencia artificial que tenga en cuenta las técnicas supervisadas y sus métricas de evaluación de rendimiento con mejores resultados en comparación con otros autores que han realizado experimentos con conjuntos de datos académicamente reconocidos y generados de contextos reales y propios.

Los estudios anteriores permiten ver las limitaciones y alcances obtenidos en cada una de estas investigaciones, lo cual contribuye se logren mejores resultados en el proceso de análisis, predicción, implementación y pruebas de campo. Para dar solución al problema de detección de fraude financieros mediante el uso del aprendizaje automático, se aplican una serie de etapas como son: la comprensión del problema, el análisis de los datos, el preprocesamiento, la selección y extracción de características, la división del modelo entre data para enteramiento, validación y testeó , la evaluación del modelo y por último el análisis de los resultados.

El modelo considera la aplicación de técnicas de preprocesamiento de datos y el uso de modelos supervisados con sus métricas de evaluación que permitan la interpretación y se generen las conclusiones de detección que cumpla con los requerimientos necesarios para entrar en estudio, perfilamiento, corrección y posterior ejecución en diversos entornos; los cuales permitan el entrenamiento funcional del modelo desarrollado.

Conclusiones

Los estudios han demostrado que el tema de fraude financiero trae consigo una complejidad que las empresas deben analizar, controlar y prevenir y es allí, donde el aprendizaje automático como herramienta de detección y prevención aporta de manera significativa a minimizar riesgos con la finalidad de la no masterización del fraude.

Las investigaciones muestran métricas de rendimiento que en algunos casos contribuyen de manera temprana en la detección de un fraude financiero; sin embargo, se observa que los sistemas de detección con aprendizaje automático generan un porcentaje considerable de falsas alarmas lo cual hace que dichos sistemas deban ser mejorados en función del logro de resultados favorables en beneficio de las finanzas de las organizaciones.

Para futuras investigaciones, se hace necesario incursionar en el uso de nuevos modelos no supervisados y profundos en la detección de anomalías por fraude en los sistemas financieros que son parte vital para el sostenimiento de una organización.

Reconocimiento

Este trabajo fue apoyado por la Universidad Cooperativa de Colombia, Sede Ibagué-Espinal, Tolima, Colombia, en el marco del proyecto No. INV 3247.

Referencias

- [1] R. Castellnou, «Captio,» 11 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.captio.net/blog/tipos-fraudes-financieros-comunes>.
- [2] Solé, Mireia, «Captio,» 12 Mayo 2021. [En línea]. Available: <https://www.captio.net/blog/casos-fraudes-empresas-importantes>.
- [3] IBM, «IBM COMPANY,» [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/cloud/learn/machine-learning>.
- [4] IBM Institute Studio, «Deep Learning,» 2022.
- [5] KPMG, «Aumento Fraude financiero en el mundo - 2022,» 2022.
- [6] Minghuan Shou, Xueqi Bao & Jie Yu, «An optimal weighted machine learning model for detecting financial fraud,» 2021.
- [7] Yara Alghofaili, Albatul Albattah & Murad A. Rassam, «A Financial Fraud Detection Model Based on LSTM Deep Learning Technique,» 2020.
- [8] Amit Gupta, M. C. Lohani & Mahesh Manchanda, «Financial fraud detection using naive bayes algorithm in highly imbalance data set,» 2021.
- [9] Schlör, D., Ring, M., Krause, A., Hotho, A., «Detección de fraude financiero con unidades de lógica aritmética neuronal mejoradas,» 2021.

Análisis del uso de técnicas supervisadas de aprendizaje automático y profundo en la detección de Fraude financiero

Katherin Lizeth Rodríguez Tovar, Fernando Gutiérrez Portela, Ludlvia Hernández Aros

CONTEXTO:

OBJETIVOS

- Desarrollar los bases del proceso de Aprendizaje Automático para la obtención de los resultados de las métricas de rendimiento.
- Desarrollar los bases del proceso de Aprendizaje Automático para la obtención de los resultados de las métricas de rendimiento.
- Desplegar el sistema de detección de fraude empresarial en un entorno simulado o laboratorio empresarial.

PROBLEMA.

Desarrollar las compañías se ven afectadas por personas anónimas que tratan de realizar fraude por diversos medios produciendo un deterioro en los flujos de la organización con la finalidad del beneficio personal y para ello utilizan un sistema de fraude control de calidad. El problema, la dificultad, la presión, recomendaron a la institución. Estudios realizados en otro momento en la parte de fraude financiero empresarial en el mundo esto es aplicado a la falta o presencia de sistemas de prevención, control y monitoreo. Por lo anterior se hizo necesario el uso de sistemas inteligentes para la detección y prevención basados en el aprendizaje automático y profundo en la selección, tratamiento y control de los fraudes que a diario se presentan.

PRINCIPAL INNOVACION IMPLEMENTADA:

Desarrollar la implementación de un Sistema de detección de fraude financiero haciendo uso de técnicas de aprendizaje automático y profundo.

PRINCIPALES METODOS

Para dar inicio a nuestra propuesta innovadora se llevo a cabo cinco fases enfocadas a la búsqueda y consolidación de la información necesaria respecto a la temática abordada. Estas fases fueron: construcción de la ecuación de búsqueda, exploración bibliográfica, análisis y comparación de información, clasificación de estudios basado en resultados obtenidos y valores de métricas y de rendimiento y finalmente la construcción de nuestro documento de consolidación; en el se encuentra la información pertinente para iniciar el proceso de diseño de nuestros algoritmos de detección.

Posterior a ello se inicio la programación de nuestro algoritmos de inteligencia artificial realizando pruebas con la data existente; esta fue construida con el apoyo de una organización privada que brinda los espacios pertinentes para la implementación de ataques controlados a la data que ellos almacenaron de un periodo de tiempo específico, es de vital importancia señalar que fue una base alterna a la de ellos y se consolido como propia.

Nuestro proyecto esta en la fase de estudio, implementación y prueba de los diversos parámetros que se le fueron administrados para la detección de posibles fraudes o detección de actividades anómalas o fraudulentas.

Información de Contacto

katherin.l.rodriguez@campusucc.edu.co
fernando.gutierrez@campusucc.edu.co



PASOS FUTUROS:

Apoyado en los resultados que obtengamos en la fase en donde nos encontramos consolidaremos variaciones y correcciones a los modelos o algoritmos entrenados, haciendo cambios en los parámetros suministrados.

Además esperamos poder integrar otros algoritmos de inteligencia artificial para consolidaran un sistema mas fuerte de detección de este tipo de fraude.

RESULTADOS:

Consideramos que obtendremos un avance exponencial de resultados positivos en el área de detección de anomalías o puesta en marcha de fraudes en las datas de las diversas organizaciones.

Hasta el momento nos encontramos realizando las pruebas necesarias que fundamenten y apoyen la mejora en estos sistemas.

Hemos evidenciado altos índices de rendimiento en el uso de ciertos algoritmos ya usados en anteriores estudios y basado en las recomendaciones o incidencias de error de estos buscamos no recaer en ello y direccionar nuestro estudio en el camino correcto.

RECURSOS Y REFERENCIAS:

Bases bibliográficas como Scopus, Taylor & Francis, IEEE, Science Direct.

DetECCIÓN DE MASCARILLAS UTILIZANDO RECONOCIMIENTO FACIAL

Facemask detection using face recognition

Xoán Teira¹, Nikolai Andreas Guerra², Jahir Gamar Castillo-Santamaria³, Lilia Muñoz⁴, Vladimir Villarreal⁵

Teira, X; Guerra, N.A; Castillo-Santamaria, J.G; Muñoz, L; Villarreal, V. Detección de mascarillas utilizando reconocimiento facial. *Tecnología en Marcha*. Vol. 36, número especial. Octubre, 2023. V Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil. Pág. 57-65.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v36i8.6928>

1 Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.

Correo electrónico: xoan.teira@utp.ac.pa

 <https://orcid.org/0000-0002-4216-0075>

2 Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.

Correo electrónico: nikolai.guerra@utp.ac.pa

 <https://orcid.org/0000-0002-0530-253X>

3 Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.

Correo electrónico: jahir5656@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-4693-8673>

4 Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.

Correo electrónico: lilia.munoz@utp.ac.pa

 <https://orcid.org/0000-0002-4011-2715>

5 Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.

Correo electrónico: vladimir.villarreal@utp.ac.pa

 <https://orcid.org/0000-0003-4678-5977>



Palabras clave

Reconocimiento facial; mascarillas; Python; OpenCV; Arduino; MediaPipe; Inteligencia Artificial.

Resumen

Este proyecto se realizó como respuesta a algunas exigencias actuales las cuales dictan que el uso de mascarillas es obligatorio dentro de espacios cerrados como Colegio y Universidades. El objetivo que se planteó fue realizar un prototipo que mediante el uso de una cámara y aplicando la inteligencia artificial se pudiera detectar si una persona está o no utilizando una mascarilla. Para el mismo se utilizaron algunas librerías de Python, como lo es media pipe también openCV, Arduino. Esta inteligencia artificial para su correcto funcionamiento fue entrenada con diversos videos de personas sin y con mascarillas y mediante el reconocimiento de patrones se llegó al objetivo, al detectar una persona sin mascarilla se prendera un led y se emitirá un sonido de alerta, por otro lado, en caso de que reconozca que la persona tiene la mascarilla solo se encenderá un led verde.

Keywords

Facial detection; face mask; Python; OpenCV; Arduino; MediaPipe; Artificial Intelligence.

Abstract

This project was carried out in response to some current demands which dictate that the use of masks is mandatory within closed spaces such as Schools and Universities. The objective that was raised was to make a prototype that, using a camera and applying artificial intelligence, could detect whether or not a person is wearing a mask. For it, some Python libraries were used, such as media pipe, also openCV, Arduino. This artificial intelligence for its correct operation was trained with various videos of people without and with masks and through pattern recognition the objective was reached, when detecting a person without a mask an LED will turn on and an alert sound will be emitted, on the other hand, in case it recognizes that the person has the mask, only a green LED will light up.

Introducción

El uso de mascarillas se ha vuelto cotidiano con la llegada de la pandemia del Covid-19 y el uso correcto es una de las principales medidas de seguridad.

Aun sabiendo esto hay muchas personas que no utilizan de forma apropiada las mascarillas, ya sea por desconocimiento o incomodidad. Muchas compañías y universidades han desarrollado diversas soluciones a esta problemática. Entre estas diversas soluciones podemos destacar, una aplicación *Web* que a través del reconocimiento facial y una cámara *Web*, detecta si la persona que está al frente de la cámara está usando una mascarilla o no [1]. Otra solución a esta problemática es un sistema de control que utiliza una cámara *web* y tarjeta *Raspberry Pi* reconoce si la persona tiene una mascarilla.

Este proyecto consiste en un sistema que tiene como base el reconocimiento facial con mascarillas usando una cámara que recibirá señales positivas o negativas de acuerdo a si la persona que este al frente de la cámara esté usando o no una mascarilla. La cámara se conecta a un dispositivo externo permitiendo el ingreso a ciertos lugares en específico, por ejemplo, un salón de clases, la cocina de un restaurante, entre otros.

En la figura 1, se muestra la funcionalidad del proyecto, en donde un usuario se coloca frente a la cámara, lo cual esta reconocerá el rostro del usuario y utilizando la aplicación de reconocimiento facial, compara con la información que cuenta y determinará si la persona que está frente a la cámara posee una mascarilla o la está utilizando de forma apropiada. Dependiendo del resultado permitiría el acceso a un determinado lugar.

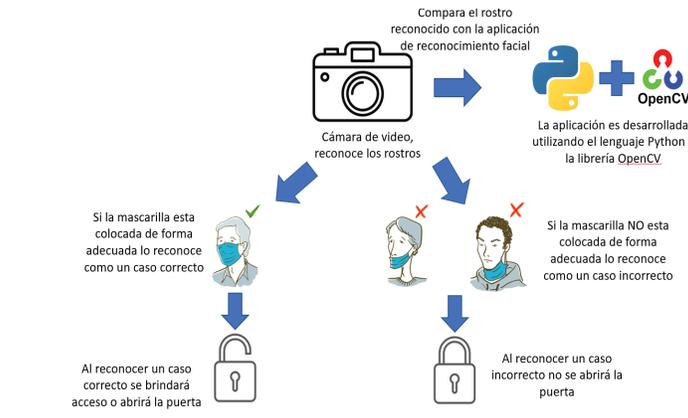


Figura 1. Diagrama del funcionamiento del proyecto.

Materiales y métodos (metodología)

Materiales

Los materiales que se utilizarán para realizar este proyecto:

Software:

- Visual Studio Code (Editor de Código)
- Lenguaje de programación Python
- Librería OpenCV
- Librería Numpy (Viene incluida en OpenCV)
- Librería MediaPipe

Hardware:

- Tarjeta Arduino MEGA 2560
- Luces Led
- Web Cam

Metodología

El proyecto consta de dos partes; la codificación para el reconocimiento facial y la confección del dispositivo.

Para la codificación se utilizó el editor de código *Visual Studio Code*, editor que es muy útil por su versatilidad y flexibilidad para utilizar diversos lenguajes con sus respectivas librerías.

El lenguaje de programación que se utiliza para este proyecto es *Python*, por dos razones principalmente; primero, por su sintaxis práctica y segundo, porque posee dos librerías que resultan muy útiles: *OpenCV* y *MediaPipe*.

OpenCV (Open Source Computer Vision) es una librería de visión por computadora iniciada por Intel en el año 1999. Esta librería multiplataforma se enfoca en el procesamiento de imágenes en tiempo real e implementaciones de los algoritmos de visión por computadora más recientes y de patente libre [3]. En el 2008 con la versión 2.3.1 por fin se incluyó esta librería en Python.

MediaPipe es una librería de *Python* que ofrece soluciones listas para usar, pero a su vez personalizables. El paquete *MediaPipe Python* está disponible en PyPI para Linux, macOS y Windows [4]. *MediaPipe* es un proyecto de *Google* que ofrece soluciones *Machine Learning* de código abierto, multiplataforma y personalizables para medios en vivo y de transmisión. En otras palabras, *MediaPipe* proporciona acceso a una amplia variedad de potentes modelos de aprendizaje automático creados teniendo en cuenta las limitaciones de hardware [5].

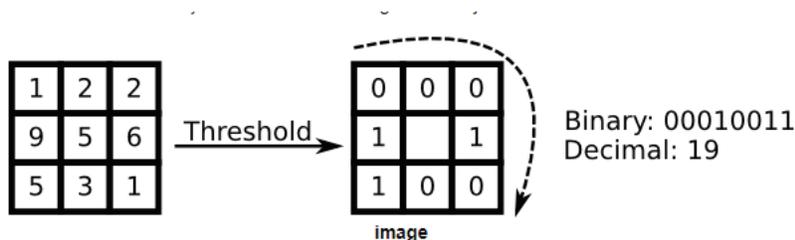


Figura 2. Ejemplo de cómo funciona el algoritmo LBPH con 8 píxeles. Fuente: [3]

De los métodos de reconocimiento que tiene *OpenCV* se utilizó *Local Binary Patterns Histograms (LBPH)*, el mismo funciona de manera adecuada. La idea básica de *LBPH* es resumir la estructura local de una imagen comparando cada píxel con su vecino. Si la intensidad del píxel central es mayor o igual al de su vecino lo indica con un 1 o 0 en caso contrario [3]. La figura 2 representa un diagrama de cómo funciona el algoritmo mencionado.



Figura 3. Tarjeta Arduino MEGA.

Para la confección del dispositivo se utilizó la webcam incorporada en una laptop y a su vez la computadora está conectada a una tarjeta Arduino que está vinculado con el código Python. La tarjeta está conectada a un Protoboard que tendrá un LED verde y un LED rojo. Cuando la

cámara detecte el rostro de una persona encenderá los LEDs, dependiendo de 2 condiciones encenderá un LED o el otro; si la persona tiene mascarilla puesta encenderá el LED de color verde, pero si la persona no tiene una mascarilla puesta encenderá el LED de color rojo. A continuación, en la figura 3 se muestra la tarjeta Arduino utilizada para la elaboración del prototipo.

Resultados

Al terminar lo anterior se comenzó la parte de prueba, donde se seleccionaron distintas imágenes y videos con el objetivo de entrenar y probar esta inteligencia artificial (IA), llegando a la conclusión de que sería más eficiente entrenar el programa con caras personas diferentes y a su vez distintos tipos de mascarillas variando también la forma de colocación y detalles como los colores. Después de un periodo de 2 semanas se logró concretar el objetivo planteado el cual fue que la IA lograra acertar en más del 70% de los casos. De modo que lo siguiente a realizar fue un prototipo funcional.

El cuadro 1 muestra los resultados de las 14 personas que fueron puestas a prueba la información fue procesada y almacenada en *Excel*.

Cuadro 1. Resultados de las pruebas realizadas a diversas personas.

Resultados				
No. de Personas puestas a prueba		Aciertos	Fallas	No identificados
14		9	3	2
% de error	17.29			
% de acierto	64.285			

Para realizar mejoras al tiempo de reconocimiento y una precisión más alta es necesario obtener una gran cantidad de videos de personas con el objetivo de que el entrenamiento sea más eficiente, también se pueden variar los rangos de detección, esto para que se minimice lo más posible el porcentaje de personas no identificadas.

Con la finalidad de pulir más los resultados se realizaron las siguientes pruebas mostradas en el cuadro 2, probando el funcionamiento con 10 personas.

Cuadro 2. Resultados de las pruebas realizadas solo bajándose un poco la mascarilla.

Resultados				
Bajándose la mascarilla				
No de Personas puestas a prueba		Aciertos	Fallas	No identificados
10		6	3	1
% de error	40			
% de acierto	60			

“Bajándose la mascarilla” es donde el programa tiene más dificultades con la detección por la forma en que funciona la librería, ya que la librería utiliza unos puntos de referencia para realizar reconocimiento facial (ejemplo, en los ojos, en la nariz, en los labios y en las orejas) y los puntos

de referencia entran en conflicto especialmente los que se encuentran en las orejas con el resto de los puntos, debido a que según los puntos de las ojeras aún se tiene la mascarilla puesta pero los otros puntos dicen lo contrario.

El cuadro 3 muestra los resultados cuando las personas puestas a prueba en un comienzo llevan mascarilla y luego se la quitaban.

Cuadro 3. Resultados de las pruebas quitándose la mascarilla del todo.

Resultados				
Quitándose la mascarilla				
No de Personas puestas a prueba		Aciertos	Fallas	No identificados
10		7	2	1
% de error	30			
% de acierto	70			

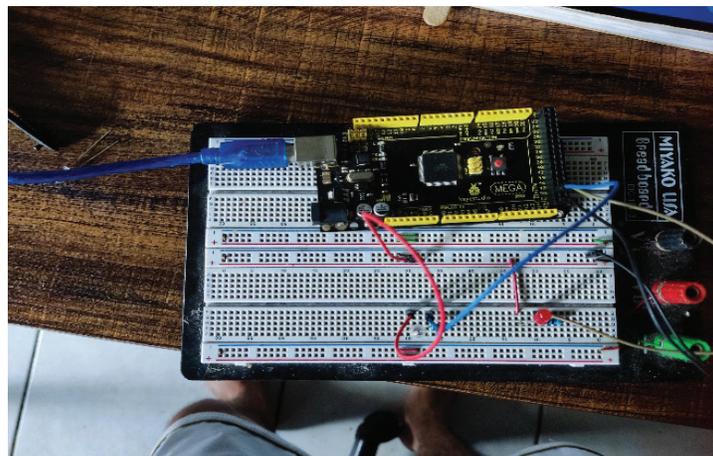


Figura 4. Foto del dispositivo armado.

Cabe destacar que cuando se creó y se implementó el dispositivo de *Arduino* se pensó que iba a tener conflictos cuando se acercaran dos personas con casos opuestos, es decir una con mascarilla y la otra sin mascarilla, pero el programa lo maneja moderadamente bien, basándose en el rostro que tenga más presencia en la cámara para encender el *LED* que corresponde. En la figura 4 se muestra el dispositivo ya terminado.

En la Figura 5 se puede ver cuando se probó la aplicación solamente el código, mientras que en la Figura 6 se probó ya con el dispositivo de *Arduino* implementado.

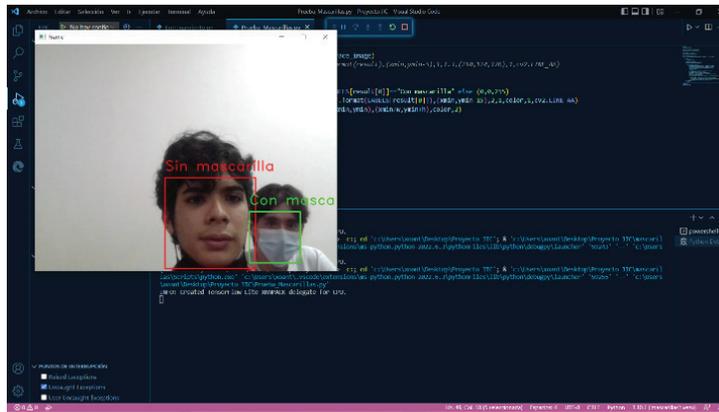


Figura 5. Pruebas realizadas solamente con el código.

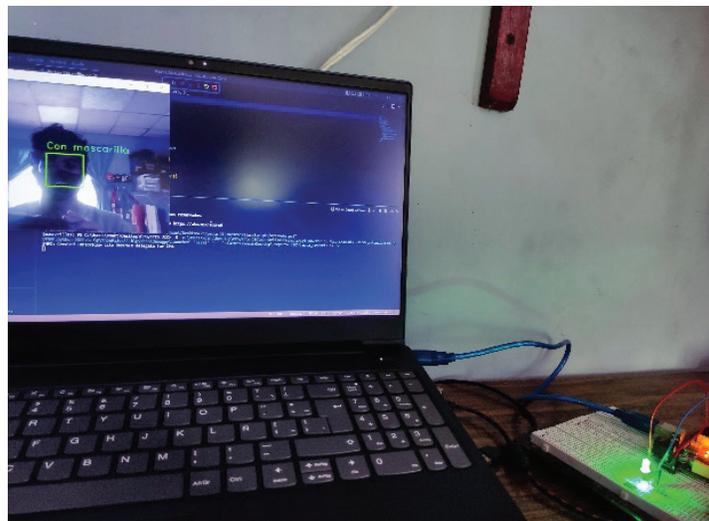


Figura 6. Pruebas realizadas con el dispositivo en Arduino.

Conclusiones

Terminado este proyecto se aprendió como implementar el reconocimiento de imágenes en proyectos prototipos usando Arduino, es importante también tener en cuenta que para desarrollar aplicaciones de Inteligencia Artificial esta debe ser entrenada previamente como lo fue en este caso, ya que se utilizaron diferentes videos de personas para tener una amplia base de datos y que así la IA sea más eficiente.

Dentro de las mejoras previstas para el futuro se tiene: Llevar a cabo un mejor control de reconocimiento a la hora que dos personas se paren al frente de la cámara, implementar la capacidad para que el sistema puede reconocer e indicar que tipo que mascarilla lleva la persona que se encuentre al frente de la cámara y poner en práctica un sistema que cuando reconozca un tipo de mascarilla permitida, este active un sistema de acceso para la persona.



Agradecimientos

A la Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá, por el financiamiento parcial para el desarrollo del proyecto. La Dra. Lilia Muñoz y el Dr. Vladimir Villarreal son miembros del Sistema Nacional de Investigación de la SENACYT.

Referencias

- [1] H. T. P. Donadon, «Aplicación de inteligencia artificial para monitorear,» *Revista Científica General José María Córdova*, vol. 19, n° 33, 2021.
- [2] V. d. I. Á. U. Toalombo, «SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO POR MEDIO DE RECONOCIMIENTO,» Ambato – Ecuador, 2022.
- [3] W. Garage, «Face Recognition with OpenCV,» Google, [En línea]. Available: https://docs.opencv.org/4.2.0/d60/tutorial_face_main.html. [Último acceso: 24 mayo 2022].
- [4] G. LLC, «MediaPipe in Python,» 2020. [En línea]. Available: https://google.github.io/mediapipe/getting_started/python.html#:~:text=MediaPipe%20offers%20ready%2Dto%2Duse,%26%26%20source%20mp_env%2Fbin%2Factivate. [Último acceso: 28 Mayo 2022].
- [5] R. O'Connor, «AssemblyAI,» 7 Abril 2022. [En línea]. Available: <https://www.assemblyai.com/blog/mediapipe-for-dummies/>. [Último acceso: 28 Mayo 2022].



DETECCIÓN DE USO DE MASCARILLAS MEDICAS MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL

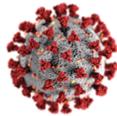
Guerra, Nikolai; Teira, Xoan; Castillo Jahir

Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales
 Universidad Tecnológica de Panamá



RESUMEN

- Este proyecto se realizó como respuesta a algunas exigencias actuales las cuales dictan que el uso de mascarillas es obligatorio dentro de espacios cerrados como Colegios y Universidades.
- El objetivo principal de este proyecto es realizar un prototipo que pueda detectar si una persona está o no utilizando una mascarilla.
- Este proyecto de Inteligencia Artificial fue entrenado con diversos videos de personas mediante el reconocimiento de patrones detectó a una persona sin mascarilla, emitiendo una luz generada por un led roja y la generación de un sonido de alerta; si la persona cuenta con una mascarilla, solo se encenderá el led verde.



INTRODUCCION

El uso de mascarillas se ha vuelto cotidiano con la llegada de la pandemia del Covid-19 y el uso correcto es una de las principales medidas de seguridad. Muchas compañías y universidades han desarrollado diversas soluciones a esta problemática. Entre estas diversas soluciones podemos destacar, una aplicación Web que a través del reconocimiento facial y una cámara Web, detecta si la persona que está al frente de la cámara está usando una mascarilla o no. Otra solución a esta problemática es un sistema de control que utiliza una cámara web y tarjeta Raspberry Pi reconoce si la persona tiene una mascarilla.

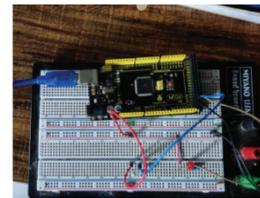
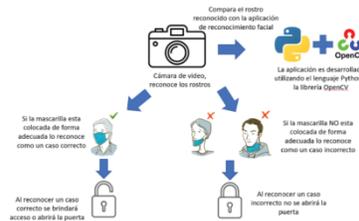
MATERIALES

- Software:**
- Visual Studio Code (Editor de Código)
 - Lenguaje de programación Python
 - Librería OpenCV
 - Librería Numpy (Viene incluida en OpenCV)
 - Librería MediaPipe
- Hardware:**
- Tarjeta Arduino MEGA 2560
 - Luces Led
 - Web Cam



METODOLOGIA

El proyecto a realizar consta de dos partes; la codificación para el reconocimiento facial y la confección del dispositivo.
 Para la codificación utilizamos el editor de código Visual Studio Code, editor que es muy útil por su versatilidad y flexibilidad para utilizar diversos lenguajes con sus respectivas librerías.



RESULTADOS

Después de un periodo de 2 semanas se logró concretar el objetivo planteado el cual fue que la IA lograra acertar en más del 70% de los casos. De modo que lo siguiente a realizar fue un prototipo funcional.

Resultados			
No. de Personas puestas a prueba	Aciertos	Fallas	No identificados
14	9	3	2

% de error 17.29
 % de acierto 64.285



CONCLUSION:

Terminado este proyecto se aprendió como implementar el reconocimiento de imágenes en proyectos prototipos usando Arduino, es importante también tener en cuenta que para desarrollar una inteligencia artificial esta debe ser entrenada previamente como lo fue en este caso, ya que se utilizaron diferentes videos de personas para tener una amplia base de datos y que así la IA sea más eficiente.



Uso de aplicaciones móviles para el desarrollo de Pymes en San Antonio de Escazú

Use of mobile applications for the development of SMEs in San Antonio de Escazú

Daniel Rodríguez-Ugalde¹

Rodríguez-Ugalde, D. Uso de aplicaciones móviles para el desarrollo de Pymes en San Antonio de Escazú. *Tecnología en Marcha*. Vol. 36, número especial. Octubre, 2023. V Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil. Pág. 66-82.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v36i8.6929>

¹ Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica
Correo electrónico: d.rodriquezu7@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0002-2337-5054>

Palabras clave

Pymes; Mipymes; aplicación; aplicación móvil; aplicación web; tecnología; globalización; innovación; productividad; eficiencia; desarrollo tecnológico; Escazú.

Resumen

Las aplicaciones móviles son cada vez más importantes como herramientas para el desarrollo operativo de las Pymes en el país. En este trabajo se realizó una investigación exploratoria para analizar un primer esbozo de las posibles causas sociales, generacionales y tecnológicas respecto a la falta de implementación, uso y desarrollo de aplicaciones móviles en el distrito de San Antonio de Escazú. Se utilizó el proceso de investigación-acción como metodología principal para el planteamiento del problema hipótesis, ámbito de acción y delimitación de la muestra, y aplicación del instrumento de investigación. Se consultaron además diversas fuentes, como El Estado de Situación PYME 2021, el Índice de Competitividad Cantonal de la Universidad de Costa Rica, el registro de empresas activas del Ministerio de Economía, Industria y Comercio Exterior, el artículo de la revista Yulök respecto a las características socio históricas de los grupos generacionales en el país, el Plan de Desarrollo Cantonal 2019-2029 de la Municipalidad de Escazú, entre otros. Los datos obtenidos por medio de encuestas indicaron podría existir una relación entre el grupo generacional al que pertenezca una persona y su familiarización con la tecnología, lo que se traduce a que las Pymes lideradas por personas a las generaciones satelital y pregonera tienden a utilizar en menor medida las aplicaciones para la mayoría de sus tareas diarias operativas. Asimismo, se recalca la importancia de realizar una investigación más detallada para corroborar los resultados obtenidos y profundizar en otros con la ayuda de los gobiernos locales.

Keywords

SMEs; application; mobile application; web application; technology; globalization; innovation; productivity; efficiency; technological development; Escazu.

Abstract

Mobile applications are increasingly important as tools for the operational development of SMEs in the country. In this work, an exploratory research was carried out to analyze a first outline of the possible social, generational and technological causes regarding the lack of implementation, use and development of mobile applications in the district of San Antonio de Escazú. The action-research process was chosen as the main methodology for posing the hypothesis problem, scope of action and delimitation of the sample, and application of the research instrument. Various sources were also consulted, such as the State of the SME Situation 2021, the Cantonal Competitiveness Index of the University of Costa Rica, the register of active companies of the Ministry of Economy, Industry and Foreign Trade, the Yulök magazine article regarding the socio-historical characteristics of generational groups in the country, the Cantonal Development Plan 2019-2029 of the Municipality of Escazú, among others. The data obtained through surveys indicated that there could be a relationship between the generational group to which a person belongs and their familiarity with technology, which means that SMEs led by people to the satellite and preacher generations tend to use less tailored applications for most of your daily operational tasks. Likewise, the importance of carrying out a more detailed investigation to corroborate the results obtained and delve into others with the help of local governments is strongly recommended.

Introducción

Actualmente, las empresas funcionan como verdaderos organismos vivos, que se componen de varias partes diferentes que no dependen unas de otras, sino que trabajan en conjunto en pos de un objetivo común. Lo mismo aplica para las Pymes (micro, pequeñas y medianas empresas), donde para alcanzar la estabilidad financiera y posicionamiento estratégico en su industria, deben hacer uso eficaz y eficiente de las herramientas tecnológicas y aplicaciones disponibles [1].

Se vive en una época en la que el uso de aplicaciones móviles para el desarrollo de cualquier negocio es sumamente valorado, sobre todo cuando se desea emprender con una Pyme. Las Pymes que no se mantengan en contacto con los empleados y el público externo más cercano difícilmente podrán mantenerse por un tiempo más [2]. Esto se debe a que, para que la Pyme, en su conjunto, funcione, ya sea en la parte operativa o en el renglón de su industria específica, deben hacer uso de las herramientas tecnológicas que le permitan la eficiencia de sus operaciones y mantenerse a flote dentro del mar de Pymes que existen por medio de las ventajas competitivas que estas ofrecen [2].

Las aplicaciones se han convertido en herramientas importantes para las empresas en general que operan en diferentes sectores, precisamente porque quieren ganar más clientes, agregar valor a sus servicios o simplemente innovar en un mercado cada vez más competitivo.

Mundialmente, las Pymes se destacan por su aporte en sus respectivos países. Representan alrededor del 90% de las empresas existentes, emplean el 50% de la mano de obra y participan en la creación del 50% del Producto Interno [3].

Específicamente, en Costa Rica representan el 97.4% (80.84% son micro, 2.46% pequeñas y 4.10% medianas) del parque productivo y generan casi la mitad del empleo privado, alcanzando un 48.4% [4]. Aportan al país el 34,12% del empleo privado formal. Las empresas grandes por su parte aportan el 65,88% del empleo, en promedio [4].

En promedio de los 5 años las microempresas aportaron un 10,34% del empleo formal, las pequeñas un 11,6% y las medianas un 12,18% [4]. El 83% de las empresas registradas en el MEIC son micro, el 14% pequeñas y un 3% medianas [4].

Si bien las Pymes desarrollan diferentes estrategias para mantenerse en sus respectivos mercados, no todas lo logran. Una empresa costarricense tiene una probabilidad del 90% de llegar a por al menos un año, pero solo un 63% de alcanzar cinco años [5]. La mortalidad es aún mayor entre las microempresas que tienen una probabilidad de 61% de seguir 'vivas' a los cinco años. Mientras que para las medianas y grandes este indicador supera el 88%. Además, a largo plazo, solo la mitad de las microempresas alcanzan los diez años. [5]

Una de las formas a utilizar para evitar el cierre de la Pyme es por medio del uso de las aplicaciones móviles. Dado que la mayoría de las personas tiene un teléfono celular y hacen uso de aplicaciones todos los días, la implementación de las mismas para fomentar el desarrollo de las Pymes puede facilitar el acceso a información de la empresa y servicios o bienes que esta ofrece de una manera casi inmediata, fidelización de clientes, reconocimiento de marca, entre otros.

Además, los propios colaboradores de la Pyme también se verían beneficiados. Por medio de la implementación de aplicaciones móviles, estos podrían obtener una mayor flexibilidad laboral, mayor comunicación efectiva, mayor productividad y facilidad en la realización de tareas operativas, técnicas y/o transaccionales.

Escazú muestra índices económicos y sociales que lo posiciona, a nivel nacional como uno de los cantones más privilegiados. Para medir esta posición, se tomó en cuenta el índice de competitividad cantonal. La lectura del valor este índice está definida de manera tal que pueden ser interpretada como un ordenamiento o ranking, así una posición más baja (más cercana a 1) es relativamente mejor que una más alta [6].

Así, este cantón refleja un índice de competitividad cantonal de 3, siendo el tercer mejor cantón del país en temas económicos (4), gobierno (1), infraestructura (13), clima empresarial (3), clima laboral (26), capacidad e innovación (1) y calidad de vida (43) [6].

Escazú cuenta con un total de 753 Pymes (651 micro, 87 pequeñas y 15 medianas empresas), de las cuales aproximadamente 150 se encuentran localizadas en San Antonio [7].

Particularmente, Escazú muestra una marcada competitividad tanto en infraestructura, cantidad poblacional como crecimiento económico respecto a la mayoría de los cantones del país. Sin embargo, de los distritos pertenecientes a dicho cantón, San Antonio presenta diferencias económicas, poblacionales, de infraestructura, acceso a servicios, capacidad e innovación y clima laboral que permiten analizar de mejor manera el tema de investigación.

La presente investigación se enfoca en realizar una investigación exploratoria acerca del uso de las aplicaciones móviles como herramientas para fomentar el desarrollo de las Pymes San Antonio de Escazú. Dado que en Costa Rica muchas de las Pymes no sobreviven más de 5 años, es imperante verificar y analizar cuales con las variables que impactan positiva y negativamente en el uso de aplicaciones en las Pymes en este distrito.

Además, debido a las limitaciones en cuanto a recursos de la investigación, se escogió una población meta que entrara dentro de los recursos limitados. Precisamente por esto, y por la diferencia competitiva entre estos distritos, se escoge San Antonio específicamente.

La investigación también se realiza de esta forma ya que, dado el carácter exploratorio de la investigación, se desea crear una pequeña radiografía acerca del uso de las aplicaciones para que en futuras investigaciones con más recursos y un mayor alcance, se puedan realizar análisis inferenciales con poblaciones más grandes.

Materiales y métodos

Se utilizó la investigación-acción como proceso metodológico [8], la cual fue estudiada y analizada en el Taller “Semilleros de investigación, extensión e innovación” III Edición, impartido del 13 de agosto al 3 de setiembre del 2022 por la Mag. Cynthia López Valerio en conjunto con la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales (ECEN) para estudiantes activos de la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica. La metodología usada se puede observar en el cuadro 1, a continuación.

Cuadro 1. Esquema del proceso de investigación-acción.

1. Planteamiento y clarificación del problema	Puede ser planteado por los participantes de la investigación misma, ya sean investigadores, participantes, o surgir de una investigación anterior. Tanto los objetivos como el planteamiento del problema deben ser adecuados a la realidad socio-político-cultural de los participantes, sin dejar de lado el fin mismo de la investigación. Todos los participantes de la investigación deben expresar y discutir abiertamente sus ideas.
2. Definir la hipótesis del trabajo	La formulación de la hipótesis trata de dar respuesta al problema planteado, sin embargo, para no caer en sesgos, está sujeta a correcciones y ampliaciones continuamente. Si en la investigación se divide a los sujetos de estudio en grupos, puede trabajarse con hipótesis distintas simultáneamente.
3. Definición del ámbito de la investigación y delimitación de la muestra	Debe definirse el ámbito temporal y espacial de la investigación, el tamaño de la muestra que será objeto de la investigación, así como los instrumentos y técnicas que se utilizarán para comprobar la adecuación de las hipótesis formuladas.
4. Aplicación de los instrumentos de investigación	Una vez delimitados la muestra y los instrumentos, se procede a aplicar los mismos y recoger los datos.
5. Elaboración de conclusiones y representación de resultados	Se analizan los datos recabados de la muestra poblacional por medio de diferentes técnicas cuantitativas y cualitativas.
6. Comunicación, discusión y valoración	Mediante técnicas de expresión y recursos variables, se comunica a los participantes el proceso de trabajo seguido y las conclusiones.
7. Identificación de conceptos y modelos explicativos	La formulación e identificación de los conceptos trabajados, el establecimiento de relaciones y la generalización, son procesos básicos (pero no los únicos) de esta última fase.

Fuente: Adaptado de Salazar, V (2022).

Si bien la presente investigación posee un carácter tecnológico, su componente principal es social. Se pretende realizar un sondeo del uso de las aplicaciones en las Pymes del distrito anteriormente citado tomando en consideración a los actores principales que intervienen en las Pymes: los dueños o fundadores, sus colaboradores y algunos de sus clientes.

Además, el objetivo principal de este sondeo radica en obtener información que permita tener un panorama más amplio del objeto de estudio en aras de comprender mejor algunas variables sociales y su posible impacto en el uso de las aplicaciones.

Tomando en cuenta los pasos de proceso investigación-acción de la figura 1, se define el tema “Análisis del uso de aplicaciones móviles como herramienta para impulsar operativamente las Pymes en San Antonio de Escazú”.

Como puntos a considerar y posibles problemáticas (mas no las únicas) se definen:

- La tecnología avanza rápidamente al corto plazo, pero la implementación de aplicaciones en las Pymes es reducida dado el desconocimiento en temas técnicos e inexperiencia de las Pymes en su desarrollo, implementación y soporte.

- Este desconocimiento e inexperiencia puede conllevar a no calcular correctamente el costo de oportunidad, estrategia publicitaria mal enfocada, uso de aplicaciones poco eficientes para ciertas tareas operativas o no enfocadas una experiencia satisfactoria del cliente, falta de un sistema de recolección y análisis de datos, y posibles estafas y fraudes que podrían desestabilizar la Pyme financiera, entre otros.
- Existen aplicaciones que permiten facilitar toda una variedad de tareas operativas, tales como catálogo en línea, sistemas de pagos/entregas, análisis de metadatos, reservas/cancelaciones en línea, fila electrónica, etc., pero su existencia, implementación y soporte no son considerados dados los costos de membresía y la falta de personal capacitado.

Los puntos citados anteriormente también se consideran parte de la hipótesis. Por lo tanto, la solución hipotética busca proveer información y datos actualizados a la población delimitada sobre el uso de las aplicaciones para facilitar tareas operativas varias y desarrollar el negocio por medio de las mismas.

Como se observa en la figura 1, se creó un diagrama de Ishikawa para verificar los posibles problemas del objeto de estudio.

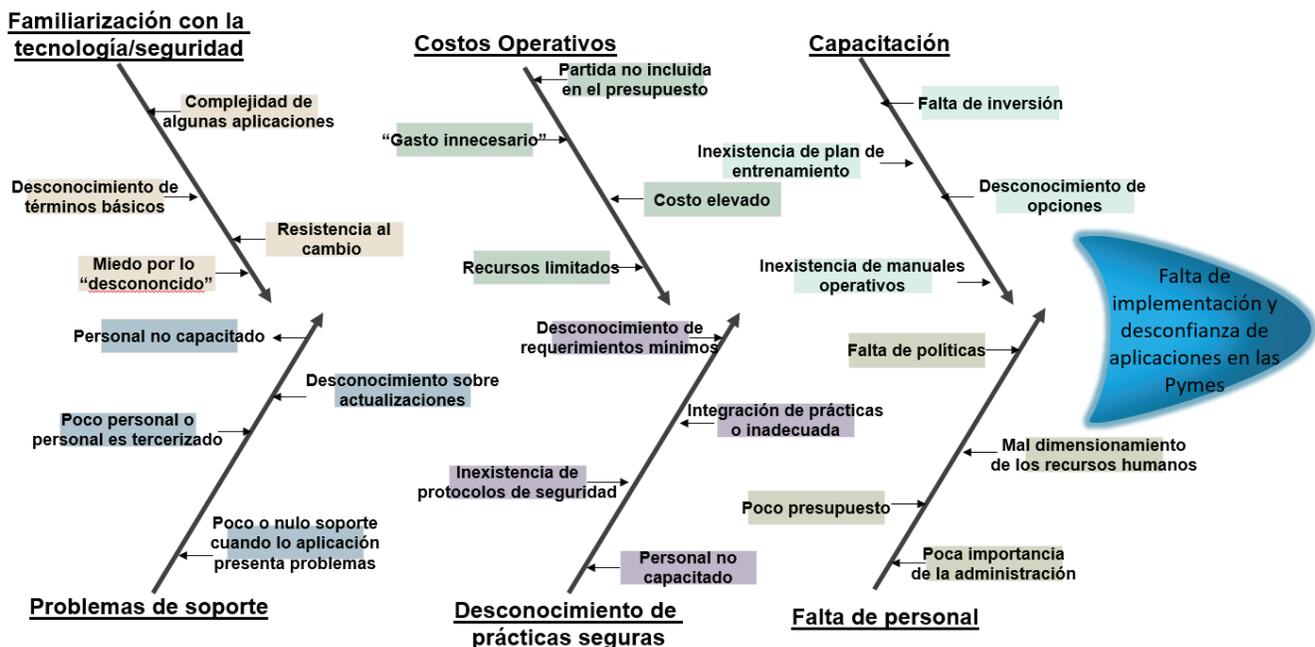


Figura 1. Diagrama Ishikawa. Posibles causas de la falta de implementación y desconfianza de las aplicaciones en las Pymes.

Para la definición del ámbito de acción y delimitación de la muestra, se consideran los siguientes datos:

- Provincia: San José.
- Cantón: Escazú.
- Distrito: San Antonio.
- Periodo: Tercer Trimestre del 2022
- Descripción de la población: personas mayores de edad que sean dueños de una Pyme de la zona, trabajen como colaboradores para una o sean clientes. Mayores de edad.

- Población total: 150 Pymes comerciales.
- Cantidad de la muestra
 - 30 Pymes.
 - 2 trabajadores por Pyme
 - 2 clientes por Pyme

Dado el alcance del taller y limitaciones de recursos de la investigación, se delimita la muestra a un 20% del total de Pymes del distrito, así como una muestra representativa de sus clientes y colaboradores. Como instrumento de investigación, se aplicaron encuestas a los grupos en cuestión, las cuales se pueden observar en los cuadros 2, 3 y 4.

Cuadro 2. Preguntas incluidas en encuesta aplicada a dueños de las Pymes.

1 - ¿Cuál es su rango de edad?
2 - ¿Cuántos años tiene la Pyme de participar en el mercado?
3 - ¿Cuántos empleados tiene su Pyme?
4. ¿La Pyme empresa utiliza aplicaciones móviles además de las aplicaciones de servicio express (Uber Eats, Pedidos Ya)?
5 - Sobre cuáles dispositivos móviles tienen aplicaciones en funcionamiento para las actividades de la empresa? Puede marcar varias
6 - Actualmente, ¿qué tipo de aplicaciones móviles utiliza en las actividades de la empresa? Puede marcar varias
7 - ¿Qué tipo de licencias utiliza?
8 - ¿Cuál fue el costo aproximado de adquisición (montos en dólares)?
9 - ¿Quién le provee/brinda soporte a las aplicaciones?
10 - ¿Por qué su empresa no utiliza aplicaciones móviles para desarrollar las actividades diarias? Puede marcar vanas.

Cuadro 3. Preguntas incluidas en encuesta aplicada a colaboradores de las Pymes.

1 - Cuál es su rango de edad?
2 - ¿Hace cuánto labora para la Pyme?
3 - ¿En qué departamento trabaja?
4. ¿Utiliza algún tipo de aplicación móvil en sus tareas diarias, diferente a las aplicaciones de servicios express (Uber Eats, Pedidos Ya)? De contestar no, favor salte hasta la pregunta 6.
5 - Favor clasifique la calidad y facilidad para utilizar la aplicación.
6 - Si la aplicación presenta algún problema técnico, ¿existe algún departamento/persona a quien acudir?
7 - ¿Cuál es el motivo por el cual la empresa no utiliza del todo o utilice pocas aplicaciones? Puede marcar varias .
8 - ¿Qué tipo de aplicaciones podría utilizar la empresa que le facilitarían sus labores diarias? Puede marcar varias.

Cuadro 4. Preguntas incluidas en encuesta aplicada a clientes de las Pymes.

1 -Cuál es su rango de edad?
2 - ¿Hace cuánto que compra/contrata los productos y servicios de la(s) Pyme(s)?
3 - ¿La(s) Pyme(s) cuenta(n) con alguna aplicación móvil que usted utiliza, diferente a las aplicaciones de express (Uber Eats, Pedidos Ya)? Si la respuesta es no, salte hasta la pregunta 9.
4. ¿Qué tipo de herramientas utiliza en estas aplicaciones? Puede marcar varias opciones.
5 - ¿Debe pagar para registrarse o hacer uso de la aplicación?
6 - Favor califique la calidad, rapidez y velocidad de respuesta al utilizar las aplicaciones.
7 - Favor clasifique la calidad y rapidez en la resolución de problemas técnicos con la aplicación.
8 - Si la(s) Pyme(s) cuenta(n) con pocas o nulas aplicaciones, ¿qué tipo de aplicaciones podría(n) utilizar la(s) Pyme(s) que usted usaría? Puede marcar varias.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el software Microsoft Excel, con el cual fue posible obtener los gráficos.

Por último, para el análisis de las generaciones poblacionales, se toma como base el estudio “La verdad sobre las generaciones en Costa Rica [10], que indica que en Costa Rica las diferencias culturales, sociales y psicológicas de estos grupos generacionales están demarcadas por hechos históricos específicos de la historia nacional, así como de avances tecnológicos relacionados con la comunicación e información. Esta clasificación generacional se observa en el cuadro 5.

Cuadro 5. Clasificación de grupos generacionales.

<p>Generación AM (Amplitud Modulada)</p> <p>La radio es el principal medio de conocimiento e información. AM es una metáfora del costarricense madrigador, primerizo, sencillo en muchas facetas de la vida.</p>
<p>Generación Pregonera</p> <p>La prensa escrita cumple un papel importante en la vida de los costarricenses. Describe al costarricense que levanta su voz, se hace escuchar y sentir.</p>
<p>Generación Satelital</p> <p>Recibe algunas señales del pasado, pero ya conectado y con la globalización retransmite otros valores a las siguientes generaciones. Se refiere al costarricense que representa el cambio.</p>
<p>Generación Digital</p> <p>Su principal medio de comunicación son las redes sociales e internet. Son los nacidos en la era digital.</p>
<p>Generación Virtual</p> <p>Tienen una connotación de que viven en una realidad en transformación.</p>

Resultados y discusión

En la figura 2 se puede observar que, de las empresas encuestadas, 21 corresponden a microempresas, 6 a pequeña y 3 a mediana empresa. Estos datos corresponden a 70%, 26% y 4% respectivamente. Asimismo, los datos mantienen relación con la cantidad de Pymes registradas en Escazú para julio del 2022, que muestran un 86%, 11% y 2% correspondientemente [7]. Ninguna de las empresas encuestadas se clasifica como grande.

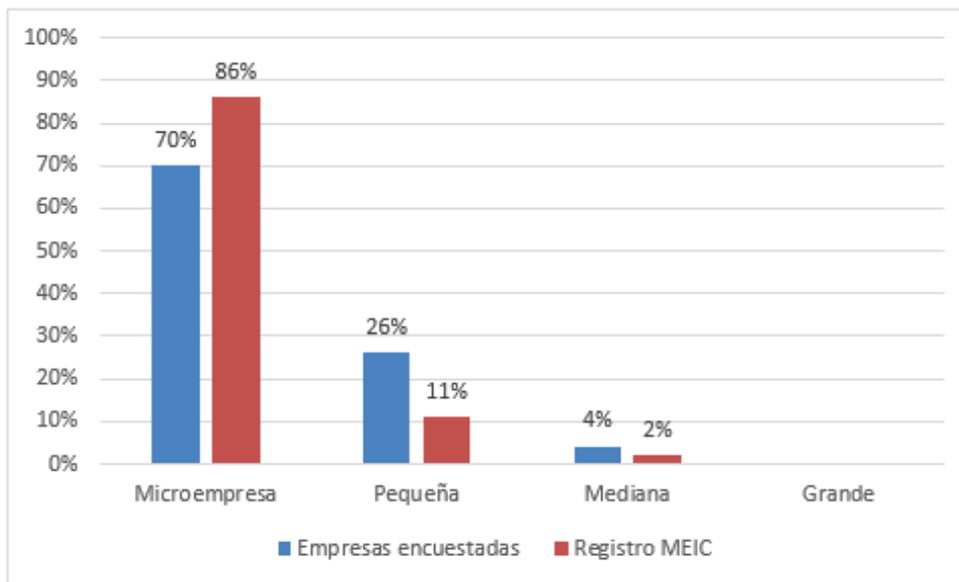


Figura 2. Comparación porcentual del tipo de Pyme encuestada en comparación con la totalidad de Pymes en el cantón.

A pesar que la mayoría de Pymes en Costa Rica no logran sobrevivir hasta el año 5 [4], los datos estadísticos de la figura 3 muestran que el 87% de las Pymes del distrito tienen más de 3 años en el mercado y solamente un 13% tienen menos de 2 años. Analizando más a fondo, el 100% de las empresas pequeñas y medianas también tienen más de 3 años, en contraste con las micro empresas donde el 81% mantienen este patrón y un 19% tienen menos de 2 años de existencia.

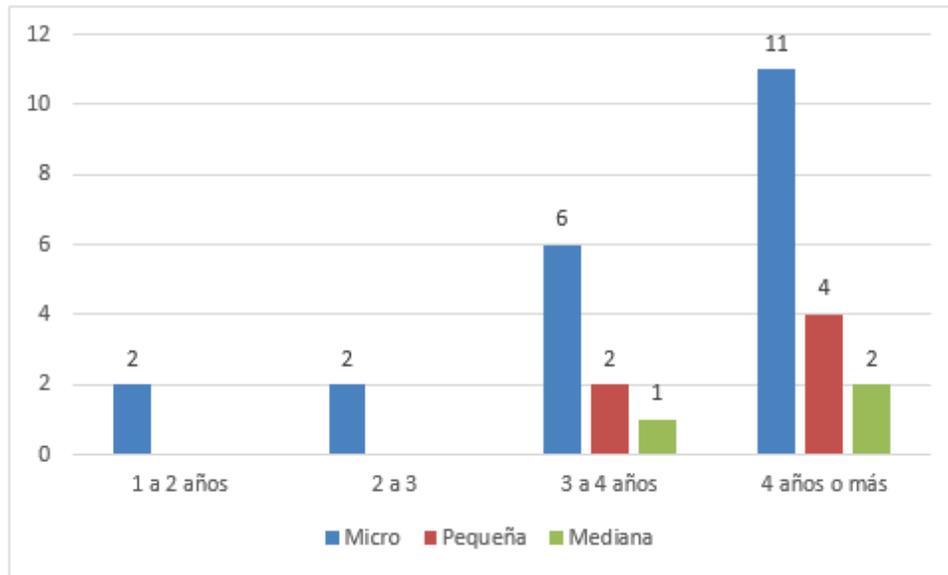


Figura 3. Comparación entre el tipo de empresa y la cantidad de años en el mercado.

Como se observa en la figura 4, El 75% dueños de pymes pertenecen a las generaciones con más edad. Este 75% corresponde a un 45 % de la generación satelital y 30% la generación pregonera, mientras que el restante 25% recae en las generaciones digital con un 22% y virtual con 3%. Un 67% de los colaboradores pertenecen a la generación digital y virtual, con un 42% y 25% respectivamente, mientras que la generación satelital y pregonera representan el 18% Y 15% de la planilla. Por otro lado, los datos estadísticos de los clientes son relativamente similares entre sí, siendo la generación virtual la que muestra un porcentaje mayor de 30%.

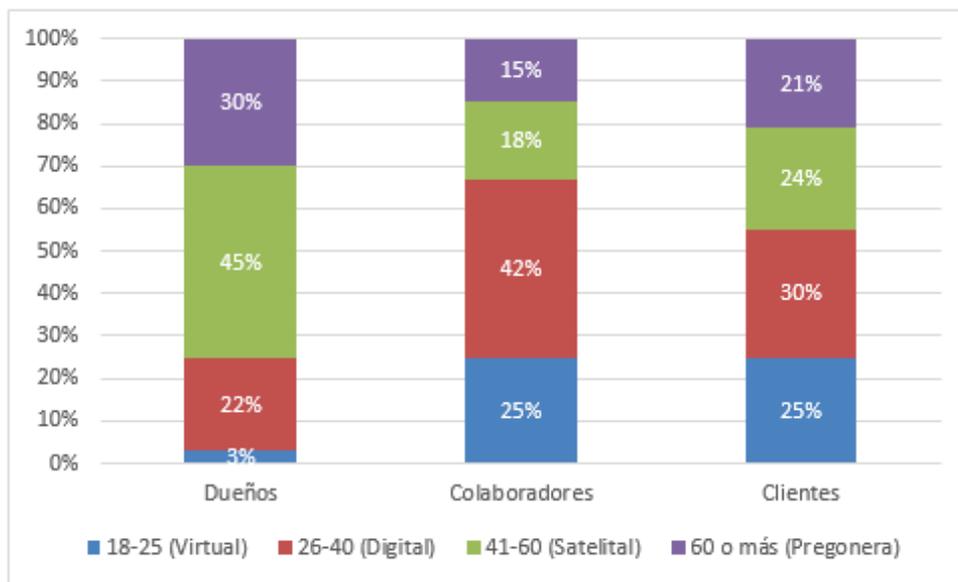


Figura 4. Relación de rango de edades de los dueños de Pymes, colaboradores y clientes.

El 70% de los colaboradores mencionan realizar labores interdepartamentales, como se aprecia en la figura 5. Es decir, son responsable de varias tareas/objetivos, o indican que en la empresa no hay división por departamentos. En las Pymes que hay distinción organizacional departamental, los colaboradores realizan labores propias de servicio al cliente, recursos humanos y tareas administrativas, correspondiente a un 13%, 12% y 5% respectivamente.

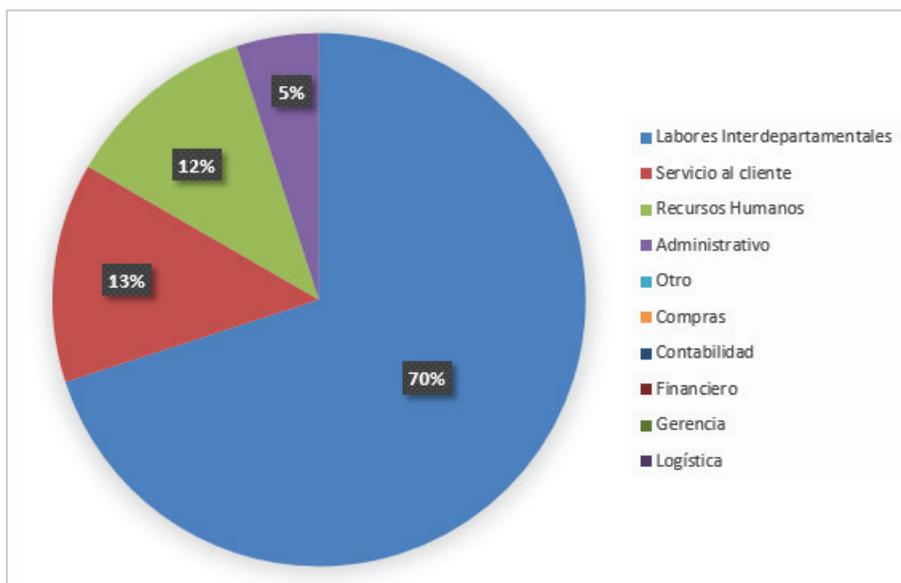


Figura 5. Porcentaje de trabajadores y los departamentos en que laboran.

Solo un 37% de las empresas indican utilizar alguna aplicación móvil diferente a las aplicaciones de express (Uber Eats, Pedidos Ya, etc.), lo que equivale a 11 empresas. El mismo número de empresas cuentan con dispositivos móviles para el uso de dichas aplicaciones, sin embargo, los teléfonos son de índole personal. No cuentan con un teléfono propio o algún otro dispositivo para las actividades de la Pyme. Lo anterior se aprecia en las figuras 6 y 7.

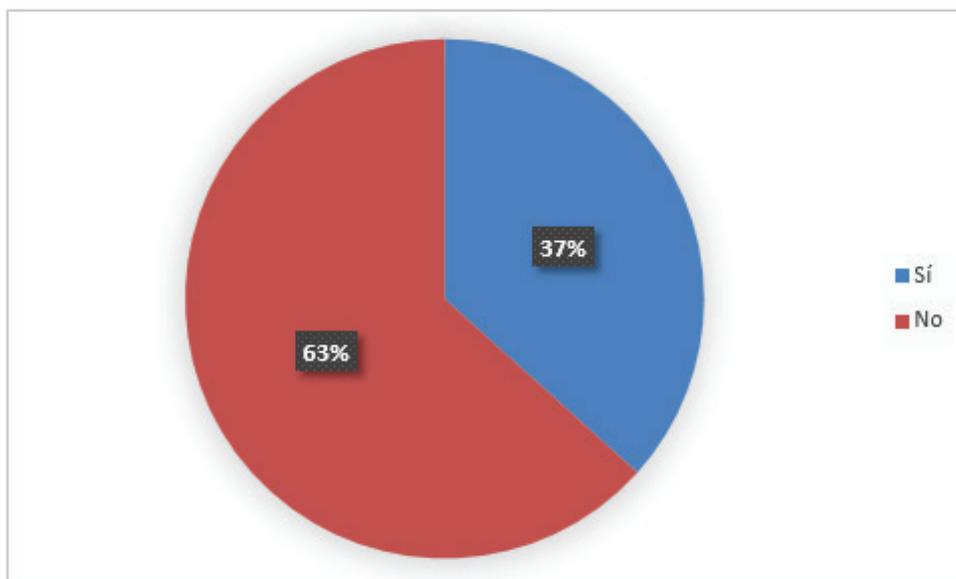


Figura 6. Porcentaje de Pymes que utilizan aplicaciones móviles para sus operaciones.

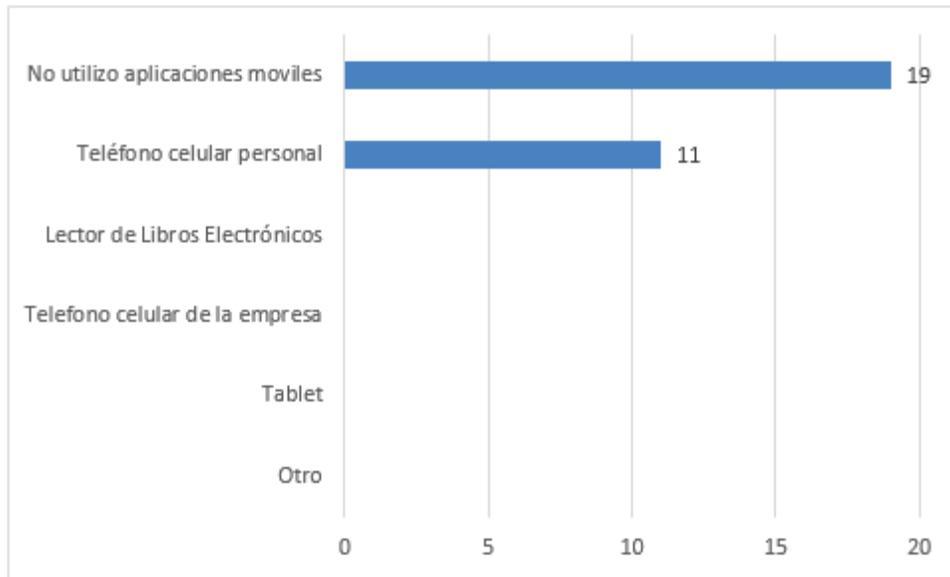


Figura 7. Dispositivos utilizados para el uso de aplicaciones.

En la figura 8 se puede apreciar que, de estas 11 empresas, 6 cuentan con catálogo de productos/ servicios, pero solo 5 ofrecen compras en línea. Dentro de estas 6 empresas se encuentran pasamanerías, mini súper y tiendas de ropa en su mayoría. Otras 4, dos gimnasios y dos salones de belleza ofrecen reservas de espacio. Por último, una empresa indica contar con una aplicación de reserva y cancelación de alojamiento, además de las típicas aplicaciones que generalmente se usan (Booking, Air bnb, etc). esta misma aplicación se utiliza para comunicar promociones a los clientes.

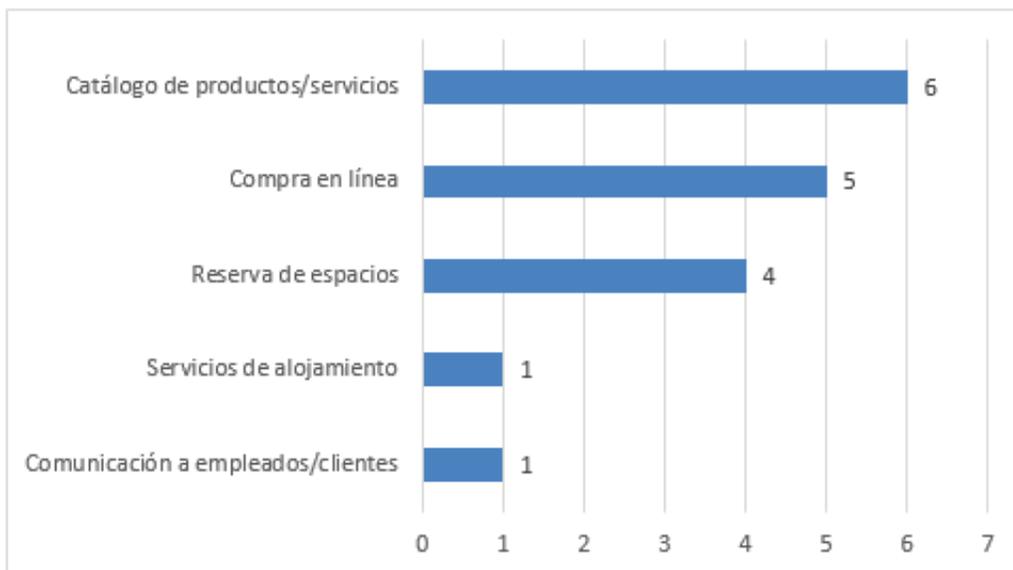


Figura 8. Tipos de servicios ofrecidos a partir de aplicaciones.

Las 11 empresas expresan utilizar aplicaciones gratis, y, por lo tanto, el soporte de la misma es a partir del desarrollador de la misma, por medio de actualizaciones periódicas.

Por su parte, la figura 9 muestra que las 19 Pymes restantes indican no utilizar aplicaciones por varias razones. Todas alegan que, debido al tipo de negocio, no son necesarias las aplicaciones móviles para las tareas operativas. De la misma forma, 15 mencionan tener desconocimiento respecto a su uso, implementación y/o soporte; 13 empresas no cuentan con personal capacitado que atienda dudas tanto desde la parte operativa como dudas que puedan tener los clientes; 10 arguyen que, dado los montos elevados de las membresías mensuales o anuales, no cuentan con una partida para este gasto, y 8 dicen tener temor a su implementación debido a posibles fraudes.



Figura 9. Razones por las que la empresa no utiliza aplicaciones.

Si bien hay ciertas herramientas o facilidades que las Pymes ofrecen a sus clientes a través de aplicaciones, los clientes que frecuentan las empresas que no las utilizan mencionan que, de existir, recomiendan que estas empresas puedan ofrecer este tipo de servicios. Específicamente, un 20% aconsejan que las empresas puedan tener un catálogo de sus productos o servicios y otro 20% que permitan la compra en línea. El 17% sugieren que exista una herramienta donde puedan revisar las promociones, descuentos e información general de la empresa (nombre, dirección, información de contacto, etc.). Otros clientes propusieron una herramienta que les permita llevar un control de sus compras, un historial de búsqueda e incluso un pequeño apartado de análisis de sus datos de compra o historial de rendimiento físico (gimnasios), estos representan un 21%. Finalmente, un 16% plantearon la posibilidad de envío de productos a sus casas y reserva de espacios (gimnasios). Lo anterior se muestra en la figura 10.

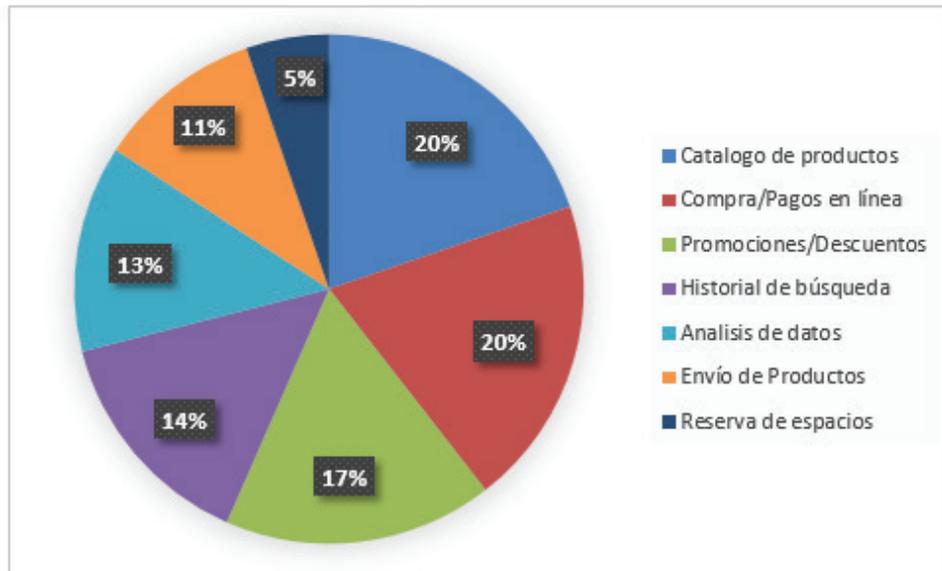


Figura 15. Posibles herramientas/aplicaciones sugeridas por los clientes.

Conclusiones

Una de las posibles razones por la que las Pymes de este distrito logran sobrepasar el 3 año puede deberse a las variables estudiadas en el índice de competitividad cantonal. Dado que el cantón se posiciona en el tercer lugar a nivel nacional, se infiere que esto le permite tener un clima idóneo para el establecimiento de las Pymes, específicamente en los puntos de gobierno local (1), infraestructura (13), clima empresarial (3) y capacidad e innovación (3), sin embargo, este mismo índice muestra que el cantón se encuentra en la posición 26 de clima laboral, por lo que habría que verificar más a fondo las razones de esta brecha.

Asimismo, se tendrían que verificar otro tipo de variables tales como cultura organizacional, características socioculturales de los clientes, planes de acción ante posibles recesiones económicas, modelo de negocio, procesos de apertura comercial, proceso de fidelización de clientes, diferenciación y valor agregado, entre otros. Además, si bien las Pymes muestran cierta estabilidad en el mercado, no se contabilizan empresas relativamente nuevas en el distrito.

Dentro del Plan de Desarrollo Cantonal 2019-2029 [11] se menciona que las habitantes poseen arraigadas tradiciones y respeto por su pueblo, incluyendo el apoyo a sus establecimientos comerciales, lo que podría brindar una facilidad en materia de fidelización de clientes, sin embargo, existe una desigualdad social que va en aumento, lo que podría traslaparse también a falta de oportunidades para nuevos emprendimientos.

Además de las posibles razones ya mencionadas, podría haber una relación entre la generación a la que pertenece el dueño de la Pyme en comparación con las razones por las que no utiliza aplicaciones móviles en su empresa. Dados los eventos históricos e hitos tecnológicos que marcaron sus generaciones, las personas pertenecientes a la generación pregonera y satelital [11]. En el caso de los pregoneros, su primer teléfono inteligente lo obtuvieron, en promedio, a los 51 años, y solamente el 39% utiliza las redes sociales y aplicaciones móviles. Esto podría influir en lo mencionado en el diagrama de Ishikawa, ya que esta generación no está tan

familiarizada con la tecnología como las generaciones más jóvenes. Respecto a la generación satelital, obtuvieron su primer teléfono inteligente a los 30 años, en promedio, el 90% cuenta con acceso a internet y el 93% utiliza las redes sociales, mas no así otro tipo de aplicaciones [11].

Como punto adicional, el plan de desarrollo cantonal no cuenta con un apartado de fomento tecnológico para las Pymes, esto sumado a la desconfianza y falta de familiarización de la mayoría de estas empresas en este tipo de temas, podría conllevar a que las empresas no contemplen como primordial su desarrollo tecnológico. Como consecuencia, las Pymes no suelen contratar colaboradores versados en estos temas que los guíen y orienten.

Muchas de las empresas mencionaron que, debido a la naturaleza de su trabajo, no necesitaban de las aplicaciones para sus tareas diarias. Entre estas se encuentran gimnasios, talleres mecánicos, mini súper, tiendas departamentales, zapaterías, entre otros. Un estudio realizado por Microsoft en el país demuestra que el proceso de transformación digital es uno de los puntos más importantes en su modelo de negocios dada el impacto de la pandemia y la rápida evolución de estas herramientas [12]. La inteligencia de negocios no es exclusiva de las grandes empresas, es imperante que las Pymes adopten una postura tecnológica para mantenerse relevantes en el mercado y poder ofrecer las mejores herramientas tanto a sus clientes como sus colaboradores.

Tomando en cuenta los puntos mencionados, se vislumbra una valiosa línea de investigación que permita profundizar aún más en las variables de este estudio, así posibles trabajos en conjunto con el gobierno local para el fortalecimiento de las Pymes en este distrito, que permitan canales eficientes de mercadeo, reconocimiento de marca, fidelización de clientes, fomento económico local, aumento de fuentes de trabajo y el desarrollo tecnológico de las empresas.

Referencias

- [1] Builes, P. A. (2018, 20 noviembre). Uso y apropiación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en las pymes y su relación con la competitividad. Disponible en <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/1510>
- [2] Anlas, V. G. (2013). ¿Por qué implementar aplicaciones móviles en las empresas? Consideraciones para realizarlo exitosamente. Dialnet. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6043109>
- [3] Pérez, Y. R. (2017, 1 junio). Las APP'S como herramienta en la gestión pública de Costa Rica: impacto en las MIPYMES costarricenses. | Revista Centroamericana de Administración Pública. Disponible en <https://ojs.icap.ac.cr/index.php/RCAP/article/view/73>
- [4] Arce Brenes, J., & Villalobos Chacón, T. (2021, 26 noviembre). Estado de Situación PYME en Costa Rica 2021. Ministerio de Economía, Industria y Comercio de Costa Rica. Disponible en <http://reventazon.meic.go.cr/informacion/estudios/2021/pyme/DIGEPYME-INF-038-2021.pdf>
- [5] Tanzi, C. J. (2019, 13 noviembre). Unos 1.750 negocios cierran por año en el país: microempresas tienen la mayor mortalidad. El Observador CR. Disponible en <https://observador.cr/unos-1-750-negocios-cierran-por-año-en-el-país-con-la-mayor-mortalidad-entre-microempresas/>
- [6] ÍNDICE DE COMPETITIVIDAD CANTONAL: ESCAZU. (s. f.). Universidad de Costa Rica. Disponible en <https://icc.fce.ucr.ac.cr/canton/2018/102>
- [7] Registro de Empresas: Pymes Activas. (s. f.). Ministerio de Economía, Industria y Comercio de Costa Rica. Disponible en <https://www.meic.go.cr/web/761/datos-abiertos/pyme/registro-de-empresas.php>
- [8] Corrales Mora, M. (2013). La Investigación-acción. Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica. Disponible en <https://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/handle/120809/1156/1%20-%20Intro%20Investigaci%C3%B3n-acci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [9] Salazar, V. (2022). Manual de Investigación para la Acción y la toma de Decisiones (Segunda Edición). Editorial UAM- Universidad Autónoma de Manizales.
- [10] Sanabria Vega, P., Chacón Hernández, A., Linares Viquez, S. & Salas Castro, R. (2017, 17 octubre). La verdad sobre las Generaciones en Costa Rica #Gentico. Yulök Revista de Innovación Académica.



- [11] Plan de Desarrollo Cantonal de Escazú 2019-2029. (2018). Municipalidad de Escazú. Disponible en https://escazu.go.cr/sites/default/files/Documentos/plan_de_desarrollo_cantonal.pdf
- [12] Microsoft. (2022, 19 abril). 9 de cada 10 pymes en Costa Rica consideran que la pandemia aceleró su proceso de transformación digital. News Center Latinoamérica. Disponible en <https://news.microsoft.com/es-xl/9-de-cada-10-pymes-en-costa-rica-consideran-que-la-pandemia-acelero-su-proceso-de-transformacion-digital/>

Uso de aplicaciones móviles para el desarrollo de Pymes en San Antonio de Escazú

Daniel Rodríguez Ugalde - d.rodriguez7@gmail.com
 Universidad Estatal a Distancia - Escuela de Ciencias Exactas y Naturales
 Ingeniería Informática

Introducción

Las aplicaciones móviles se han convertido en herramientas importantes para las empresas en general que operan en diferentes sectores, precisamente porque quieren ganar más clientes, agregar valor a sus servicios o simplemente innovar en un mercado cada vez más competitivo.

Si bien las Pymes desarrollan diferentes estrategias para mantenerse en sus respectivos mercados, no todas lo logran. Una empresa costarricense tiene una probabilidad del 90% de llegar a por al menos un año, pero solo un 63% de alcanzar cinco años.

La presente investigación se enfoca en realizar una investigación exploratoria acerca del uso de las aplicaciones móviles como herramientas para fomentar el desarrollo de las Pymes San Antonio de Escazú.

Métodos

Se utilizó la investigación-acción como proceso metodológico. Método estudiado y analizado en: Taller "Semilleros de investigación, extensión e innovación" III Edición. Este método se muestra en el cuadro 1.

Impartido por: Mag. Cynthia López Valerio
 Fecha: del 13 de agosto al 3 de setiembre del 2022
 En conjunto con la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales (ECEN) para estudiantes activos de la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica.

Cuadro 1. Esquema del proceso de investigación-acción

1. Planteamiento y clarificación del problema
2. Definir la hipótesis del trabajo
3. Definición del ámbito de la investigación y delimitación de la muestra
4. Aplicación de los instrumentos de investigación
5. Elaboración de conclusiones y representación de resultados
6. Comunicación, discusión y valoración
7. Identificación de conceptos y modelos explicativos

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Salazar, V (2022).

Resultados

Como se observa en la figura 1, 87% de las Pymes del distrito tienen más de 3 años en el mercado y 13% tienen menos de 2 años. El 100% de las empresas pequeñas y medianas también tienen más de 3 años, en contraste con las micro empresas donde el 81% mantienen este patrón y un 19% tienen menos de 2 años de existencia.

Según los datos de la figura 2, el 45% de los dueños encuestados pertenecen a la generación satelital y 30% la generación pregonera, 22% a la generación digital y 3% a la virtual con 3%.

37% de las empresas indican utilizar alguna aplicación móvil diferente a las aplicaciones de express (Uber Eats, Pedidos Ya, etc.), lo que equivale a 11 empresas. De estas 11 empresas:

- 6 empresas cuentan con catálogo de productos/servicios, 3 ofrecen compras en línea.
- 4 empresas ofrecen reservas de espacio.
- 1 empresa indica contar con una aplicación de reserva y cancelación de alojamiento.

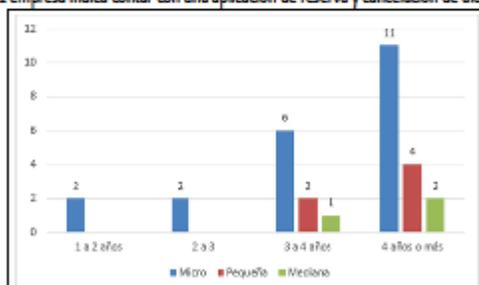


Figura 2. Comparación entre el tipo de empresa y la cantidad de años en el mercado.

Fuente: Elaboración propia.

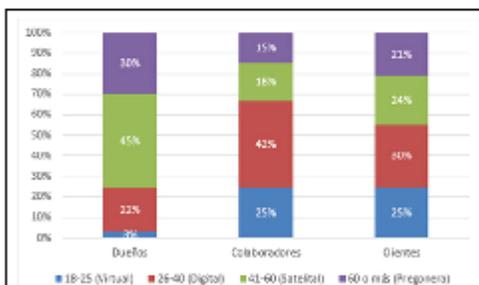


Figura 2. Relación de rango de edades de los dueños de Pymes, colaboradores y clientes.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

La mayoría de los propietarios de Pymes pertenecen a la generación pregonera. En promedio obtuvieron su primer teléfono inteligente a los 31 años, y solamente el 39% utiliza las redes sociales y aplicaciones móviles, no está tan familiarizados con la tecnología como las generaciones más jóvenes.

El Plan de Desarrollo Cantonal 2019-2029 no cuenta con un apartado de fomento tecnológico para las Pymes, esto podría conllevar a los no considerar programas de fomento tecnológico para las mismas.

Posibles trabajos en conjunto con el gobierno local e instituciones gubernamentales como el MEIC para el fortalecimiento de las Pymes en este distrito, que permitan canales eficientes de mercadeo, reconocimiento de marca, fidelización de clientes, fomento económico local, aumento de fuentes de trabajo y el desarrollo tecnológico de las empresas.

Sistema para la automatización del registro de asistencia en las aulas de clases

System for the automation of the attendance record in the classrooms

Jeisson Paredes¹, Edwar González², Jahir Gamar Castillo-Santamaria³, Lilia Muñoz⁴, Vladimir Villarreal⁵

Paredes, J; González, E; Castillo-Santamaria, J.G; Muñoz, L; Villarreal, V. Sistema para la automatización del registro de asistencia en las aulas de clases. *Tecnología en Marcha*. Vol. 36, número especial. Octubre, 2023. V Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil. Pág. 83-93.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v36i8.6930>

- 1 Universidad Tecnológica de Panamá. Panamá.
Correo electrónico: jeisson.paredes@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0000-0002-2818-5815>
- 2 Universidad Tecnológica de Panamá. Panamá.
Correo electrónico: edwar.gonzalez@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0000-0001-7906-7272>
- 3 Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá.
Correo electrónico: jahir5656@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0002-4693-8673>
- 4 Universidad Tecnológica de Panamá. Panamá.
Correo electrónico: lilia.munoz@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0000-0002-4011-2715>
- 5 Universidad Tecnológica de Panamá.
Correo electrónico: vladimir.villarreal@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0000-0003-4678-5977>

Palabras claves

Python; reconocimiento facial; asistencia; Excel; aprendizaje profundo.

Resumen

Este proyecto fue realizado con el objetivo de desarrollar un programa que implementara reconocimiento facial, utilizando como lenguaje de programación Python con la capacidad de reconocer a los estudiantes o profesores que ingresan al salón de clases. Sólo colocando su rostro frente a la Webcam, en la pantalla se mostrará un recuadro azul alrededor del rostro del estudiante y mostrará su nombre. El programa almacenará un registro en un documento Excel de aquellas personas que asistieron a clases. En este documento se encontrarán los nombres de los estudiantes y las fechas de la semana. El programa colocará un 1 si asistió y un 0 si no se presentó a la clase, de esta forma se busca evitar el uso de papel y maximizar el tiempo de clases, ya que algunos profesores toman una parte de la clase para crear sus registros de asistencia, este proceso puede tomar más o menos tiempo dependiendo de la cantidad de estudiantes matriculados en el curso.

Keywords

Python; facial recognition; attendance; Excel; deep learning.

Abstract

This project was carried out with the objective of developing a program that would implement facial recognition using Python as a programming language with the ability to recognize students or teachers who enter the classroom. Just by placing your face in front of the Webcam, the screen will display a blue box around the student's face and display their name. The program will store a record in an Excel document of those people who attended classes. In this document you will find the names of the students and the dates of the week. The program will place a 1 if you attended and a 0 if you did not show up to class, in this way it seeks to avoid the use of paper and maximize class time since some teachers take part of the class to create their attendance records. This process may take more or less time depending on the number of students enrolled in the course.

Introducción

Actualmente, no existe una forma establecida para registrar la asistencia en los salones de clases, por lo que cada profesor opta por seguir su método. Algunos realizan formularios en los que los alumnos coloquen sus datos, otros no lo ven como algo importante y simplemente no realizan ningún tipo de registro de asistencia.

Aplicando el reconocimiento de patrones se puede desarrollar un sistema que sea capaz de automatizar el registro de asistencia tanto como de estudiantes como de profesores, con ello, se estaría evitando la utilización innecesaria de papel y optimizando el tiempo dedicado para las clases.

Se inicio este trabajo desarrollando una revisión de artículos que guardan relación con la solución que se plantea; uno de los proyectos similares fue el desarrollado por estudiantes de la Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador quienes desarrollaron un trabajo que consistía en la utilización del lenguaje de programación *Python* para el desarrollo del programa implementado en una *Raspberry Pi 4*, con un módulo cámara de 5 megapíxeles, que permitía

adquirir imágenes en alta definición. Se utilizó *MySQL* como motor de la base de datos y se desarrolló un sitio web implementando *HTML*, *CSS* y *JavaScript* en el cual se podía acceder para la revisión del registro de asistencia [1]. En la Universidad del Norte (Colombia), División de Ingenierías, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica se diseñó un sistema constituido por una interfaz Web y una red neuronal mediante el uso de *Django* y *Python*, la cual es capaz de permitir a un usuario poder ingresar fotos de un grupo cualquiera y poder generar, mediante reconocimiento facial, una lista de las personas que asistieron y no asistieron a dicha reunión del grupo [2].

En la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería en el Programa Académico de Ingeniería de Sistemas de Información, se presentó el proyecto para el desarrollo de un modelo tecnológico que tiene como objetivo la identificación de pacientes mediante un servicio cognitivo de reconocimiento facial en *Cloud Computing* para la necesidad que tienen los sectores de salud de prevenir la suplantación de identidad [3].

Por otro lado, en la Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones en Bogotá 2019, se desarrolló un proyecto utilizado *Raspberry Pi 3 modelo B+*, una cámara *full HD Ecam 8000* y una pantalla táctil de 3.5 pulgadas adherida a la placa de desarrollo. En cuanto al software se usó Linux distribución *debían* (Raspbian) para Raspberry pi, Python como lenguaje de programación junto con *OpenCV* para la manipulación de las imágenes. Con estas herramientas se desarrolló el Sistema de reconocimiento facial, el cual permitía el control de acceso a una casa [4].

Nuestra propuesta consiste en desarrollar un sistema autónomo que sea capaz registrar la asistencia de un salón de clase mediante el reconocimiento de patrones para analizar los rostros de los estudiantes o profesores que asisten al salón de clases, desarrollando un programa con el lenguaje de programación *Python*, utilizaremos *librerías para la visión artificial* y las implementaremos para comparar los patrones de los rostros capturados por la cámara en el momento en el que la persona ingresa al salón, con los patrones almacenados, identificando así si el alumno asistió a la clase, generando al final un registro de los alumnos o profesores que asistieron.

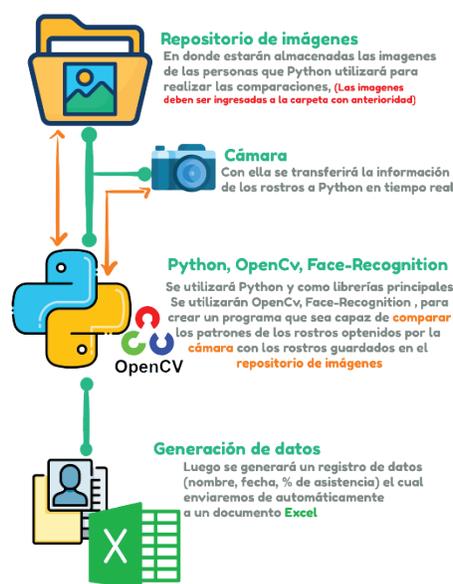


Figura 1. Diagrama de funcionalidad.

En la figura 1 se observa el diagrama de funcionalidad del proyecto el cual cuenta con 4 fases, a continuación, las explicamos.

La primera fase del diagrama consiste en llenar el repositorio de imágenes. Para el proyecto se utilizaron fotos de pruebas de tres compañeros, estas imágenes son utilizadas por *Python* para hacer comparaciones de patrones. En la segunda fase se utiliza una cámara web, la cual funciona como los ojos del programa, ella estará registrando quien entra al salón.

Luego entra en juego el programa en *Python* que tomará la información generada por la cámara en la segunda fase, para esto utiliza las librerías *OpenCV* y *Face-Recognition* para hacer comparaciones con las imágenes guardadas en el repositorio.

Por último, el programa generará datos que luego se enviarán a un documento de Excel para crear el registro de asistencia.

Materiales y metodología

Materiales por utilizar

Para el desarrollo de este proyecto se necesitan los siguientes materiales:

- Una cámara *Web* modelo *Logitech c920*, también utilizamos la webcam integrada de la computadora, para las primeras pruebas.
- Computadora: plataforma (equipo) en el que se desarrollará y ejecutará el programa.
- *Python 3.7.0*: lenguaje de programación [5].
- Librerías *OpenCV* [6] y *face-recognition* [10]: para el realizar el reconocimiento de patrones, además se usaran otras como: *numpy* [7], *CMake* [8], *dlib* [9], *OpenPyXL* [14].
- *Visual Studio Code* Como editor de Código [11].
- *Microsoft Excel*: hoja de cálculo donde se almacenará el registro de asistencia.

Metodología

La primera fase para el desarrollo del proyecto consiste en la instalación de los requerimientos de este.

Se procede a instalar el desarrollo para escritorio con *C++* de *Visual Studio* [12] con el objetivo de utilizar el compilador de *C++*, esto para poder implementar *CMake* y *dlib*. Luego se instalan las librerías: *CMake*, *dlib*, *face-recognition*, *numpy* y *OpenCV*.

Una vez se adquiere todo lo que necesita comienza la fase codificación del prototipo, se utiliza como *IDE PyCharm* y *Python* en su versión 3.7.0

Primera versión del prototipo: en esta versión se trabajó con las imágenes sin una entrada externa, es decir se compararon imágenes de una carpeta sin recibir información de una cámara.

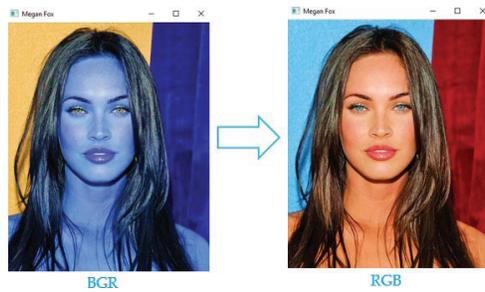


Figura 2. BGR \rightarrow RGB [13].

Se importan las imágenes del repositorio utilizando la librería *face-recognition*, se cambiaron sus formatos de *BGR* a *RGB* utilizando la función *cvtColor* de la librería *OpenCV*. En la figura 2, se puede observar como una imagen en formato BGR pasa ser RGB.

Una vez las imágenes están disponibles se empieza por localizar los rostros con la función *face_location*, la cual retorna cuatro valores que representan las coordenadas del rostro en la imagen.

Se codificaron los rostros con la función *face_encode*, la cual retorna 128 valores que luego serán comparados entre ellos para determinar si los rostros son iguales.

Se calcula el índice de parentesco con la función *face_distance*, que se utilizó para elegir el rostro con índice de parentesco más alto, ya que al momento de utilizar un gran volumen de imágenes cabe la posibilidad de que existan rostros parecidos.

Para este parte del proyecto se obtienen los primeros resultados a nivel de terminal.

La figura 3 muestra la ejecución del código con dos imágenes de una sola persona, donde se obtiene un resultado correcto ya que reconoció que es la misma persona con un índice de parentesco de 0.42861203.

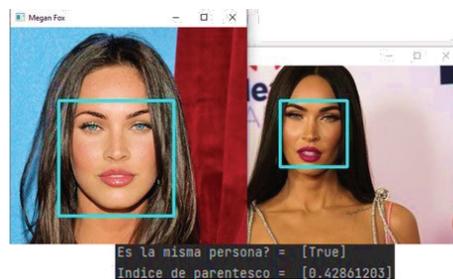


Figura 3. Primera Ejecución Caso Verdadero [15].

En la figura 4 se observa el caso contrario a lo anterior dicho, son dos personas diferentes con un índice de parentesco de 0.8315924



Figura 4. Primera Ejecución Caso Falso [16].

En la versión final se implementa la entrada de información por una Webcam y se realiza la comparación de patrones en tiempo real. Este proceso se logró importando las imágenes, pero esta vez estableciendo un *path*, usando la librería *os* que permite usar funcionalidades dependientes del sistema operativo. Establecer un *path* permite analizar toda imagen que se encuentre en esa dirección, esto facilita el trabajo de modo que no se deba definir una variable para cada imagen, además de que no limita el número de imágenes. Luego de establecer el *path* se creó un ciclo para obtener los nombres e ingresarlos en un vector, al igual que las imágenes. Después se crea una función llamada codificador, que codifica los rostros de cada imagen y los ingresa a un vector, para luego compararlos con los patrones que se generen en tiempo real a través de la *Webcam*.

Por último, se utilizan la librería *OpenPyXL* y algunas de funciones (*Workbook, Font, PatternFill, numbers, Alignment*), estas funciones se utilizan para el manejo de Excel desde *Python*, con ellas se automatizó la creación del archivo.xlsx y se diseñó una plantilla beta que es capaz de registrar solamente una semana de clases, a través de decisiones se controla la inserción de los datos, 1 para indicar que estuvo presente y 0 para indicar ausencia.

Resultados

En la figura 5 se puede observar la función codificador la cual se encarga de rellenar una lista con todos los valores que se generan al codificar los rostros, la función básicamente recibe un vector con todas las imágenes ubicadas en el repositorio de imágenes y luego en un ciclo *for* se codifica cada rostro, por último se van agregando todos los valores de cada rostro en una lista, con la que luego se harán las comparaciones con los valores que se generen con los patrones obtenidos por la *Webcam* en tiempo real.

```
# FUNCIÓN PARA CODIFICAR LAS IMÁGENES
# mandamos las imagenes al la función
def codificador(imagenes):
    # vector para guardar los códigos
    listaCodificada = []

    for img in imagenes:

        # CONVERTIMOS EL FORMATO DE LAS IMGs DE BGR A RGB
        img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2RGB)

        # Codifica el rostro
        codigo = face_recognition.face_encodings(img)[0] # Codifica el rostro
        listaCodificada.append(codigo)

    # retorno un vector con todos los patrones de todas las imágenes
    return listaCodificada
```

Figura 5. Función Codificador.

Se muestra una parte de la función de control para la inserción de asistencia en la figura 6, concretamente hay una parte verdadera (cuando la fecha almacenada es igual a la fecha actual del sistema) y otra falsa (cuando la fecha actual es diferente a la última almacenada).

```
# SI LA FECHA EN EXCEL ES LA MISMA QUE LA ACTUAL
if str(fecha) == str( hoja.cell( hojaControl['B2'].value, hojaControl['C2'].value ).value ):

    for fila in range(4, int(y) ):

        if hoja.cell(fila, 2).value == nombre and hoja.cell(fila, hojaControl['C2'].value ).value != 1:
            hoja.cell(fila, hojaControl['C2'].value ).value = 1
            #centrado
            hoja.cell(fila, hojaControl['C2'].value ).alignment = Alignment(horizontal='center')
            lector.save('REGISTRO ASISTENCIA IA.xlsx')

    else:
        #genero nueva ubicación para la fecha
        if hojaControl['B3'].value != 5:
            fecha = date.today()
            hoja.cell( hojaControl['B2'].value, int(hojaControl['C2'].value) + 1 ).value = str(fecha)
            hoja.cell( hojaControl['B2'].value, int(hojaControl['C2'].value) + 1 ).alignment = Alignment(horizontal='center')
            hoja.cell( hojaControl['B2'].value, int(hojaControl['C2'].value) + 1 ).font = Font( color = '008cff', bold=True )
            lector.save('REGISTRO ASISTENCIA IA.xlsx')

            #verifico ausentes
            ausentes(y , int(hojaControl['C2'].value) )
            hojaControl['C2'] = int(hojaControl['C2'].value) + 1
            lectorControl.save('Proyecto Final IA\data.xlsx')

        else:
            #verifico ausentes
            ausentes(y , int(hojaControl['C2'].value) )
```

Figura 6. Función de Inserción.

La parte verdadera se encargará de ingresar el 1 en la dirección (fila, columna), fila del nombre correspondiente y la columna de la fecha actual.

La falsa ingresa una nueva fecha en la siguiente columna siempre y cuando no hayan pasado los 5 días límites y coloca un 0 a cada estudiante que no asistió la fecha anterior.

Pruebas

Se realizaron distintas pruebas, utilizando tres estudiantes, a cada uno de ellos se les tomó una fotografía frontal del rostro, y se agregaron al repositorio de imágenes. Al ejecutar el programa se desplegará una ventana flotante (*cv2.imshow*) en la cual se mostrará la cámara, de esta manera comienza a reconocer a los estudiantes, remarcando con un cuadro azul los rostros e indicando sus nombres (*cv2.putText*)

En la figura 7 se muestra como el programa logra reconocer a uno de los estudiantes de los cuales se analizaron sus patrones faciales.

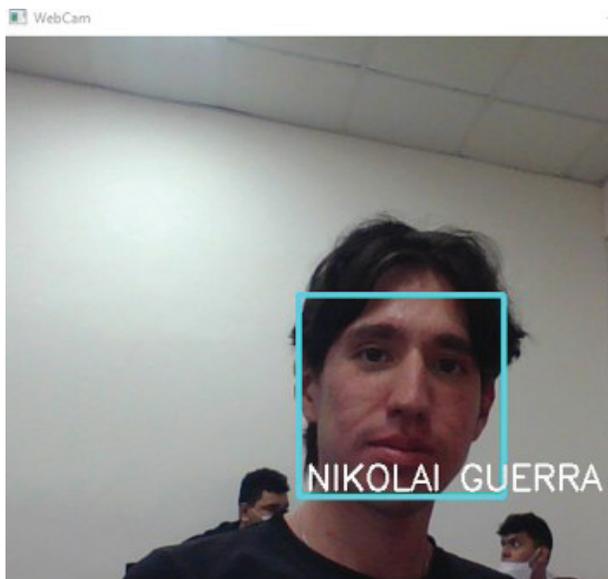


Figura 7. Reconocimiento facial de un estudiante.

En el cuadro.1 se puede observar las pruebas que se hicieron con los tres sujetos (estudiantes), en la columna de frontal se puede observar que el programa reconoció a todas las personas, esto era lo esperado, ya que las fotos eran en perspectiva frontal, por otra parte, se puede observar que en las perspectivas laterales el programa nunca fue capaz de reconocer a las personas.

Cuadro 1. Resultados de Ejecución.

	Estudiante	Frontal		Lateral Derecha		Lateral Izquierdo	
		Aciertos	Fallos	Aciertos	Fallos	Aciertos	Fallos
1	Nikolai Guerra	5	0	0	5	0	5
2	Jeisson Paredes	5	0	0	5	0	5
3	Edwar Gonzalez	5	0	0	5	0	5



Figura 8. Reconocimiento facial con complementos.

En la figura 8 se puede observar otros aspectos, como que el programa era capaz de reconocer a personas que contaban con la mascarilla un poco por debajo de la nariz, gorras y lentes.

Como trabajo a futuro se podría actualizar el programa de manera de que sea capaz de crear un Excel más sofisticado, es decir que el programa pueda crear un documento completo con cada semana del semestre en un *Sheet* diferente y que se muestre un resumen de datos con respectivos gráficos en cada una de ellas.

Por otra parte, se podría implementar el programa en Arduino o Raspberry para de esta manera lograr un prototipo más compacto, sin necesidad de utilizar una computadora para realizar la función. Además, de agregar fotos en las diferentes vistas de cada persona para que el programa no tenga limitaciones al momento de reconocer las personas, de cualquier ángulo.

En figura 9 se puede observar cómo durante la ejecución el programa no es capaz de reconocer a una persona por su perfil, este error se puede solucionar insertando fotografías de los laterales de los rostros al repositorio imágenes.

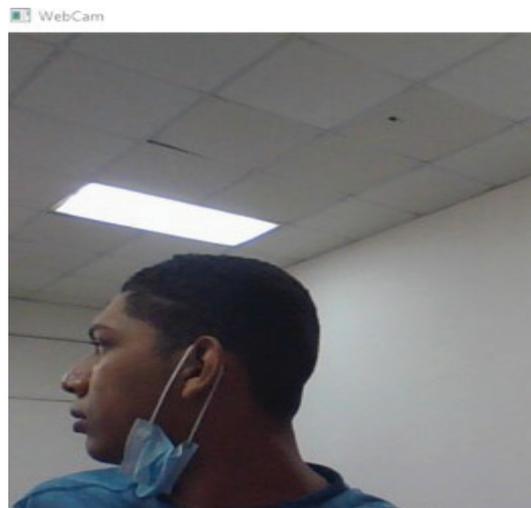


Figura 9. Reconocimiento Nulo de Perfil.

PLANTILLA DEL REGISTRO DE ASISTENCIA_BETA						
NOMBRES	2022-06-6	2022-06-7	2022-06-8	2022-06-9	2022-06-10	%
1 Edwar Gonzalez	1	1	1	1	1	100%
2 Jeisson Paredes	1	0	1	0	0	40%
3 Nikolai Guerra	0	0	1	0	1	40%

Figura 10. Tabla de Registro de Asistencia.

En la figura 10 se puede observar el documento Excel automatizado luego de ejecutar el programa durante una semana de clases.

Conclusiones

En este proyecto se realizó un sistema automatizado para crear un registro de asistencia en las aulas de clases, los estudiantes solo necesitaran colocar su rostro frente a la cámara y el sistema generará un cuadro en el cual mostrará su nombre, confirmando así que ha sido identificado y siendo agregado a la lista de asistencia, para ello se necesita una cámara web y

una computadora con la cual se ejecutara el programa, disminuyendo el tiempo que se emplea en tomar la asistencia, esto en comparación con otros métodos utilizados como lo son: firmar una lista de asistencia o llamar por su nombre a cada estudiante.

Agradecimiento

A la Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá, por el financiamiento parcial para el desarrollo del proyecto. La Dra. Lilia Muñoz y el Dr. Vladimir Villarreal son miembros del Sistema Nacional de Investigación de la SENACYT.

Referencias

- [1] Lara-Jacho Steven Luis Orlando Albarracín-Zambrano & Dionisio Vitalio Ponce-Ruiz, "Prototipo de reconocimiento facial para mejorar el control de asistencia de estudiantes en UNIANDES, Quevedo", Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, agosto de 2020. Accedido el 14 de mayo de 2022. [En línea]. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7608931>
- [2] D. A. Caro Barranco y A. C. López Roncancio, "Sistema inteligente para el registro de asistencia basado en procesamiento digital de imágenes y redes neuronales convolucionales", UniNorte, octubre de 2018. Accedido el 14 de mayo de 2022. [En línea]. Disponible: <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/8485#page=1>
- [3] L. M. Arroyo D. Alonso B. Rivera and M. Humberto, "Modelo tecnológico de reconocimiento facial para la identificación de pacientes en el sector salud", Repositorio Académico UPC, 2019. Accedido el 14 de mayo de 2022. [En línea]. Disponible: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/648832>
- [4] Alonso-Sierra J. D. & Castaño-Saavedra D. L., "Sistema de reconocimiento facial para control de acceso a viviendas", Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia, 2019. Accedido el 14 de mayo de 2022. [En línea]. Disponible: <https://hdl.handle.net/10983/24032>
- [5] Python Software Foundation. "Download python". Python.org. <https://www.python.org/downloads/> (accedido el 1 de junio de 2022).
- [6] OpenCV team. "Releases - OpenCV". OpenCV. <https://opencv.org/releases/> (accedido el 1 de junio de 2022).
- [7] NumPy. "NumPy". NumPy. <https://numpy.org> (accedido el 1 de junio de 2022).
- [8] CMake. "Download | CMake". CMake. <https://cmake.org/download/> (accedido el 1 de junio de 2022).
- [9] "Dlib C++ library". dlib C++ Library. <http://dlib.net> (accedido el 1 de junio de 2022).
- [10] Python Software Foundation. "Face-recognition". PyPI. <https://pypi.org/project/face-recognition/> (accedido el 1 de junio de 2022).
- [11] Microsoft. "Visual studio code - code editing". Visual Studio Code. <https://code.visualstudio.com> (accedido el 11 de junio de 2022).
- [12] Microsoft. "Descargar visual studio tools: Instalación gratuita para windows, mac, linux". Visual Studio. <https://visualstudio.microsoft.com/es/downloads/> (accedido el 1 de junio de 2022).
- [13] "Megan Fox ya es mamá". Atlántico. <https://www.atlantico.net/articulo/gente/megan-fox-mama/20121020143109198639.html> (accedido el 7 de junio de 2022).
- [14] Openpyxl. "Openpyxl". openpyxl. <https://openpyxl.readthedocs.io/en/stable/> (accedido el 9 de junio de 2022). Megan fox". Vía País. <https://viapais.com.ar/via-libre/megan-fox-poso-entre-petalos-de-rosas-y-transparencias-siempre-quise-parecer-una-baraja-de-tarot/> (accedido el 10 de junio de 2022).
- [15] Elizabeth olsen". Pinterest. <https://www.pinterest.com/pin/elizabeth-olsen--132011832816623967/> (accedido el 10 de junio de 2022).
- [16] A. Geitgey. "Machine learning is fun! Part 4: Modern face recognition with deep learning". <https://medium.com/@ageitgey/machine-learning-is-fun-part-4-modern-face-recognition-with-deep-learning-c3cfc121d78> (accedido el 10 de junio de 2022).
- [17] M. Young, The Technical Writer's Handbook. Mill Valley, CA: University Science, 1989.



Sistema para la Automatización del Registro de Asistencia en las aulas de clases

Jeisson Paredes, Dariend Del Cid, Edwar Gonzalez

Licenciatura en Ingeniería de Sistemas y Computación, Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales



Resumen

Este proyecto fue realizado con el objetivo de desarrollar un programa que implementara reconocimiento facial utilizando como lenguaje de programación Python con la capacidad de reconocer a los estudiantes o profesores que ingresan al salón de clases. Sólo colocando su rostro frente a la Webcam, en la pantalla se mostrará un recuadro azul alrededor del rostro del estudiante y mostrará su nombre

Introducción

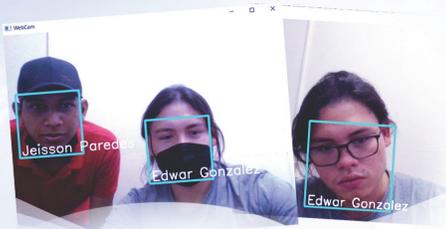
Actualmente, no existe una forma establecida para registrar la asistencia en los salones de clases, por lo que cada profesor opta por seguir su método. Aplicando el reconocimiento de patrones se puede desarrollar un sistema que sea capaz de automatizar el registro de asistencia de los estudiantes.

Nuestra propuesta consiste en desarrollar un sistema autónomo que sea capaz registrar la asistencia de un salón, mediante el reconocimiento de rostros de los estudiantes.

Resultados

El prototipo fue capaz de reconocer a los estudiantes en el 100% de los casos cuando los estudiantes se colocaban frontalmente a la cámara, en los casos en que los estudiantes se colocaban de perfil el reconocimiento fue nulo ya que en el repositorio de imágenes sólo hay imágenes en perspectiva frontal.

Durante la ejecución se observaron otros aspectos, el programa era capaz de reconocer a personas que contaban con la mascarilla un poco por debajo de la nariz, gorras y lentes.



Materiales y Método

Materiales

- Una cámara Web
- Python 3.7.0
- (Librerías) OpenCV, Face-recognition, entre otras
- Un IDE, para este caso Visual Studio Code
- Microsoft Excel

Método

En resumen se podría indicar que el desarrollo de nuestro sistema tomó dos fases, en la primera, utilizando OpenCv y face-recognition se desarrolló un código capaz de comparar, ubicar y reconocer rostros captados por una WebCam.

La segunda fase consistió en el manipulación de datos, en esta se crearon funciones que daban formato e insertaban datos en un documento Excel en donde principalmente se podría ver el registro de asistencia semanal en cuestión.

Resultados de Pruebas

Estudiante	frontal		Lateral Derecha		Lateral Izquierda	
	Aciertos	Fallos	Aciertos	Fallos	Aciertos	Fallos
1 Nikolai Guerra	5	0	0	5	0	5
2 Jeisson Paredes	5	0	0	5	0	5
3 Edwar Gonzalez	5	0	0	5	0	5

Resultados del registro

#	NOMBRES	REGISTRO DE ASISTENCIA DE UNA SEMANA							%
		LJ	VI	VI	DI	VI	SA	DO	
1	Edwar Gonzalez		1		1				5%
2	Jeisson Paredes		1						3%
3	Nikolai Guerra								0%

SEMANA #1

Luego de ejecutar el programa durante 2 días de la semana, se insertaron los unos que indican asistencia en las celdas correspondientes en el documento que se generó en la primera ejecución.

Conclusión

En este proyecto se realizó un sistema automatizado para crear un registro de asistencia en las aulas de clases, los estudiantes solo necesitaran colocar su rostro frente a la cámara y el sistema generara un cuadro en el cual mostrara su nombre, confirmando así que ha sido identificado y siendo agregado a la lista de asistencia, para ello se necesita una cámara web y una computadora con la cual se ejecutara el programa, disminuyendo el tiempo que se emplea en tomar la asistencia, esto en comparación con otros métodos utilizados como lo son: firmar una lista de asistencia o llamar por su nombre a cada estudiante.

Agradecimiento

Le agradecemos a Adam Geitgey por su artículo "Machine Learning is Fun! Part 4: Modern Face Recognition with Deep Learning" el cual fue una base para la generación de este proyecto por otra parte le damos las gracias al profesor Vladimir Villarreal por guiarnos en el desarrollo del artículo, y a Nikolai Guerra por brindarse como sujeto de prueba para las ejecuciones.

Referencias

- A. Geitgey. "Machine learning is fun! Part 4: Modern face recognition with deep learning". <https://medium.com/@ageitgey/machine-learning-is-fun-part-4-modern-face-recognition-with-deep-learning-c3ffc121d7f8> (accedido el 10 de junio de 2022).
- Python Software Foundation. "Face-recognition". PyPI. <https://pypi.org/project/face-recognition/> (accedido el 1 de junio de 2022).
- OpenCV team. "Releases - OpenCV". OpenCV. <https://opencv.org/releases/> (accedido el 1 de junio de 2022).