

REVISTA ODIGOS



CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Y CIENCIAS EXACTAS

Vol. 4 Num. 3
2023
OCTUBRE ENERO



Universidad
Israel

DOAJ DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS



CONTENIDO

5 Página legal

7 EDITORIAL
Mg. Renato M. Toasa
Editor de la Revista ODIGOS

9 Diagnosis of the power quality in the welding warehouse of the company CIAUTO Cia. Ltda.
Jaime Efraín Pérez López
Franklin Hernán Vásquez Teneda
Carlos Iván Quinatoa Caiza

31 Salas de escape virtual para mejorar la comprensión lectora en alumnos de educación general básica
Evelin Aracely Chacon Pallasco

49 Estudio en la Matemática I para describir debilidades en sus aprendizajes como un diagnóstico preliminar
Alberto Tirado Sanabria
Giselle Núñez Núñez

69 Tecnología de Internet de las Cosas en el monitoreo de cultivos agrícolas
Martín Carlos Abad Alay
María Alejandra Méndez García
Orlando Ramiro Erazo Moreta



95

Uso de dispositivos de bajo costo como alternativa para la implementación de IDS en las pymes

Edgar Mauricio Lopez Rojas
Alexander Larrahondo Núñez
Rosa Gabriela Camero Berrones
Anderson Fabian Ferrucho Pérez

114

NORMAS DE PUBLICACIÓN
REVISTA ODIGOS



PÁGINA LEGAL

EDITOR GENERAL

Mg. Paúl Francisco Baldeón Egas
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

EDITOR REVISTA ODIGOS

Mg. Renato Mauricio Toasa Guachi
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

COMITÉ EDITORIAL

PhD. Victor Hugo Andaluz Ortiz
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador
PhD. David Raimundo Rivas Lalaleo
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador
PhD(c). César Leonardo Guevara Gordillo
Universidad Técnica Federico Santa María, Chile
PhD(c). John Reyes Vasquez
Universidad Técnica de Ambato, Ecuador
PhD(c). José Luis Varela Aldás
Universidad Tecnológica Indoamerica, Ecuador
PhD(c) . Fernando A. Chicaiza
Universidad Nacional de San Juan, Argentina
PhD(c). Christian Carvajal
Universidad Nacional de San Juan, Argentina
PhD(c). Javier Santiago Vargas Paredes
Universidad de Chile, Chile
M.Sc. Cristian Mauricio Gallardo Paredes
Universidad Politécnica de Tomsk, Rusia
M.Sc. Flores García Yolanda Graciela
Universidad Politécnica de Tomsk, Rusia
Mg. David Omar Guevara Aulestia
Universidad Técnica de Ambato, Ecuador
MSc. Nataly Pozo Viera
Universidad San Francisco de Quito, Ecuador
MSc. Juan Pablo Guevara Gordillo
Universidad Central del Ecuador, Ecuador
MSc. Carlos Alfredo Silva Villafuerte
Universidad Técnica de Manabí , Ecuador
MSc. Christhel Alejandra Andrade Díaz
Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
MSc. Darwin Stalin Ramirez Supe
Universidad Internacional de la Rioja, España
Mg. Estefanía de las Mercedes Zurita Meza
Instituto Tecnológico Superior Pelileo, Ecuador
MSc. Edgar Fabián Rivera Guzmán
Instituto Tecnológico Superior Oriente, Ecuador
Mg. Edison Andrés Gómez Reyes
Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Ecuador
Mg. David Martínez Villacrés
Universidad de Guayaquil, Ecuador
MSc. Francisco Javier Galora Silva
Universidad Internacional de la Rioja, España
MSc. Mauricio Xavier López Flores



Universidad Internacional de la Rioja, España
MSc. Elvis Román López Flores
Universidad Internacional de la Rioja, España
MSc. Juan Carlos Barrera León
Instituto Politécnico de Leiria, Portugal

**GESTIÓN DE LA REVISTA
ELECTRÓNICA
RESPONSABLE DE ESTILO**

Mg. Paúl Francisco Baldeón Egas
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador
Lcda. Carla Cristina Florez
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

CORRECTOR

Carlos A. Scarabelli
Editor por la Universidad de Buenos Aires, Argentina

**RESPONSABLE DE DISEÑO,
MAQUETACIÓN Y
DIAGRAMACIÓN**

Mg. José Alejandro Vergelín Almeida
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

**RESPONSABLE
PROGRAMADOR**

Ing. Carlos Alberto Rivadeneira Proaño
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

PERIODICIDAD DE PUBLICACIÓN - CUATRIMESTRAL

ENTIDAD EDITORA

Universidad Tecnológica Israel
Dirección: Marieta de Veintimilla E4-142 y Pizarro, Quito
Código postal EC-170522
editorial@uisrael.edu.ec - Teléfono: (02) 255-5741 ext. 113

EDITORIAL

Nos complace presentar el número 3, volumen 3 de la Revista ODIGOS, el tercer y último del año 2023. En esta ocasión se pone a disposición de toda la comunidad científica y académica 05 trabajos científicos que son resultado de investigaciones elaboradas con alta rigurosidad científica y metodológica, y que aportan significativamente a diversas áreas del conocimiento.

Como en todas nuestras publicaciones, los trabajos presentados han pasado por un proceso de selección, arbitraje, corrección y edición, que van en correspondencia con las líneas aprobadas por la Universidad Tecnológica Israel, entidad editora de nuestra revista.

En este contexto, los trabajos que se presentan son:

“Diagnóstico de la calidad de energía en la nave de soldadura de la empresa CIAUTO Cia. Ltda” es el título del primer artículo que se presenta, en este trabajo, los autores realizan un diagnóstico de la calidad de energía en la nave de soldadura de la empresa CIAUTO Cía. Ltda., siguiendo la regulación ecuatoriana No. ARCERNNR -002/20. Los parámetros eléctricos se analizan en función a la calidad del producto y al consumidor. Los resultados demuestran que el factor de potencia se sitúa por debajo de 0.92, lo que indica una ineficiente utilización de la energía eléctrica.

El segundo trabajo publicado lleva por nombre *“Salas de escape virtual para mejorar la comprensión lectora en alumnos de educación general básica”*, en el cual propone las salas de escape virtual como estrategia de gamificación para potenciar habilidades para la comprensión lectora en alumnos de educación general básica, los resultados alcanzados demuestran un bajo nivel de comprensión lectora en Ecuador, de acuerdo a la información proporcionada de las evaluaciones PIACC, puesto que arrojó un puntaje menor en comparación con otros países.

Por otra parte, los autores de *“Estudio en la Matemática I para describir debilidades en sus aprendizajes como un diagnóstico preliminar”* pretenden definir las bases para un diseño curricular de Matemática I en carreras de ingeniería en procura de mejorar la acción del docente, el trabajo consta de un estudio de campo en docentes que dictan o han dictado la materia en diferentes carreras; además de estudiantes de avanzada, para indagar sobre la enseñanza y los aprendizajes obtenidos que recuerdan. Los resultados demuestran que existe una debilidad en la didáctica actual de la asignatura, dando apertura a nuevas propuestas educativas.



Mientras que en “*Tecnología de Internet de las Cosas en el monitoreo de cultivos agrícolas*”, se presenta un análisis sistemático para extraer datos sobre sistemas IoT (Internet de las Cosas) enfocados en monitorizar cultivos agrícolas. Como resultados, se encontraron varias decenas de tipos de datos que recolectan los dispositivos como parámetros ambientales y características del suelo. Todos estos datos ayudan en la caracterización de los sistemas IoT de interés y pueden servir de base para desarrollar otros.

Finalmente, el último trabajo: “*Uso de dispositivos de bajo costo como alternativa para la implementación de IDS en las pymes*”, los autores proponen el uso de dispositivos de bajo costo para implementar un IDS (Sistema de detección de intrusos), ya que convierte en una excelente alternativa tecnológica, con las mismas características, servicios y ventajas de un sistema de detección de intrusos comercial, reduciendo la desigualdad tecnológica que afecta el desarrollo comercial y económico de las pymes.

El impacto de estas investigaciones, dentro de la comunidad científica, permitirá replantear modelos y herramientas para generar propuestas de intervención que contribuyan con la solución de ciertos problemas existentes en la sociedad, relacionados con los temas aquí tratados.

De esta manera, dejamos a disposición de los lectores este material de transferencia y difusión del conocimiento.

Mg. Renato M. Toasa
Editor de la Revista ODIGOS

Diagnosis of the power quality in the welding warehouse of the company CIAUTO Cia. Ltda.

Diagnóstico de la calidad de energía en la nave de soldadura de la empresa CIAUTO Cia. Ltda.

Date of receipt: 2023-05-29 • Date of acceptance: 2023-07-14 • Date of publication: 2023-10-10

Jaime Efraín Pérez López¹

Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador

jaime.perez4296@utc.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-3993-9001>

Franklin Hernán Vásquez Teneda²

Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador

franklin.vasquez@utc.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2442-4348>

Carlos Iván Quinatoa Caiza³

Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador

carlos.quinatoa7864@utc.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6369-7480>

ABSTRACT

In this article a diagnosis of the power quality in the welding hall of the company CIAUTO Cía. Ltda. is carried out, following the Ecuadorian regulation No. ARCERNNR - 002/20. The electrical parameters are recorded with the FLUKE 435-II and analyzed according to the quality of the product and the consumer. The results reveal that the power factor is below 0.92, indicating inefficient use of electrical

energy. In the evaluation of the quality of the product, it is observed that the voltage remains within the established limits, although it decreases considerably during working hours, on the other hand, the Flicker does not meet the standard, also the individual harmonic distortion specifically in the fifth harmonic 20% of variables recorded exceed 5%, unlike the total harmonic voltage distortion (THD) that meets the regulation. Likewise, an analysis of the quality in relation to the consumer is performed, revealing alarming levels of current consumption that exceed the nominal levels of the 800 kVA transformer at 325 A, also 90% of individual current harmonics greatly exceed the limits and the total demand distortion (TDD) has records of harmonics up to 80.04%. Finally, it is determined that the power quality in the welding hall of CIAUTO Cía. Ltda. presents deficiencies in power factor, Flicker and harmonic distortion. These results highlight the need to take measures to improve energy efficiency and ensure power quality for both the product and the consumer.

KEYWORDS: electrical diagnostics, power quality, voltage, current, harmonics

RESUMEN

En este artículo se efectúa un diagnóstico de la calidad de energía en la nave de soldadura de la empresa CIAUTO Cía. Ltda., siguiendo la regulación ecuatoriana No. ARCERNR - 002/20. Los parámetros eléctricos se registran con el FLUKE 435-II y se analizan en función a la calidad del producto y al consumidor. Los resultados revelan que el factor de potencia se sitúa por debajo de 0.92, lo que indica una ineficiente utilización de la energía eléctrica. En la evaluación de la calidad del producto, se observa que el voltaje se mantiene en los límites establecidos, aunque disminuye considerablemente en el horario de trabajo, por otro lado, el flicker no cumple la norma, también la distorsión armónica individual específicamente en el quinto armónico el 20% de variables registradas superan el 5%, a diferencia de la distorsión armónica total de voltaje (THD) que cumple la regulación. Asimismo, se realiza un análisis de la calidad en relación al consumidor, revelando niveles alarmantes de consumo de corriente que superan los niveles nominales del transformador de 800 kVA en 325 A, también el 90% de armónicos de corriente individual exceden ampliamente los límites y la distorsión de demanda total (TDD) tiene registros de armónicos de hasta el 80.04%. Finalmente, se determina que la calidad de energía en la nave de soldadura de CIAUTO Cía. Ltda. presenta deficiencias en el factor de potencia, flicker y distorsión armónica. Estos resultados resaltan la necesidad de tomar medidas para mejorar la eficiencia energética y garantizar la calidad de energía tanto para el producto como el consumidor.

PALABRAS CLAVE: diagnóstico eléctrico, calidad de energía, voltaje, corriente, armónicos

Introduction

Electric power supply is widely used by a variety of industrial and domestic consumers around the world (Popa, 2022). In the last decade, Ecuador has experienced a significant increase in its population, which has driven the development of the Ecuadorian Electricity System. This system plays a crucial role in ensuring the supply of energy to meet an ever-growing demand (Abril et al., 2023). Power quality (PQ) analyzes the variety of electromagnetic phenomena in electrical networks, in a facility is affected by the presence of electrical disturbances that can affect the voltage, current or frequency that are generated in the power plants, distribution system or user facilities (Cai et al., 2019). The use of devices with non-linear loads such as: welding, furnaces, variable frequency drives (VFD), flexible AC transmission (FACTS) and power electronic converters are the main cause of disturbances in electric power systems (Khetarpal & Tripathi, 2020). Poor power quality causes incorrect operation of the loads, or even damage that generates interruptions in the manufacturing processes. It should be emphasized that the current equipment that makes up the electrical system are more sensitive to electrical variations, for this reason, it is necessary to perform periodic measurements of the PQ to reduce maintenance costs and extend the service time of the equipment (Ojo et al., 2019; Polo et al., 2017).

The researchers Campaña et al. (2023) state that the increase in demand in the different power electric systems (PES) has a negative impact on voltage stability, reliability and quality of power supply. While Vitaliy et al. (2019) determined statistical characteristics of the power quality indicators and distortion curves, Vizúete et al. (2019) analyzed the causes of low-quality voltage supply based on voltage parameters, harmonics, voltage flicker, average voltage and power factor. In the study, they determined that installing voltage regulators improved energy efficiency in the analyzed company. The investigation of Karmaker et al. (2019) stated that the large number of electric vehicles charging stations that are integrated into the electrical grid produce harmonics, voltage drop and increase and loss of power.

Power quality is determined based on the indicators evaluated at the point of delivery by the distribution company, such as: voltage level, fast voltage disturbance (Flicker), harmonic voltage distortion and voltage unbalance. On the other hand, it is important to highlight that end users can negatively affect the electrical network by not complying with the regulatory limits established for harmonic current distortion, which can alter the correct operation of the electrical system (Espín, 2022).

The quality of the power system supply is subject to different evaluation standards to verify amplitude and frequency variations (Martínez-Rodríguez et al., 2019). There are specialized institutions that establish different procedures for auditing electrical quality, such as: IEEE, IEC, EN-50160, EN-61000 (Martínez et al., 2022). In Ecuador, Regulation No. ARCERNR - 002/20 establishes PQ indicators and limits, in addition to defining procedures for registration, measurement and evaluation, both for distribution utilities and users (Iñiguez-Morán et al., 2023).

1.1 Regulation ARCERNNR-002/20

Quality attributes focused on the product and the consumer, established in section 5.1.1 and 5.2 of the regulation ARCERNNR 002/20, are described. Product quality is determined by considering the voltage level, fast voltage disturbances (flicker) and harmonic voltage distortion. The quality of the consumer is evaluated by measuring the harmonic current distortion. The mathematical models related to the quality parameters are presented in equations 1, 2, 3, 4 and 5.

$$\Delta V_k = \frac{V_k - V_n}{V_n} \times 100 \text{ [%]} \quad (1)$$

$$P_{st} = \sqrt{0.0314P_{0.1} + 0.0525P_1 + 0.0657P_3 + 0.28P_{10} + 0.08P_{50}} \quad (2)$$

$$V_{h,k} = \sqrt{\frac{1}{200} \sum_{i=1}^{200} (V_{h,i})^2} \quad (3)$$

$$THD_k = \left[\frac{1}{V_{h,1}} \sqrt{\sum_{h=2}^{50} (V_{h,k})^2} \right] \times 100 \text{ [%]} \quad (4)$$

$$I_{h,k} = \sqrt{\frac{1}{200} \sum_{i=1}^{200} (I_{h,i})^2} \quad (5)$$

$$TDD_k = \left[\frac{1}{I_{h,1}} \sqrt{\sum_{h=2}^{50} (I_{h,k})^2} \right] \times 100 \text{ [%]} \quad (6)$$

Where: ΔV_k : supply voltage variation with respect to nominal voltage at point k ; P_{st} : short duration flicker severity index; $V_{(h,k)}$: voltage harmonic h at interval k of 10 minutes; THD_k : total harmonic voltage distortion; $I_{(h,k)}$: current harmonic h at point k every 10 minutes; TDD_k : total current harmonics (ARCERNNR, 2023).

In the case of low voltage, the following requirements are established to ensure product quality: the voltage must be within $\pm 8\%$ of the nominal voltage, the flicker must not exceed unity, the maximum allowable limit for individual harmonic voltage distortion is 5%, and the total harmonic voltage distortion must not exceed 8%.

On the other hand, in order to guarantee consumer quality, the corresponding limits are presented in *Table 1*. It is important to highlight that, in the case of even harmonics, a limit equivalent to 25% of the even value is established.

Table 1*Odd Current Harmonic Distortion*

<i>I</i>	$3 \leq h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	TDD
<20	4.0	2.0	1.5	0.6	5.0
20<50	7.0	3.5	2.5	1.0	8.0
50<100	10.0	4.5	4.0	1.5	12.0
100<1000	12.0	5.5	5.0	2.0	15.0

To obtain accurate parameters and analyze the power quality properly, it is necessary to perform the measurement at the common point of coupling (PCC). The network analyzer used must comply with IEC 61000-4-7 or IEC-61000-4-30.

The measurement must be carried out for at least 7 consecutive days, using 10-minute sampling intervals. In order to comply with the established electrical quality parameters, 95% of the records collected during this sampling period must comply with the limits defined in this section.

1.2 Problem

In the vehicle assembly process at CIAUTO Cia. Ltda, the use of electrical equipment is common, which involves a consumption of electrical energy that has a direct impact on the quality of supply. The persistence of these electrical problems can cause uncontrolled consequences in the future, directly affecting production and causing permanent damage to the equipment.

In this context, the need arises to carry out a diagnosis of the electrical quality in the welding shop of the company CIAUTO Cia. Ltda, where Great Wall vehicle chassis are assembled by welding. Over the years, this brand has experienced an increase in sales, which has necessitated a greater demand for electrical energy to assemble more vehicles.

For the diagnosis of electrical quality, this article follows the guidelines established in the Ecuadorian Regulation No. ARCERNNR - 002/20. Also, the methodology used is described and the results of the measurements of various electrical parameters are presented, such as voltage level, flicker, voltage and current harmonic distortion, considering up to the thirtieth harmonic component. The objective is to verify the power quality in relation to both the product and the consumer in order to know the current situation of the different electrical variables in the welding area.

In addition, the active power supplied to the equipment installed in the welding hall and the power factor will be monitored to characterize the energy consumption. Finally, the detailed analysis of the results obtained and the conclusions reached in the framework of this research are presented.

Methodology

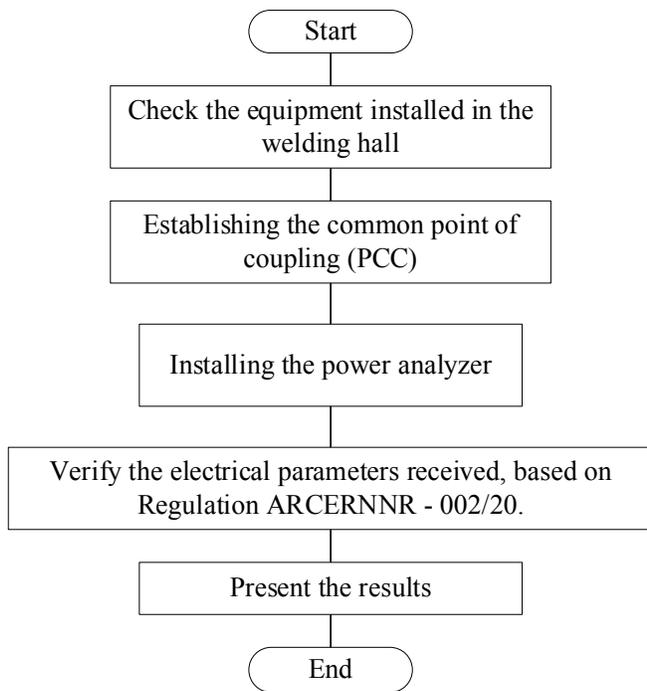
The study of power quality in the welding shop of CIAUTO Cía. Ltda. is carried out using the Work Breakdown Structure (WBS) methodology. This methodology allows breaking down projects into

individual parts, which facilitates their management, thus establishing the limits and scope of the project (Mañay et al., 2022).

The methodology is segmented into: direct observation of the low voltage system, identification of the loads installed in the welding hall, measurement and analysis of the power quality. *Figure 1* shows the procedure of the study carried out.

Figure 1

Power Quality Study Procedure



2.1. Description of the industry

CIAUTO Cia. Ltda. is an Ecuadorian company located in the city of Ambato, in the province of Tungurahua. In 2013, it began operations assembling Great Wall vehicles. It has body welding lines for SUVs, pickup trucks and pickup buckets (Ciauto, 2023). *Figure 2* shows the location of the company.

Figure 2

Location CIAUTO, "The City of the Car"



2.2 Welding hall

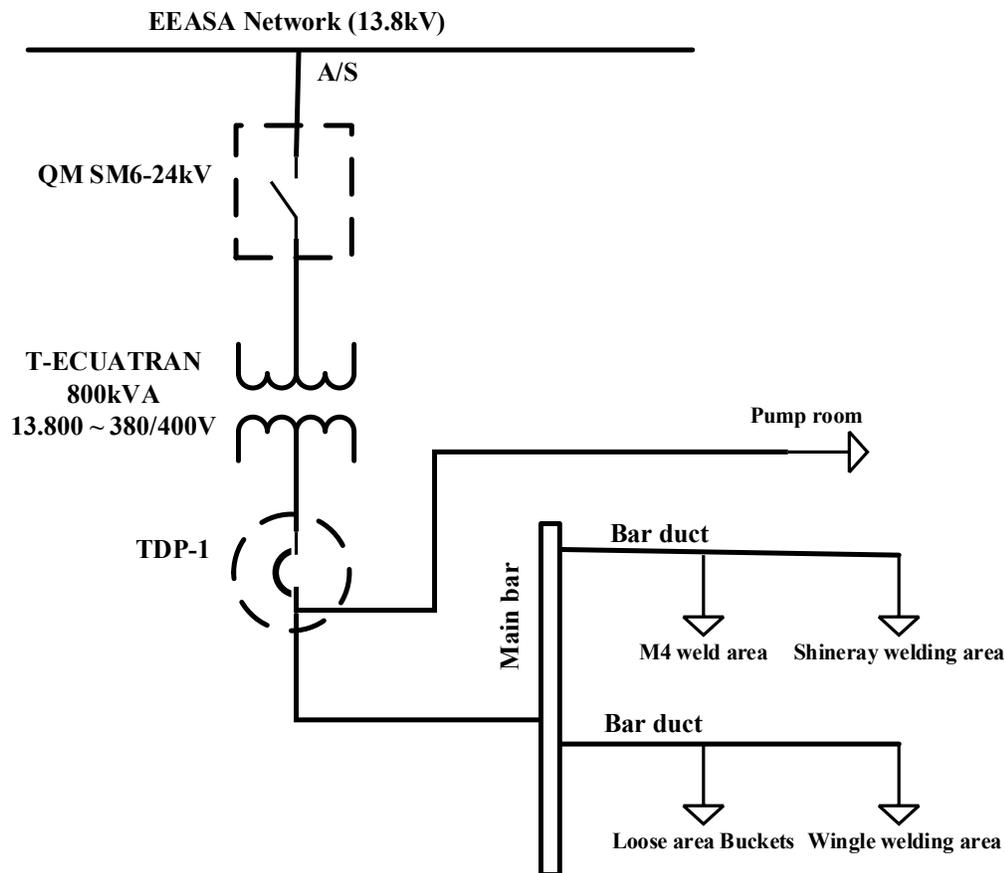
In the welding hall, the parts of the vehicles are joined by means of welding. In this hall, the installed equipment is identified and information is collected.

The electric power supply to the welding hall comes from the distribution company EEASA, through a medium voltage primary feeder of 60 Hz at 13800 V/33.36 A, which leads through the protection cell to the 800 kVA transformer that lowers the voltage level to 380 V and 1215.47 A on the secondary side.

A total of 87 units are installed in the welding hall, of which 99.82% of the installed load is composed of MIC welding (2 units), low frequency welding (40 units) and medium frequency welding (20 units), with an installed capacity of 12,844.8 kW and 16,056 kVA. The remaining percentage of the installed load (0.18%) is distributed among keyboards, water pumps and fans (Espín, 2022). *Figure 3* shows the single-line diagram of the welding area.

Figure 3

Simplified Single-Line Diagram



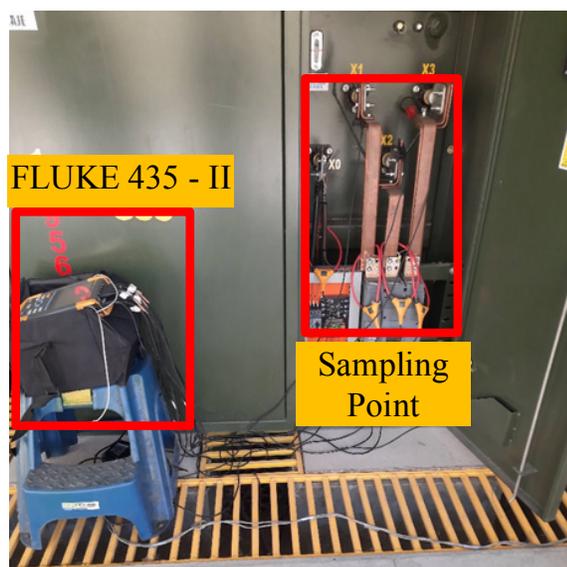
2.3 Measuring instrument

The FLUKE 435 category II analyzer is a tool used to measure various electrical disturbances that are essential for determining power quality. With the help of this analyzer, different samples of active power, power factor, voltage, flicker, current and harmonics are collected in the welding hall of the company CIAUTO Cia. Ltda. *Figure 4* shows the equipment in question.

Figure 4*FLUKE 435-II Quality Analyzer*

2.4 Arrangement of the power quality analyzer

Using the FLUKE 435 category II power quality analyzer as a support tool, electrical parameters were recorded to verify compliance with the operating limits established for power quality in the welding hall, in accordance with Regulation ARCERNR - 002/20. The analyzer was connected to the secondary side terminals of the 800 kVA transformer. Monitoring was conducted under steady-state conditions, at a sampling frequency of 10 minutes, over a 7-day period from October 3 to October 9, 2022. *Figure 5* shows the analyzer in operation.

Figure 5*FLUKE 435-II Analyzer in Operation*

Results

In this section, the results of nine factors recorded in the secondary of the 800 kVA transformer of lines 1, 2 and 3 are presented. The factors analyzed include active power, power factor, voltage, flicker, current and harmonics.

To verify compliance with energy quality standards, the ARCERNNR 002/20 regulation is applied, which establishes that at least 95% of the records in each phase must be within the admissible range. In this regard, a total of 607 data were collected to carry out the corresponding evaluations.

3.1. Characterization of electricity demand

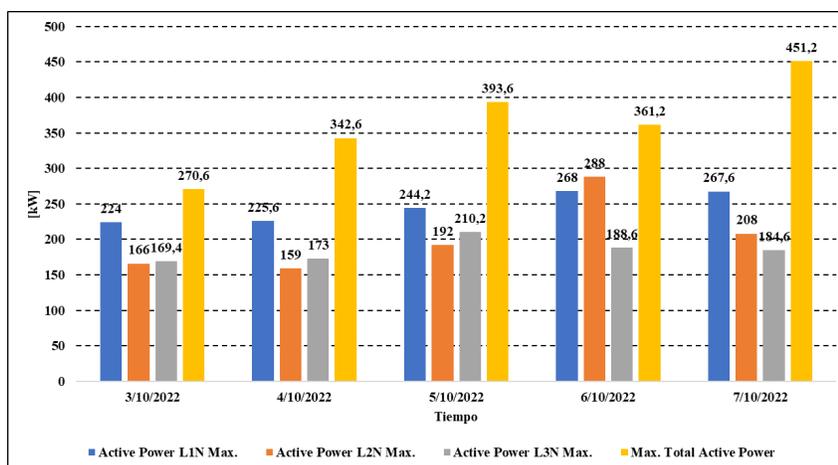
In order to evaluate the current energy demand in the welding hall of CIAUTO Cia. Ltda, a monitoring of the active power and power factor was carried out. First, the maximum demand of the company as a whole was verified, which was recorded at 770 kW.

Figure 6 shows the results of the maximum active power value for each line. Line 1 reaches a maximum of 268 kW, line 2 reaches 288 kW and line 3 with 210.2 kW. In addition, the total maximum consumption recorded is 451.2 kW.

Regarding the results presented, it should be noted that the maximum total power consumption was recorded on October 7, 2022. In addition, it is observed that line 1 is generally overloaded, with the exception of October 6, 2022, where an overload is detected on line 2.

Figure 6

Maximum Active Power



Power factor is a parameter that indicates how efficiently electrical energy is used to generate useful work (Saucedo & Taxis, 2008). A low power factor implies a loss of energy, which translates into an additional cost in the electric bill. Power quality regulations establish that the minimum

value for the power factor is 0.92 (Hernández, 2021). The results of the power factor studied are presented in *Table 2*.

Table 2

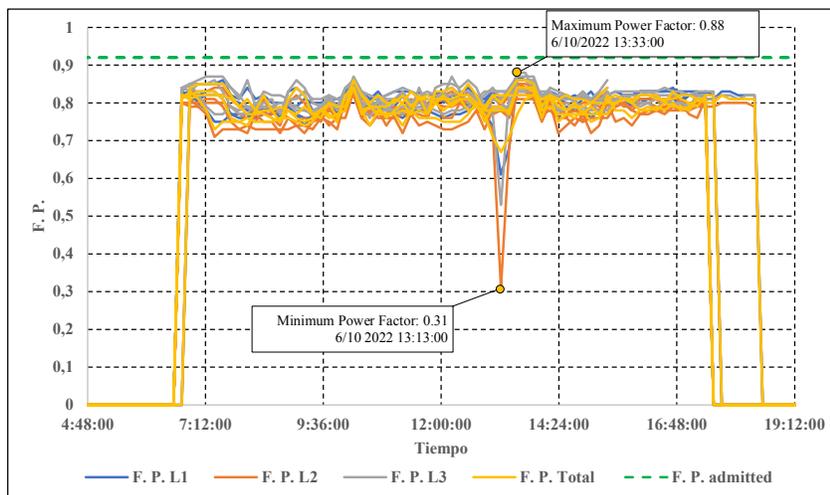
Power Factor Values

Variable analyzed	Maximum reading	Minimum reading
Power factor L1	0.87	0.61
Power factor L2	0.85	0.31
Power factor L3	0.88	0.53
Total power factor	0.86	0.67

It can be observed in *Figure 7*, that the power factor is under the limit of 0.92. The maximum total power factor obtained was 0.86 and a minimum value of 0.67. In addition, a worrying trend was identified on October 6, 2022 at 13:13, where minimum power factor values were recorded on line 1 (0.61), line 2 (0.31) and line 3 (0.53). In conclusion, it can be determined that the power factor is outside the allowed ranges established by the power quality regulation.

Figure 7

Power Factor Trend



3.2 Power quality as a function of the product

According to ARCERNR 002/20, product quality must comply with three main aspects: voltage level, flicker and harmonic voltage distortion.

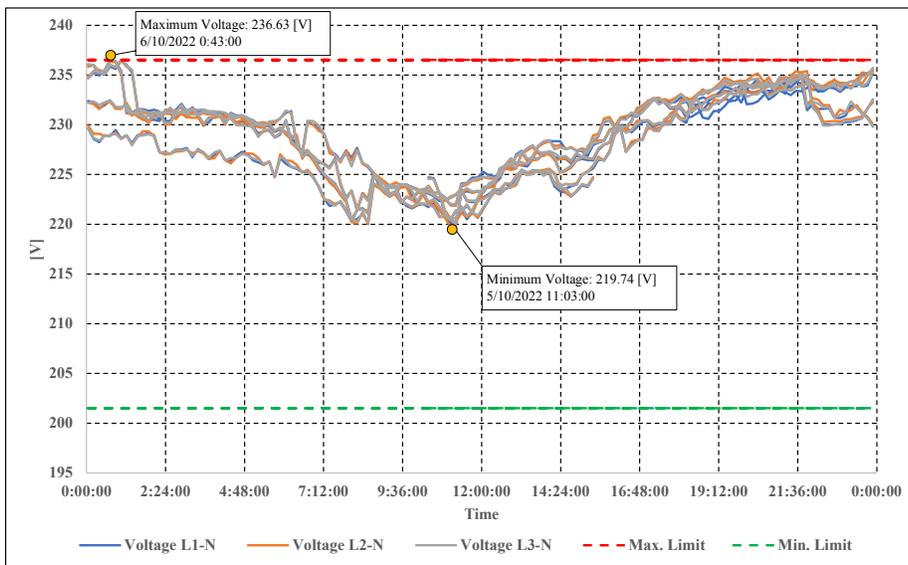
3.2.1. Voltage level

The welding vessel operates at voltage levels corresponding to the low voltage category, which implies that the supply voltage must not exceed $\pm 8\%$ of the nominal voltage.

The nominal voltage between line and neutral is 219 V. According to the regulation, the minimum allowed range is 201.52 V and the maximum range is 236.52 V. *Figure 8* shows a significant decrease in voltage during working hours. It is also concluded that voltage lines L1, L2 and L3 are within the minimum and maximum limits established by regulation ARCERNNR 002/20.

Figure 8

Line Voltage - Neutral



3.2.2. Rapid voltage disturbance (Flicker)

The power quality regulation ARCERNNR 002/20 establishes that the limit for Flicker at the measurement point should not exceed unity. The results of the study are presented in *Table 3*.

Table 3

Flicker Readings

Variable analyzed	Maximum reading	Minimum reading
Flicker L1	2,774	0,058
Flicker L2	3,5	0,06
Flicker L3	2,868	0,059

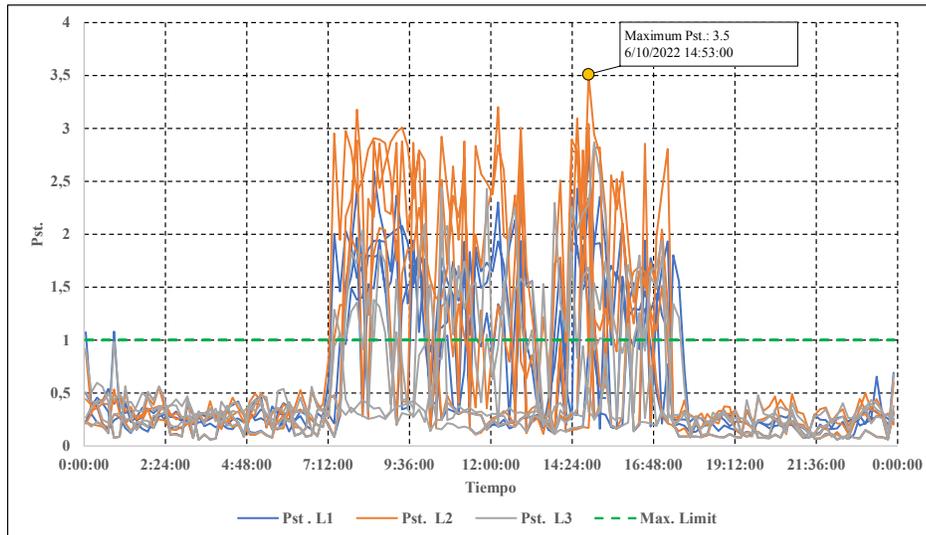
Figure 9 shows the trend of the Flicker readings, from which the following observations can be made:

In line 1, 2 and 3, it was observed that 25%, 27% and 17% of the measurements, respectively, are above unity.

In conclusion, although the largest number (>80%) of readings in lines 1, 2 and 3 are below unity, it does not comply with ARCERNNR 002/20 regulation, which states that at least 95% of the records must be below unity.

Figure 9

Flicker Trends



3.2.3. Harmonic voltage distortion

The ARCERNNR 002/20 regulation establishes that the maximum limit in low voltage for the individual harmonic distortion factor must not exceed 5%, while for the total harmonic voltage distortion factor (THD) it must not exceed 8%.

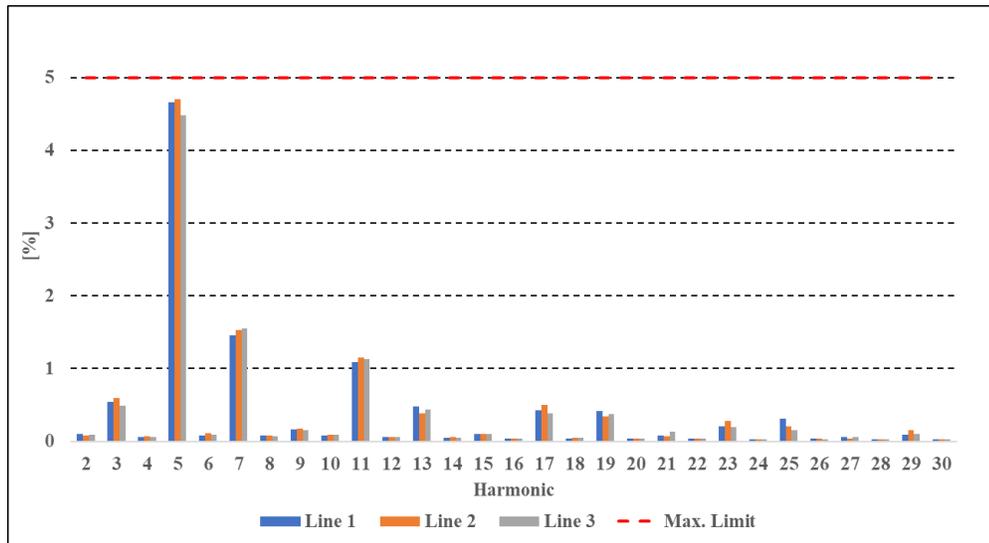
a) Individual harmonic voltage distortion

A comprehensive comparison was carried out using data obtained with the FLUKE 435-II analyzer. In this study, measurements were made up to harmonic 30. Most of the harmonics comply with the requirements established in the regulation, except for harmonic 5. In lines 1, 2 and 3, it was observed that 29%, 31% and 28% of the results, respectively, exceed the 5% limit established for harmonic 5.

Figure 10 shows a general representation of the individual harmonic distortion. Harmonic 5 is the most significant in the three lines analyzed with a value of 4.66% in line 1, while in line 2 it presents a value of 4.7% and in line 3 a value of 4.48% is observed.

Figure 10

Individual Harmonic Voltage Distortion

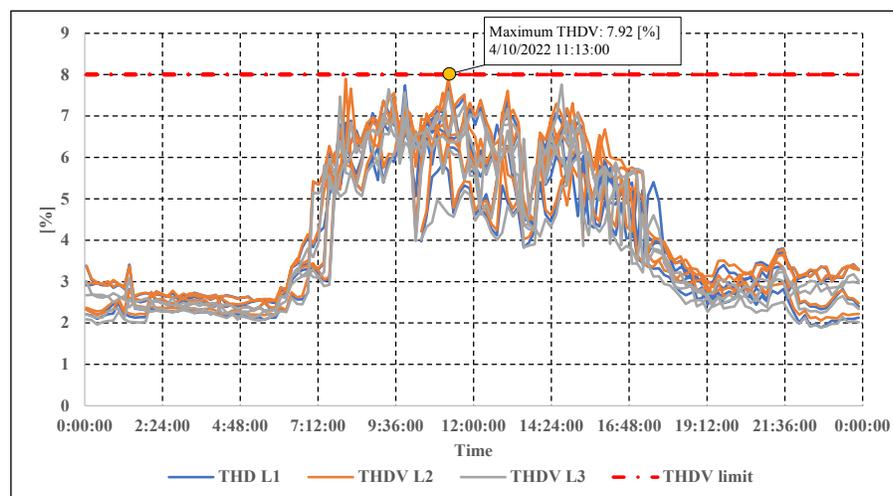


b) Total Harmonic Voltage Distortion (THDV)

The total harmonic distortion at low voltage should not exceed 8%. In *Figure 11* it can be observed that 100% of the analyzed data comply with the requirements established in the ARCERNNR 002/20 regulation. It is important to highlight that the maximum value of the total harmonic was recorded on October 4, 2022 at 11:13, reaching a percentage of 7.92%.

Figure 11

Total Harmonic Voltage Distortion



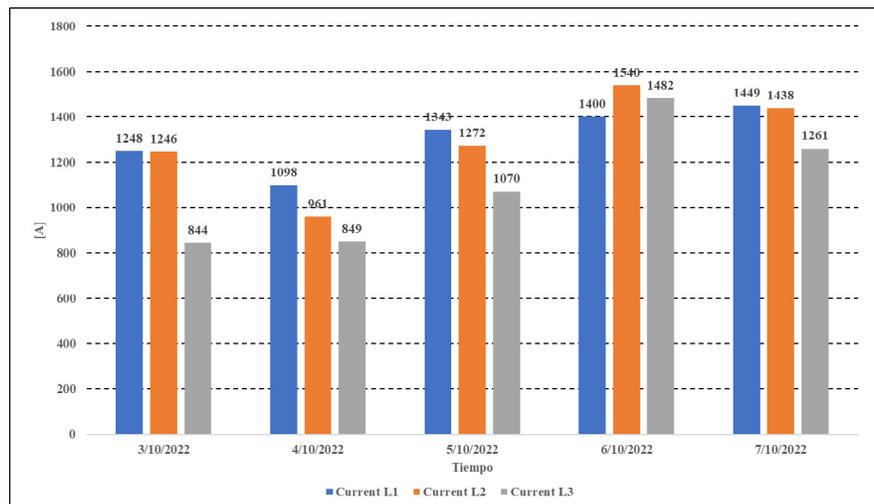
3.3. Energy quality according to the consumer

In this segment the line current in the welding hall is analyzed. It is important to note that the 800 kVA transformer has a rated current of 1215.47 A, while the busbars have a rated current of 1500 A. In Figure 12, it can be clearly seen that the electrical consumption on October 6, 2022 exceeded the established nominal limits. The current of line 1 exceeded by 185 A, the current of line 2 exceeded by 325 A, and line 3 registered an excess of 267 A with respect to the rated current of the transformer. In addition, it is important to note that the current of line 2 exceeded the rated current of the busbars by 40 A.

These results indicate a worrying situation regarding load capacity and measures must be taken to correct and avoid future electrical overloads in the welding hall.

Figure 12

Maximum Recorded Line Currents



3.3.1 Harmonic current distortion

In this part, the electrical quality in the welding hall is analyzed according to the consumer, the individual harmonic distortion and the total harmonic distortion of current up to harmonic 30 are evaluated.

In order to establish the limits of current harmonics, it is necessary to perform mathematical calculations according to IEEE519 (Jácome & Vargas, 2019). The fundamental parameter is the impedance of the 800 kVA transformer, which is found to be 3.7%. This impedance is used to determine the value of I_{L1} , which is equal to 27.027A.

To calculate the value of I_{L1} , the peak currents shown in Figure 12, in relation to the rated current of the transformer, were used. This revealed the following values: $I_{L1} = 1.19$, $I_{L2} = 1.26$ and $I_{L3} = 1.219$. Using these values, the ratio α was determined, which is calculated as I_{L1} divided by I_{rated} . The resulting values were $\alpha_{L1} = 22.71$, $\alpha_{L2} = 21.34$ and $\alpha_{L3} = 22.17$.

With the α results, the ratio $20 < 50$ arranged in Table 1 was identified, where the current harmonic limits are found. For individual harmonics in the range $3 \leq h < 11$, a maximum limit of 7% for odd harmonics and 1.75% for even harmonics is established. In the interval of $11 \leq h < 17$, the odd harmonics must comply with a limit of 3.5%, while the even harmonics have a limit of 0.75%. Likewise, in the interval of $17 \leq h < 23$, the odd harmonics have a limit of 2.5%, while the even ones must comply with a limit of 0.625%. Finally, in the interval of $23 \leq h < 35$, the odd harmonics have a limit of 1%, while the even ones must comply with a limit of 0.255%. In addition, a total harmonic current limit (TDD) of 8% is established.

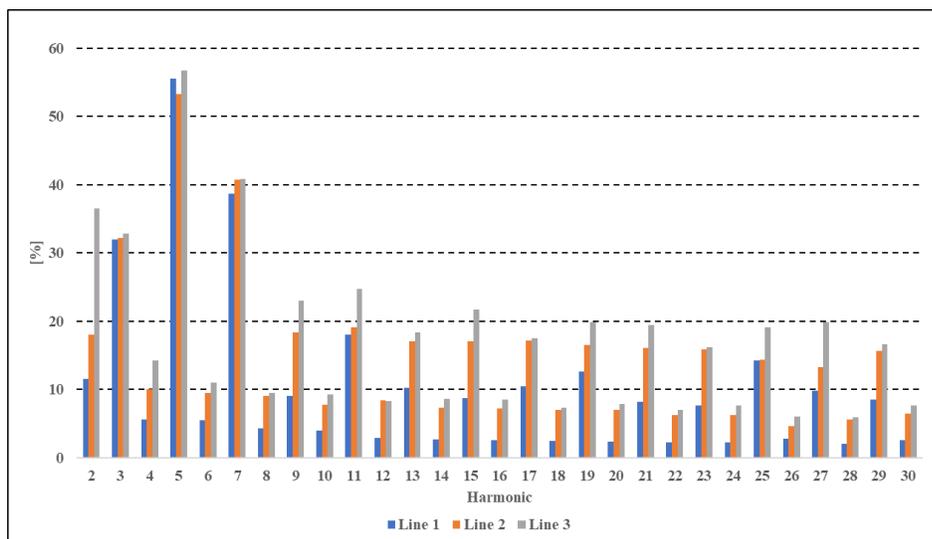
a) Individual harmonic current distortion

An exhaustive comparison was carried out using the data obtained with the FLUKE 435-II analyzer up to harmonic 30. After the comparison it was established that none of the harmonics complies with the limits established by the ARCERNNR 002/20 regulation, in all the analyzed cases 90% of the data exceed the normal limits.

Figure 13 shows a general representation of the individual harmonic distortion. Harmonic 5 stands out as the most significant harmonic in the three lines analyzed. In line 1, a value of 55.56% is recorded, while in line 2 it presents a value of 53.35%, and in line 3 a value of 56.77% is observed. In addition, 7 and 3 are identified as other important harmonics that disturb the electrical system under study. These findings indicate the need to take corrective measures to mitigate these harmonics and prevent the deterioration of the installations

Figure 13

Individual Current Harmonics



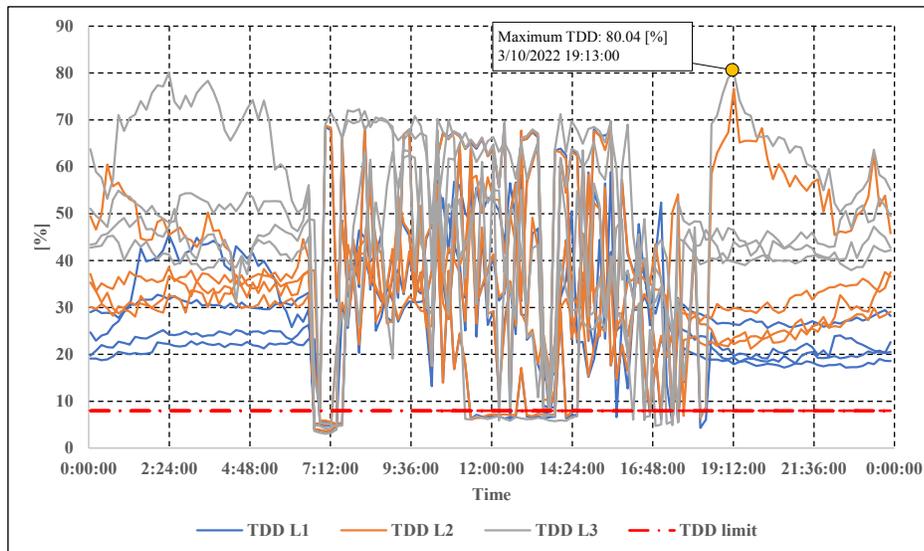
a) Total Demand Distortion (TDD)

The percentage of total harmonic current distortion must not exceed the limit of 8% established by regulation ARCERNNR 002/20. However, in Figure 14 it can be observed that in line 1, 93% of the

data exceeds this limit, in line 2 it reaches 94%, and in line 3 91% of the records are exceeded. It is important to highlight that the maximum value recorded for the total harmonic occurred on October 3, 2022 at 19:13, reaching a percentage of 80.04% in line 3. These results indicate a high presence of harmonic distortion in the electrical system, which requires actions to correct and reduce these levels, in compliance with established quality standards.

Figure 14

Total Harmonic Voltage Distortion



Conclusions

The total electricity demand of CIAUTO Cia. Ltda., oscillates around 770 kW. Of this value, the welding plant represents 58.5% of the demand, which is equivalent to a consumption of 451.2 kW.

Likewise, an analysis of consumption was carried out in the different lines L1, L2 and L3 with maximum peak records of 268 kW, 288 kW and 210.2 kW respectively. It is important to highlight that line 1 presented overloads in general, with the exception of October 6, 2022, when an overload was detected on line 2.

In relation to the power factor, a maximum value of 0.86 was obtained. It is worrisome to highlight an alarming trend recorded on October 6, 2022 at 13:13, where lines L1, L2 and L3 showed a power factor of 0.61, 0.31, and 0.53 respectively. These results clearly indicate that the power factor is below 0.92 established by the power quality regulation. Given this situation, it is imperative to take immediate and corrective measures to improve energy efficiency in order to avoid penalties and power supply problems.

As for power quality in terms of the product, aspects such as: voltage level, flicker and harmonic voltage distortion were evaluated. According to the ARCERNR 002/20 regulation, the admitted variation is 201.52 V to 236.52 V which is $\pm 8\%$ of the nominal voltage of 219 V between line and

neutral of the supply to the welding hall. During the working hours, a significant voltage decrease was observed. However, the voltage of L1, L2 and L3 remained within acceptable parameters and did not exceed $\pm 8\%$ of the nominal voltage.

When analyzing the Flicker at L1, L2 and L3, it was observed that 25%, 27% and 17% respectively of the measurements exceed unity. This indicates that it does not comply with the regulation that indicates that at least 95% of the records must be less than unity.

To analyze the individual harmonic distortion, it was taken up to harmonic 30, from which, except for harmonic 5, they comply with the ARCERNR 002/20 regulation. In harmonic 5, 29%, 31% and 28% in L1, L2 and L3 respectively exceed the 5% limit established in the regulation. While, the total harmonic voltage distortion (THD) 100% of the data comply with the regulation. It is important to highlight that the maximum THD value was recorded on October 4, 2022 at 11:13, reaching a percentage of 7.92%.

In relation to the power quality in relation to the consumer, the following were evaluated: consumption current, individual current distortion and total demand distortion (TDD). In relation to the consumption, the nominal current value of 1215.47 A of the 800 kVA transformer was exceeded. On October 6, 2022, the current consumption in L1, L2 and L3 exceeded the nominal value of the transformer by 185 A, 325 A, and 267 A respectively. In addition, it is important to note that the current of line 2 also exceeded the rated current of the busbars by 40 A. These results indicate a worrying situation in terms of load capacity and measures should be taken to correct and avoid future electrical overloads in the welding hall.

In the evaluation of the individual harmonic current distortion, harmonic 5 was the most severe in the three lines analyzed with a distortion of 55.56%, 53.35% and 56.77% respectively. In addition, harmonics 7 and 3 were identified as other important harmonics that disturb the electrical system under study. These findings indicate the need to take corrective measures to mitigate these harmonics.

In the total demand distortion (TDD), it was determined that in lines L1, L2 and L3 93%, 94% and 91% of the records exceeded the 8% limit set by regulation ARCERNR 002/20. It is important to highlight that the maximum TDD value recorded occurred on October 3, 2022 at 19:13, reaching a distortion of 80.04% on line 3. These results indicate a high presence of harmonic distortion in the electrical system, which requires actions to correct and reduce these levels.

In general, it is concluded that it is necessary to take measures to improve power factor, reduce flicker and control harmonic distortion. These improvements will contribute to ensure the power quality of the product and the consumer.

References

- Abril, V., Ramírez, J., y Lucio, M. (2023). Influencia de la altitud sobre el riesgo de falla del aislamiento de líneas de transmisión de 500 kV considerando el comportamiento estadístico de los sobrevoltajes. *REVISTA ODIGOS*, 4(1), 31–53. <https://doi.org/10.35290/ro.v4n1.2023.774>
- ARCERNNR. (2023). Regulación Nro. ARCERNNR 002/20. In *Resolución Nro. ARCERNNR-003/2023*. Agencia de Regulación y Control de Electricidad y Recursos Naturales No Renovables. www.controlrecursosyenergia.gob.ec
- Cai, K., Cao, W., Aarniovuori, L., Pang, H., Lin, Y., & Li, G. (2019). Classification of Power Quality Disturbances Using Wigner-Ville Distribution and Deep Convolutional Neural Networks. *IEEE Access*, 7, 119099–119109. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2937193>
- Campaña, M., Masache, P., Inga, E., & Carrión, D. (2023). Voltage stability and electronic compensation in electrical power systems using simulation models. *Ingenius*, 2023(29), 9–23. <https://doi.org/10.17163/ings.n29.2023.01>
- Ciauto. (2023). La Ciudad del Auto. In *Ciauto*. <https://ciauto.ec/>
- Espín, M. (2022). *Identificación de alternativas de mejora en la gestión de energía eléctrica en el área de soldadura en la empresa Ciauto Cia. Ltda.-Ciudad del Auto ubicada en la ciudad de Ambato, mediante el desarrollo de auditoría eléctrica* [Tesis de Ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21875/1/UPS%20-%20TTS601.pdf>
- Hernández, K. (2021). *Diagnóstico y evaluación de las instalaciones eléctricas en la empresa de servicios en tecnología y telecomunicaciones WODEN Ecuador S.A con criterios de eficiencia energética* [Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21616/1/CD%2011101.pdf>
- Iñiguez-Morán, V, Villa-ávila, E., Ochoa-Correa, D., Larco-Barros, C., & Sempertegui-Álvarez, R. (2023). Study of the energy efficiency of an urban e-bike charged with a standalone photovoltaic solar charging station and its compliance with the ecuadorian grid code no. Arcernnr – 002/20. *Ingenius*, 2023(29), 46–57. <https://doi.org/10.17163/ings.n29.2023.04>
- Jácome, R., y Vargas, H. (2019). *Análisis de calidad de energía eléctrica de la empresa florícola AGRORAB CIA LTDA. Ubicada en el cantón pujilí* [Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/jspui/bitstream/27000/5353/1/PI-001331.pdf>
- Karmaker, A., Roy, S., & Ahmed, M. (2019). Analysis of the Impact of Electric Vehicle Charging Station on Power Quality Issues. In Cox'sBazar (Ed.), *2019 International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering (ECCE)* (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ECACE.2019.8679164>

- Khetarpal, P., & Tripathi, M. (2020). A critical and comprehensive review on power quality disturbance detection and classification. In *Sustainable Computing: Informatics and Systems (28)*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2020.100417>
- Mañay, E., Chiliquinga, M., Taco, H., & Moreno, M. (2022). Internet of things system for ultraviolet index monitoring in the community of Chirinche Bajo. *REVISTA ODIGOS*, 3(2), 9–25. <https://doi.org/10.35290/ro.v3n2.2022.595>
- Martínez, R., Castro, P., Arroyo, A., Manana, M., Galan, N., Moreno, F., Bustamante, S., & Laso, A. (2022). Techniques to Locate the Origin of Power Quality Disturbances in a Power System: A Review. In *Sustainability*, 14(12), 7428. <https://doi.org/10.3390/su14127428>
- Martínez-Rodríguez, G., Cruz-Isidro, B. de J., Garrido-Melendez, J., y Jiménez-Rivera, J. (2019). Análisis de la calidad de energía eléctrica en una subestación de 300 kVA. *Revista de Operaciones Tecnológicas*, 12–20. <https://doi.org/10.35429/jto.2019.11.3.12.20>
- Ojo, A., Awodele, K., & Sebitosi, A. (2019). Power Quality Monitoring and Assessment of a Typical Commercial Building. *2019 IEEE AFRICON*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/AFRICON46755.2019.9133970>
- Polo, V., Peña, J., y Pacheco, L. (2017). Calidad de la energía eléctrica bajo la perspectiva de los sistemas de puesta a tierra. *Ciencia e Ingeniería*, 38(2), 167–176.
- Popa, G. (2022). Electric Power Quality through Analysis and Experiment. In *Energies*, 15(21), 7947. <https://doi.org/10.3390/en15217947>
- Saucedo, D., y Taxis, J. (2008). *Factores que afectan la calidad de la energía y su solución* [Tesis de Ingeniería, Instituto Politécnico Nacional]. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/429/FINALsaucedomtj.pdf?sequence=1&isAll>
- Vitaliy, K., Nikolay, T., & Yevheniia, K. (2019). Evaluating the Effect of Electric Power Quality upon the Efficiency of Electric Power Consumption. *2019 IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON)*, 556–561. <https://doi.org/10.1109/UKRCON.2019.8879841>
- Vizuete, A., Barbosa, G., Lema, E., Albán, M., Vargas, R., & Ruiz, L. (2019). Voltage Supply Assessment Using Process Capability Concepts: A Case Study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 559(1), 12011. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/559/1/012011>

Copyright (2023) © Jaime Efraín Pérez López, Franklin Hernán Vásquez Teneda y Carlos Iván Quinatoa Caiza



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)

Salas de escape virtual para mejorar la comprensión lectora en alumnos de educación general básica

Virtual escape rooms to improve reading comprehension in elementary school students

Fecha de recepción: 2023-04-03 • Fecha de aceptación: 2023-09-08 • Fecha de publicación: 2023-10-10

Evelin Aracely Chacon Pallasco¹

Universidad Central del Ecuador

eachaconp@uce.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6584-8844>

RESUMEN

La presente investigación propone las salas de escape virtual como estrategia de gamificación para potenciar habilidades para la comprensión lectora en alumnos de educación general básica en el Ecuador, lo cual tiene por objetivo describir los beneficios que aporta de su puesta en práctica en el aula. Conviene enfatizar que esta investigación es documental y descriptiva con un enfoque cualitativo mediante un método deductivo, ya que para su estudio se sustentó en el análisis de fuentes secundarias.

Los resultados alcanzados demuestran un bajo nivel de comprensión lectora en Ecuador, de acuerdo a la información proporcionada de las evaluaciones PIACC, puesto que arrojó un puntaje menor en comparación con otros países; además se identificó el desconocimiento acerca del manejo correcto de herramientas tecnológicas por parte de los docentes, lo que afecta principalmente al aprendizaje. Asimismo, se tomó en consideración el nivel de valoración de los estudiantes al realizar actividades

enfocadas a la resolución de acertijos y misiones. Finalmente, la comprensión lectora es fundamental en el desarrollo del educando, por lo tanto, se debe incentivar mediante el juego utilizando como recurso ideal las salas de escape virtual, pues ellas aluden a la estimulación de la atención, memoria y motivación mediante enigmas y actividades de ingenio.

PALABRAS CLAVE: salas de escape virtuales, comprensión lectora, enseñanza, aprendizaje, educación

ABSTRACT

This research proposes virtual escape rooms as a gamification strategy to enhance reading comprehension skills in students of General Basic Education in Ecuador, which aims to describe the benefits of its implementation in the classroom. It should be emphasized that this is a documentary and descriptive research with a qualitative approach using a deductive method, since the study was based on the analysis of secondary sources. The results obtained show a low level of reading comprehension in Ecuador according to the information provided by the PIACC evaluations, since it yielded a lower score compared to other countries. In addition, the lack of knowledge about the correct use of technological tools by teachers was identified, which mainly affects learning. Finally, reading comprehension is fundamental in the development of the learner, therefore, it should be encouraged through games using virtual escape rooms as an ideal resource, since it alludes to the stimulation of attention, memory and motivation through riddles and ingenuity activities.

KEYWORDS: virtual escape rooms, reading comprehension, teaching, learning, education

Introducción

Uno de los problemas en el proceso de enseñanza-aprendizaje es la comprensión lectora, entendida como la habilidad para penetrar en el texto de manera efectiva y eficiente (Espinoza y Luna, 2018). Aunque este proceso tiene muchas ventajas para los estudiantes, actualmente muchos de ellos muestran la falta de interés y motivación por la lectura, lo ven como algo aburrido y muchas veces lo toman como obligación y exigencia para pasar el año. Según el Estudio Regional Comparativo y Explicativo realizado en 2019 los niños se encuentran en un grado bajo en lectura y comprensión lectora, destacando que no hay mejoras desde el 2013.

En cuanto a la realidad ecuatoriana se realizó un estudio a 13.434 estudiantes de educación general básica, los que arrojaron un resultado de 684 sobre 1000 en séptimo de EGB; por ende, esta ponderación se encuentra por debajo de la media regional que corresponde a 699. De esta manera se considera necesario el uso de recursos tecnológicos para realizar actividades gamificadas como estrategias innovadoras en los diferentes niveles de aprendizaje para favorecer el desarrollo de la comprensión lectora.

Es por ello que esta estrategia que consiste en juegos donde los participantes resuelven distintas actividades relacionadas con el contenido curricular, definido por reglas, permite la interacción de unos a otros y la retroalimentación. Cabe destacar que el docente ejerce un papel tradicional en las estrategias de comprensión lectora, por ello para mejorar esta situación se puede comenzar por proponer al docente el método de salas de escape virtuales como una de las estrategias que se destacan por su innovación para lograr una comprensión satisfactoria.

El *escape room* o sala de escape educativa tiene sus inicios en el año 2006 con la primera creación a manos de los ingenieros de Silicon Valey, quienes se basaron en la escritora Agatha Christie. Por consiguiente, en el año 2008, Takao Kato creó un juego modificando al primero, en el cual su principal diferencia era la resolución de un reto. Su expansión tuvo lugar primero en Asia, luego en Europa y posteriormente en Australia y América del Norte; sin embargo, no está claro que dicha actividad tenga su origen allí, aunque se asume que se combinaron diferentes actividades con elementos (Moreno et al., 2023). Tal es así que después de un tiempo, cuando se comprobó la variedad de beneficios que ofrece, se aplicó en el campo de la educación.

Por otra parte, Tapay-Pulla y Ávila-Mediavilla (2022) indican que “el escape room puede contener temáticas que se desarrollen enfocadas en una historia envolviendo al grupo de participantes en un ambiente que propicie la curiosidad y la responsabilidad de completar las tareas dentro de cada misión” (p.871). En tal virtud, el *escape room* se ha convertido en una opción, que no solo es una actividad de ocio o moda, sino que también ha irrumpido el mundo educativo por las ventajas que aporta en el desarrollo de las funciones cognitivas.

1.1 Salas de escape virtual

La gamificación “es un proceso donde entran en juego distintas mecánicas y técnicas propias de la identidad o esencia del diseño de juegos, que tiene como objetivo motivar a los participantes a conseguir propósitos específicos” (Bengochea, 2021, p.69) .



Entonces, esta estrategia propicia la creación de actividades de aprendizaje atractivas e ingeniosas con el uso de juegos, involucrando al estudiante en una experiencia lúdica y la interacción activa con los recursos tecnológicos, potenciando la motivación y la resolución de retos planteados, en el cual los involucrados hallan pistas, buscan la resolución de acertijos, puzzles y varias misiones de mano de la tecnología, con el fin de alcanzar un objetivo en un determinado tiempo (Toasa et al., 2017).

Por su parte, Sanz y Alonso (2020) afirman que guía a los alumnos hacia el aprendizaje de los conocimientos correspondientes a su etapa, contando con el maestro como orientador durante todo el proceso. Están ambientadas y diseñadas en función del conocimiento que se quiera trabajar, aunque cuentan con la posibilidad de proyectarse como una herramienta multidisciplinar.

En este sentido, desde esta perspectiva interdisciplinaria no sólo se enfoca en el aprendizaje de conceptos teóricos, sino que incluso ayuda a desarrollar otras habilidades la resolución de problemas, el trabajo en equipo, la comunicación asertiva y efectiva y el pensamiento crítico.

1.2 Características

Por otro lado, según Sempere (2020) los principales rasgos característicos son que se basa en el aprendizaje por descubrimiento, en el aprendizaje por indagación y, en definitiva, en el método constructivista en el que el proceso de enseñanza-aprendizaje se centra en el alumno; es versátil, ya que se adecua a cualquier área curricular y nivel educativo; y se adapta a diversidad de alumnos.

Por esta razón, aplicar el *escape room* dentro del aula permitirá al docente alcanzar un aprendizaje significativo en el alumno, ya que no es solo un juego, sino que es un medio para promover la motivación, desarrollar la imaginación, así como el aprender haciendo, logrando conseguir un fin propuesto en una actividad. Esto ayuda a que el estudiante se transforme en el protagonista, ya que el docente se limita sólo a la observación atenta y creación del juego, las soluciones de cada prueba y su respectiva evaluación, porque la efectividad del juego se basa en que el educando prefiera la inmersión en la experiencia a la de obtener una nota (Onecha et al., 2019).

1.3 Beneficios

Se considera que el uso de estrategias innovadoras hoy en día es un instrumento primordial en el aula de clases. García y Gallardo-López (2018) menciona que “es una forma de gamificación donde se promueve la motivación intrínseca, el pensamiento crítico y, entre otras cualidades, la comunicación entre los sujetos” (p.116). Por lo tanto, esta estrategia promueve la superación de los retos planteados dentro de cada habitación o sala de juegos, lo que genera una retroalimentación inmediata, así como también aumenta el compromiso del estudiante hacia la asignatura, puesto que se recompensa el esfuerzo realizado durante la actividad.

1.4 Comprensión lectora

La lectura es una de las actividades humanas más importantes, ya que constituye la principal puerta de acceso al conocimiento y es una de las principales herramientas para la interacción de unos a otros, por ende, para la solución de muchos problemas. Además, la lectura tiene como objetivo desarrollar en el lector la comprensión de un texto, con el aporte de ideas, experiencias, inferencias. Según Pernía y Méndez (2018) “leer no es decodificar, no es repetir lo que está escrito, sino interpretar y darle un significado al texto a partir de los conocimientos previos” (p.108). De acuerdo a lo expuesto, se espera que el lector elabore una interpretación con base en lo leído y desarrolle ciertas destrezas lingüísticas, tales como el análisis, paráfrasis y el pensamiento crítico.

1.5 Niveles

Considerando que la comprensión es una actividad individual, es decir que cada uno la realiza de diferente manera existen tres niveles importantes que son; literal, inferencial y crítico. De acuerdo con Pérez citado en Ochoa et al. (2017)

El nivel de comprensión literal se refiere a la capacidad para extraer la información que es explícita en el texto. En el nivel inferencial, el lector extrae información que está implícita en el texto; y en el nivel crítico intertextual, el lector asume posición desde fuera del texto para presentar su punto de vista al respecto (p.255).

La comprensión lectora se concibe como una construcción, debido a lo cual se deben seguir los pasos que intervienen en la lectura y que gradualmente se van desarrollando. Tal es así que el nivel literal es el más conocido y aplicado, por tanto, es considerado como dominante en el campo académico, mientras que el inferencial precisa de la extracción de ideas que van más allá de lo manifestado explícitamente; por último, el crítico adquiere un carácter evaluativo, formulando juicios y opiniones con el fin de argumentar su aceptación o rechazo.

En este sentido, para el desempeño eficaz de los niveles mencionados, es importante el uso de metodologías didácticas para reforzar la concentración en la lectura y el pensamiento en un contexto concreto. Uno de los hábitos que deben implementarse primero es el de la lectura diaria, mediante pequeñas secciones de material. Utilizar lecturas tan convincentes como son las historias, después de reflexionar, continuar con tópicos que inspiran el desarrollo del pensamiento a través del análisis, calidad y la observación.

1.6 Elementos para su aplicación

La comprensión lectora implica cierta complejidad, donde el lector participa de forma activa a través del uso de estrategias y conocimientos que le posibiliten entender y relacionar el texto con su significado. Por su parte, Vargas y Molano (2017) mencionan tres elementos y su función que hacen parte de su desarrollo, como son los siguientes:

Lector. Es el sujeto que realiza la comprensión, quien debe poseer varias capacidades y habilidades; entre ellas, la atención, la memoria, así como también conocimientos, experiencias y conocimientos previos.

El texto. Hace alusión al impreso o digital, el cual tiene una influencia decisiva en la comprensión, debido al contenido, estructura sintáctica y la amplitud de vocabulario.

Actividad. Se ubica el objetivo de la lectura, interrogantes y la motivación que genera esta actividad lectora.

En este sentido, la comprensión requiere una estrecha relación entre cada uno de los elementos mencionados; resulta inminentemente dinámico y es donde el lector contrasta, argumenta y saca conclusiones personales dando lugar a un aprendizaje significativo y enriquecedor.

1.7 Beneficios en el desarrollo del estudiante

Teniendo en cuenta que la comprensión lectora es una construcción de conocimientos, por tanto, desencadena una serie de capacidades necesarias para la comunicación, tales como hablar, escuchar, leer y redactar; además “estimula el desarrollo cognoscitivo y el manejo autodidáctico en la formación académica del estudiante” (Vite y Baque, 2022, p.25). Cabe recalcar que el desarrollo cognoscitivo repercute en el proceso evolutivo del individuo inmerso en capacidades como la percepción, memoria, atención, etc. Asimismo “ayuda al alumno a mejorar su pronunciación y obtener una mayor retentiva sobre lo que está leyendo” (Espinoza y Luna, 2018, p.20), es decir, este proceso permite al educando tener un amplio conocimiento rico en vocabulario y en su capacidad cognitiva, mejorando así también su rendimiento escolar.

Es por ello que la comprensión lectora es indispensable en la formación del individuo, ya que permite adquirir las habilidades necesarias para solucionar las diferentes circunstancias de la cotidianidad en todos los ámbitos, no solo educativo, por la gran influencia en su formación. Esto teniendo en cuenta que esta técnica debe desarrollarse de manera secuencial y adecuadamente adaptada al proceso de aprendizaje, lo que permitirá al estudiante mostrar su propio progreso educativo transformando esta actividad en un hábito.

En la actualidad, la ausencia de metodologías pedagógicas innovadoras, necesarias para los estudiantes, implican un retraso significativo en la educación, convirtiéndose en uno de los retos que el docente debe implementar cuando enseña. Finalmente, se recalca la importancia de la lectura comprensiva en el aprendizaje, en vista de que hace que el educando explote al máximo sus capacidades para generar su propio conocimiento a través de la lectura, valiéndose así para que aprenda a reflexionar y con ello el actuar en diferentes ámbitos.

1.8 Salas de escape en la comprensión lectora

El aprendizaje escolar, el desarrollo académico y personal del individuo se basa principalmente en la comprensión lectora; sin embargo, la falencia de este proceso se manifiesta en dificultades para encontrar la idea principal de un texto, realizar resúmenes, parafrasear, ausencia de vocabulario

amplio. Vargas y Molano (2017) dice lo siguiente: cuando un docente orienta y realiza el respectivo acompañamiento del proceso de aprendizaje de la lectura de un niño, contribuye al cambio de percepción de esta actividad, ya no como un ejercicio tedioso, sino constructivo y didáctico, que mejora las conexiones neuronales necesarias en su posterior desarrollo cognitivo.

De forma general, el docente, al comprender la importancia de la lectura y su comprensión, se incluirá en un permanente uso de actividades motivadoras y atractivas, las que guiarán al desarrollo de habilidades comunicativas y la interacción con diferentes tipos de textos, buscando que la lectura se convierta en la principal fuente de información de todas las áreas. Como expresa Carmona (2018) “supone una innovación pedagógica que no solo supone una motivación para el alumnado, sino también una fuente inagotable para trabajar y desarrollar la competencia lecto-literaria” (p.17). En efecto, a la hora de aplicar el *escape room* el alumno va a recordar la historia propuesta, la que fue adquirida por él mismo durante la búsqueda de pistas y la resolución de acertijos.

En este sentido, y siguiendo las ideas mencionadas, las salas de escape son una alternativa de aprendizaje mediante el uso del juego que permite trabajar, poner en práctica y evaluar los contenidos de una forma lúdica. “Cuando se evalúa utilizando el juego como método se consigue mejorar el proceso de evaluación para dar continuidad al proceso de aprendizaje más allá del contexto escolar” (González, 2022, p.112). Entonces, su puesta en práctica favorece a la retención del conocimiento, puesto que pueden utilizar la experiencia adquirida durante el juego. De esta manera, el alumno participa en un aprendizaje activo, el cual promueve el descubrimiento; además es integral, ya que abarca a los diferentes estilos de aprendizaje tales como: visual, auditivo y kinestésico, etcétera.

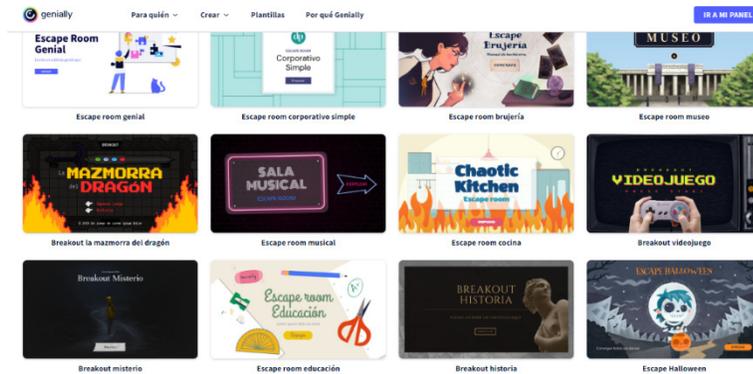
En definitiva, es una herramienta didáctica que pretende desarrollar al máximo las competencias del estudiante, además de ayudarlo a interiorizar conceptos por intermedio de sus propias experiencias en el proceso de aprendizaje. La dinámica de un *escape room* para el aprendizaje fusiona la parte divertida y académica haciendo que los estudiantes se sientan motivados a participar en estas actividades. Es por ello, que a continuación se describen diferentes aplicaciones para trabajar la comprensión lectora mediante la utilización de salas de escape dentro del aula de clase:

- **Genially**

Es una aplicación que permite crear contenidos interactivos como imágenes, infografías, presentaciones, micrositios, catálogos, mapas, y sobre todo dentro de la gamificación cuenta con plantillas de *escape room* para personificarlas de manera gratuita, con animaciones y efectos de sonido, como se visualiza en la *Figura 1*.

Figura 1

Scape Room en Genially



Nota. La imagen fue capturada de la aplicación Genially

Para ingresar a Genially se debe buscar en el navegador la aplicación, registrarse e ingresar, seleccionar crear y buscar la opción gamificación. Con posterioridad seleccionar *scape room* y escoger la plantilla que vaya acorde a la temática a tratar en clase. Una de las desventajas que tiene la aplicación es que cuenta con funciones y plantillas con valor.

- **Zoom**

Se trata de una herramienta que permite realizar videoconferencias, por lo cual el docente debe ser creativo al realizar esta actividad; por ello, puede formar grupos de trabajo para que resuelvan las pistas o acertijos del juego de escape. Esto fomentará el trabajo en equipo, la comunicación, la participación y el respeto entre todos.

Es por ello que la incorporación de salas de escape es un gran desafío para el docente, debido al tiempo que requiere para su desarrollo, además de las capacidades tecnológicas que requiere en su práctica docente y la creatividad al momento de diseñarlas.

Metodología

2.1 Tipo de investigación

La presente investigación propone la sala de escape de escape virtual como herramienta para enriquecer la comprensión lectora en alumnos de Educación General Básica, por ende, este estudio es de enfoque metodológico cualitativo. En cuanto al análisis es de tipo descriptivo, debido a que nos proporciona información derivada de investigaciones concretas y claramente detalladas de la realidad estudiada, describiendo los niveles, elementos y beneficios de las salas de escape, específicamente en la comprensión lectora y su aplicación en el desarrollo de un aprendizaje significativo en el estudiante.

Además, es de tipo documental, puesto que la recolección de información fue sustraída de la revisión de estudios relacionados con el tema de estudio.

2.2 Método

Este estudio se realiza mediante el método deductivo “son necesariamente inferencias hechas a partir de un conocimiento que ya existía” (Dávila, 2006, p.185). En otras palabras, este método se centra en extraer conclusiones a partir de los juicios que se han expuesto, facilitando así la interpretación y comprensión de la información recopilada relacionada con el tema de estudio.

2.3 Instrumento

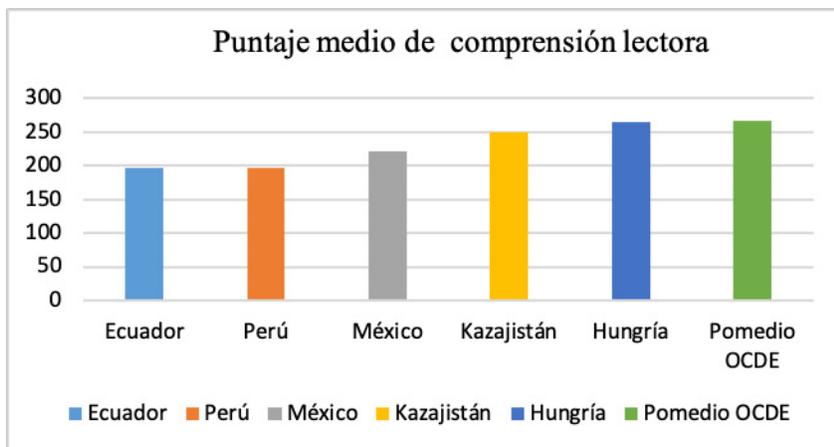
La presente investigación se refleja en encuestas ya expuestas por otros autores, dado que facilita el análisis, presentación de tablas y figuras producidas a partir de fuentes reales como el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) e investigaciones científicas relacionados al tema investigado. Además, se utilizaron documentos de repositorios y base de datos académicos, lo que da como resultado la redacción detallada de la información, que fue utilizada en la realidad.

Resultados

Acorde a las investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2019) mediante la aplicación de la evaluación PIAAC, nos menciona las puntuaciones medias generales en comprensión lectora de cada uno de los países participantes, destacando que los países de la OCDE, es decir los pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, cuentan con un puntaje promedio; sin embargo, Ecuador es uno de los países que presenta bajo nivel de comprensión lectora en su población, lo cual se demuestra en la *Figura 2*.

Figura 2

Puntaje medio de la comprensión lectora en diversos países



Nota. Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2019)

Mediante este diagrama de barras se puede constatar el bajo nivel de comprensión lectora en Ecuador, siendo esto preocupante en el desarrollo académico de los niños, puesto que los resultados de las evaluaciones señalan una puntuación de 196, que es menor con relación al resto de países. Ahora bien, en el cuestionamiento realizado a docentes en la investigación de Hurtado y Lozano (2022) es posible conocer la importancia de las acciones que ejecuta el docente durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tabla 1

¿Cree usted importante que se brinde información sobre el uso adecuado de la gamificación para fortalecer la comprensión lectora?

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje %
Mucho	15	83,3%
Poco	3	16,7%
Nada	0	0%
Total	18	100%

Nota. Corral y Chávez (2021)

Según los datos expuestos en la *Tabla 1* se interpreta que el 83,3% de docentes considera mucho la precisión de información sobre el manejo idóneo de la gamificación, mientras que el 16% cree que es poco necesario este dato en su práctica pedagógica; por tanto, existe mayoritariamente el interés de conocer esta técnica de aprendizaje para alcanzar buenos resultados de aprendizaje.

Comparando estos dos resultados se puede decir que existe un bajo nivel de comprensión lectora, debido a que los docentes desconocen acerca del uso óptimo de una estrategia con la implementación de diversos recursos tecnológicos a través de técnicas de gamificación, dificultando que los estudiantes adquieran conocimientos de forma clara y organizada.

Seguidamente se toma en cuenta la encuesta aplicada en la investigación de Pazmiño y Gómez (2021), como se puede observar en la *Figura 3*.

Figura 3

¿Considera usted que la gamificación contribuirá en mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje?



Nota. Pazmiño y Gómez (2021).

En esta ilustración estadística en una escala estimativa, se demuestra que el 47% de los docentes manifiesta que siempre la gamificación contribuirá en la mejora del proceso bilateral de aprendizaje, mientras que el 13% cree que casi siempre, igualmente el 7% estima que regularmente, finalmente el 3% sostiene el casi nunca, respecto a la preguntada mencionada.

Por otra parte, con referencia a la aplicación del *escape room* o habitación de escape virtual, Castro y Quiñonez (2021) demostraron mediante una encuesta a los docentes, lo que se evidencia en la *Tabla 2*.

Tabla 2

¿El *escape room* virtual ayudó a aprender de una forma más rápida que la manera tradicional de enseñanza?

Criterio	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	3	60%
De acuerdo	1	20%
Neutral	1	20%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	5	100%

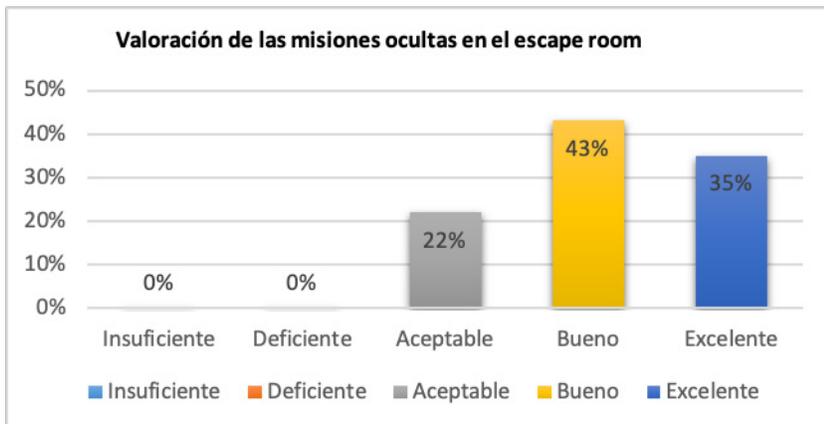
Nota. Castro y Quiñonez (2021).

Conforme a los resultados obtenidos referente al cuestionamiento del *escape room* virtual como estrategia más efectiva que la forma tradicional de enseñanza, del total de los docentes, el 60% manifestó estar totalmente de acuerdo, mientras que un 20% expone estar de acuerdo y finalmente el 20% restante expresa tener una postura neutral. En este sentido, la mayoría de los maestros cuestionados creen estar totalmente de acuerdo con los beneficios que ofrece esta estrategia, lo cual hace parte de la gamificación, dando lugar a la innovación educativa.

Finalmente, con relación a las misiones o acertijos diseñados en el *escape room* como recurso para la motivación del estudiante, Hernández (2021) en su trabajo de investigación explicó lo que se observa en la *Figura 4*.

Figura 4

Evaluación sobre las misiones encubiertas en el escape room



Nota. Hernández Moreira (2021).

Acorde a los datos alcanzados en la *Figura 4*, se puede mencionar que un 35% de los estudiantes encuestados valúan las tareas ocultas en el *escape room* como excelente, mientras que el 43% como bueno, finalmente un 22% lo valora como aceptable. Claramente, todas las actividades de la sala de escape permiten que los estudiantes sean los protagonistas de su propio aprendizaje, y las búsquedas ocultas son un elemento interactivo que fomenta la exploración, la curiosidad, la resolución de problemas y la comprensión.

Por tanto, comparando estos tres resultados, se puede concluir que el juego tiene un efecto significativo en la adquisición de conocimiento; sin embargo, el poco conocimiento acerca de la gamificación en los docentes y su incapacidad para poder aplicar esta estrategia en clase es la razón por la cual la mayoría de docentes consideraba necesaria la ejecución de actividades de socialización sobre el uso adecuado de técnicas de gamificación como recurso en el aula de clases. Por otro lado, teniendo en cuenta la aplicación del *escape room* o habitación de escape en los estudiantes se demostró la satisfacción de ellos sobre el uso del *escape room* como recurso didáctico, pues que fomenta la comprensión lectora, el pensamiento crítico, la curiosidad, la atención y sobre todo como su utilidad como medio de motivación durante la resolución de acertijos y misiones ocultas, dando como resultado un proceso de aprendizaje mucho más interactivo y entretenido para el estudiante.

Conclusiones

A partir de los datos obtenidos se identificó la posibilidad de utilizar la gamificación para mejorar la comprensión lectora a través de salas de escape virtuales como nuevos formatos de enseñanza y

aprendizaje, orientados a capacitar a los estudiantes para el aprendizaje de la lectura extensiva, crítica y profunda, que les posibilite a deducir, expresar opiniones y emitir juicios, mediante actividades y experiencias basadas en el juego. Cabe recalcar que la aplicación de esta estrategia además de ser una experiencia motivadora, desafiante y comprometida por aprender, permite tanto a docentes como a los estudiantes desarrollar y potenciar habilidades digitales, convirtiéndose así en un lector del siglo XXI.

Seguidamente, se puede concluir que la comprensión lectora resulta fundamental en la cotidianidad del estudiante, debido a que es una destreza o habilidad básica para la comprensión de contenidos, puesto que se relaciona con otras habilidades tales como la redacción, vocabulario, pensamiento lógico, etcétera. Por tanto, para la enseñanza-aprendizaje de la comprensión lectora se utiliza la gamificación dependiendo de la edad y el grado que esté cursando el estudiante, con la finalidad de prevenir el desinterés, desmotivación y aburrimiento que genera leer y comprender un texto. En esta ocasión se recomienda el diseño de una habitación de escape o conocida también como *escape room*, lo cual es de fácil utilización debido a que requiere de mucha creatividad para crear distintos acertijos o misiones utilizando otras herramientas que la tecnología nos ofrece como códigos qr, adivinanzas, crucigramas, sopa de letras, entre otros.

Finalmente, los resultados expuestos permiten demostrar que la gamificación mejora considerablemente la comprensión lectora, puesto que su progreso está estrechamente relacionado con la afectividad del educando, con el interés, motivación y predisposición con el que se desenvuelve en cada actividad propuesta. Es decir, en cada sala de escape virtual, el diseño de un entorno virtual es fundamental en este proceso de aprendizaje pues al introducir al estudiante al mundo del juego, retos, misiones, recompensas, se les está incentivando a la toma de decisiones, resolución de problemas, encuentro con situaciones similares a la realidad, y sobre todo a crear un hábito de lectura en el estudiante, el cual es el principio para la lectura comprensiva.



Referencias

- Bengochea, G. (2021). La Gamificación: una oportunidad para transformar las realidades. *Revista Prefacio*, 5(7) 69-85. <https://doi.org/10.58312/2591.3905.v5.n7.35733>
- Carmona, S. (2018). *La lectura de los clásicos a través de un escape classroom. Una experiencia de ludificación en el aula* [Tesis de Maestría, Universidad de Alicante]. <http://hdl.handle.net/10045/76949>
- Castro, M., y Quiñonez, D. (2021). *Análisis de la implementación del escape room digital en el proceso de enseñanza-aprendizaje en unidades educativas unidocentes* [Tesis de Maestría, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59100>
- Corral, K., y Chávez, M. (2021). *La gamificación como estrategia metodológica para fortalecer las destrezas de comprensión lectora en los estudiantes.* [Tesis de Maestría, Universidad San Gregorio de Portoviejo]. <http://repositorio.sangregorio.edu.ec/handle/123456789/2340>
- Dávila, G. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Laurus*, 12 180-205. <https://www.redalyc.org/pdf/761/76109911.pdf>
- Espinoza, A., y Luna, H. (2018). *Estrategias pedagógicas activas en el desarrollo de la comprensión lectora subnivel elemental. Guía de actividades* [Tesis de Maestría, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/33565>
- García, I., y Gallardo-López, J. (2018). Escape room: actividades de escape room para trabajar la educación vial en Educación Primaria. En *EDUNOVATIC2018* (pp. 115-119). Adaya Press.
- González, V. (2022). La innovación en Formación Profesional: el uso de las Escape Room. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 8(1), 111-120. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2022.v8i1.12120>
- Hernández, S. (2021). *Gamificación como recurso didáctico en la capacidad investigativa de los estudiantes de tercero de bachillerato de la Unidad Educativa "Augusto Solórzano Hoyos" del cantón Chone* [Tesis de Maestría, Universidad San Gregorio de Portoviejo]. <http://repositorio.sangregorio.edu.ec/bitstream/123456789/2387/1/ESCAPE%20ROOM%20EDUCATIVO%20PARA%20PROMOVER%20LA%20CAPACIDAD%20INVESTIGATIVA.pdf>
- Hurtado, V., y Lozano, M. (2022). *Gamificación como estrategia pedagógica para mejorar la comprensión lectora en los estudiantes del grado quinto de básica primaria de la Institución Educativa José María Córdoba, en el municipio de Jamundí-Valle del Cauca* [Tesis de Maestría, Fundación Universitaria Los Libertadores] <http://hdl.handle.net/11371/4967>

- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2019). *Resultados PIAAC. Competencias de la población adulto en Ecuador-2019*. https://www.evaluacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/11/DIED_ResultadosPIAAC19_20191126.pdf
- Moreno, I., Quílez, A., y Matesanz, J. (2023). El escape room en el ámbito educativo: análisis de una práctica de aula en Matemáticas. *Revista Educación*, 47(2). <https://doi.org/10.15517/revedu.v47i2.51661>
- Ochoa, J., Mesa, S., Pedraza, Y., y Orlando, E. (2017). La lectura inferencial, una clave para potenciar la comprensión lectora. *Educación y ciencia*, (20), 249-263. https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/2456/PPS_1083_La_lectura_inferencial_clave.pdf;jsessionid=FCADB0859496B39A240FF80AF-5D4BD2C?sequence=1
- Onecha, B., Sanz, J., & López, D. (2019). The limits of playfulness in the teaching of architecture. The technique of the Escape Room. *ZARCH J. Interdiscip. Stud. Archit. Urban*, 12, 122-133.
- Pazmiño, L., y Gómez, J. (2021). *La gamificación en el desarrollo de habilidades de comprensión lectora para bachillerato* [Tesis de Maestría, DSpace Universidad Indoamericana] <http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/2308>
- Pernía, H., y Méndez, G. (2018). Estrategias de comprensión lectora: experiencia en Educación Primaria. *Educere*, 22(71), 107-115. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35656002009>
- Sanz, N., y Alonso, A. (2020). La escape room educativa como propuesta de gamificación para el aprendizaje de la historia en educación infantil. *Didácticas Específicas*, (22), 7-25. <https://doi.org/10.15366/didacticas2020.22.001>
- Sempere, S. (2020). Proyecto de gamificación basado en el escape room aplicado a un aula bilingüe de educación primaria con enfoque AICLE. *Tecnología, Ciencia y Educación*, (16), 5-40. <https://doi.org/10.51302/tce.2020.437>
- Tapay-Pulla, L., y Ávila-Mediavilla, C (2022). Escape Room como estrategia metodológica para el desarrollo del razonamiento lógico matemático en la carrera de Educación Básica. *Polo del Conocimiento*, 7(10), 862-884. <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4761/11454>
- Toasa, R., Silva Villafuerte, C., Silva, C., Gonçalves, D., Neves, L., & Marcelino, L. (2017). Energy consumption behaviour characterization with mobile gamification. In *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-6). IEEE. <http://dx.doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975900>
- Vargas, L., y Molano, V. (2017). Enseñanza de la comprensión lectora, referentes conceptuales y teóricos. *Pensamiento y Acción*, (22), 130-144. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/pensamiento_accion/article/view/7403

Vite, E., y Baque, L. (2022). *Estrategia didáctica para contribuir al desarrollo de la comprensión lectora en los alumnos del subnivel básica media* [Tesis de Maestría, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3962>

Copyright (2023) © Evelin Aracely Chacon Pallasco



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)



Estudio en la Matemática I para describir debilidades en sus aprendizajes como un diagnóstico preliminar

Study in Mathematics I to describe weaknesses in their learning as a preliminary diagnosis

Fecha de recepción: 2023-05-07 • Fecha de aceptación: 2023-08-17 • Fecha de publicación: 2023-10-10

Alberto Tirado Sanabria¹

Universidad de Guayaquil, Ecuador

alberto.tirados@ug.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-4641-8931>

Giselle Núñez Núñez²

Universidad de Guayaquil, Ecuador

giselle.nunezn@ug.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1005-9068>

RESUMEN

El trabajo busca sentar las bases para un diseño curricular de Matemática I en carreras de ingeniería en procura de mejorar la acción del docente, una vez se descubran las debilidades en los aprendizajes, así como los vacíos posibles en la enseñanza. La investigación consta de un estudio de campo en docentes que dictan o han dictado la materia en diferentes carreras; además de estudiantes de avanzada, para indagar sobre la enseñanza y los aprendizajes obtenidos que recuerdan. Estos resultados se contrastan con un estudio documental de resultados de aprobados y promedio de notas en aprobados en Matemáticas I en una Facultad de la Universidad de Guayaquil, Ecuador. Los resultados muestran que un 56% de los profesores está de acuerdo con el programa actual y su aprendizaje, un 100% acepta que pueden existir mejoras, con algunas contradictorias

entre sí, pero solo el 36% responde correctamente las conceptualizaciones. Entre los estudiantes, el 60% dice que no respalda la enseñanza actual, el 81% dice que debe haber mejoras en aspectos exclusivos y el 67% responde incorrectamente. Demostrando entonces que existe una debilidad en la didáctica actual de la asignatura, dando apertura a nuevas propuestas educativas.

PALABRAS CLAVE: matemática, enseñanza superior, docente, estudiante universitario

ABSTRACT

The work seeks to lay the foundations for a curricular design of Mathematics I in engineering careers in order to improve the teacher's action, once the weaknesses in learning are discovered, as well as the possible gaps in teaching. The research consists of a field study of teachers who teach or have taught the subject in different careers, in addition to advanced students, to inquire about the teaching and the learning obtained that they remember. These results are contrasted with a documentary study of results of passing grades and average grades in Mathematics I in a faculty of the University of Guayaquil, Ecuador. The results show that 56% of the teachers agree with the current program and their learning, 100% accept that there can be improvements, with some contradicting each other, but only 36% respond correctly to the conceptualizations. Among the students, 60% say that they do not support the current teaching, 81% say that there should be improvements in exclusive aspects and 67% answer incorrectly. Demonstrating then that there is a weakness in the current didactics of the subject, giving openness to new educational proposals.

KEYWORDS: mathematics, higher education, teacher, university student

Introducción

Suele ocurrir en las actividades de enseñanza, que los docentes que dictan asignaturas de especialización, descubren notables deficiencias en las concepciones matemáticas fundamentales en la primera matemática universitaria, asignatura que mantiene el registro de mayor cantidad de aplazados, menor promedio de notas en aprobados y un porcentaje continuo de abandonos o deserciones; es decir, estudiantes que ante malos resultados iniciales no culminan el semestre, o mejor dicho dan por aceptado que deben repetir la asignatura.

Luego en la matemática básica universitaria, con referencia al aprendizaje observado y meramente medido, en los estudiantes que aprueban esta asignatura parece que se diferencia sustancialmente de los contenidos que se enseñaron, porque en definitiva se acepta que hay dificultad en cómo se acepta y comprenden algunos conceptos relacionados. Comentarios de pasillo, recopilados por los autores en sus años de servicio como docentes en la facultad, sobre el tópico de estudio y como punto de partida, así como opiniones generales de los estudiantes sobre la Matemática I, en su utilidad en otras asignaturas de las mallas de carrera en las ingenierías en general. Situación que posee ocurrencia común en instituciones educativas superiores y en diferentes latitudes del mapa latinoamericano; estudio sobre la enseñanza de la Matemática I (Tirado, 2013).

Quizá como una preconcepción de dificultad, sin utilidad práctica inmediata y de mucha abstracción para la comprensión lógica en las mentes jóvenes, que llegan ilusionadas a la universidad, para ver si algún día son profesionales de la República, donde deben encarar de inicio con la primera Matemática universitaria, llamada Matemática I o Cálculo diferencial.

1.1 Figuración del trabajo

El trabajo aquí planteado en la investigación se divide en: 1) descubrir en parte las opiniones, tanto en docentes que dictan o han dictado la asignatura de Matemática I, como en estudiantes de avanzada o en estudios profesionales, luego de los estudios básicos sobre la enseñanza actual, su aprendizaje en lo posible medible, y si pueden existir mejoras conocidas; 2) estudio documental de resultados en los archivos de la facultad de ciencias matemáticas y físicas en el tema de porcentajes de aprobados y nota promedio en bachilleres aprobados, y 3) resumen del diagnóstico al contrastar los resultados observables.

La entrevista-encuesta se hizo con apoyo de un cuestionario como instrumento algorítmico, el cual cierra con una especie de autovalidación, cuando luego de las respuestas cerradas y las opiniones busca descubrir conocimientos básicos y fundamentales de la Matemática I, en los entrevistados o protagonistas de toda clase: docentes y estudiantes. Todo ello basado en resultados obtenidos en las direcciones de carreras en algunas ingenierías de la Universidad de Guayaquil, Ecuador, en semestres recientes antes y durante la pandemia del covid-19; sobre variables de eficiencia, como el porcentaje de aprobados y el promedio de notas en aprobados, tal como se mencionó. Donde –por lo general– el parámetro más común en la evaluación docente solo es el porcentaje de aprobados.

Con el diagnóstico observable, tanto en docentes, como en estudiantes, en sus respuestas específicas, descubrir debilidades posibles en la enseñanza actual como en los conocimientos que se tienen, así como los aprendizajes hasta ahora sabidos o recordados en estudiantes que ya cursaron todas las asignaturas de Matemática en sus carreras, con la entrevista-encuesta de preguntas específicas y de opinión sobre conceptos relacionados a la Matemática I.

1.2 Antecedentes

Por lo general, en la necesidad de generar nuevos sílabos en diferentes carreras de mallas de ingeniería, suele ocurrir que las administraciones centrales realizan y plasman ideas sin consultar a los docentes tradicionales de la asignatura solicitada. Es aquí donde por las premuras características, no se desarrollan investigaciones particulares y juicios de expertos; con la frase común: *“Profesor firme aquí, que este Syllabus me lo pidieron para hoy”* (Castro, 2018, p.2). Acción que puede resultar en una afección a la profesión docente y al prestigio que les corresponde a los profesionales de la educación, que sin duda son los que en verdad tendrían la experiencia necesaria en el tema.

Con la idea de sustentar el hecho posiblemente histórico, que en definitiva se sabe y acepta, pero sin muchos fundamentos, de que existen debilidades y vacíos en la enseñanza de la matemática inicial universitaria, y lógicamente ocasionando un aprendizaje irregular de esta importante asignatura. Ello, porque la idea no es solo descubrir en un estudio amplio e inédito de diagnóstico, al considerar preguntas y opiniones en estudiantes aprobados de avanzada y diferentes docentes de esta situación como originalidad de este trabajo, sino reabrir el debate educativo sobre las relaciones generacionales de estos resultados, la posibilidad en la existencia de mejoras, así como validar o refutar teorizaciones ya propuestas en este marco educativo.

El aprendizaje de las matemáticas básicas, en el sentido de su utilidad por el estudiante, es y debe ser tema de interés y ocupación en quienes desarrollan la didáctica matemática, ya que los resultados no son precisamente los esperados por quienes planifican la enseñanza en la educación universitaria. Trabajos y estadísticas realizadas sobre este rendimiento estudiantil en los contenidos matemáticos, son y han sido de resultados más que preocupantes, quizás una mejor afirmación es *No esperados*; algo así como decir: Vengan para que aprendan en la universidad, como si fuese un proceso pasivo de enseñanza unidireccional, cuando el joven ya ha aprendido antes y de diferentes formas (Carvajal, 2000).

En todo caso, busca ver y descubrir nuevas estrategias educativas que lo motiven al camino que escogió en este momento de su vida, para luego, y, muy posiblemente, aburrirse ante algoritmos similares a los vistos en el bachillerato, con la abstracción matemática de fondo y sin saber o poco sobre sus dos grandes preguntas características: ¿Para qué se me enseña este tema? ¿Tiene alguna aplicación o uso en el resto de la materia, en mis estudios o en mi futuro campo laboral?

Incluso estudios desde los años '80 señalan que la enseñanza de la matemática, en general hacia el aspecto exacto, ha desmotivado la participación del estudiante debilitando la dialéctica del aula; esto porque la didáctica matemática debe ser primero de operaciones en sus fundamentos y luego sus teorizaciones por abstracción. En este sentido, tomando ideas de la psicología de Piaget, cabe

mencionar el análisis del autor Hans Aebli quien sostiene que “las operaciones solo memorísticas en la enseñanza de la matemática tradicional, ofrecen aprendizajes pocos significativos” (Tirado, 2020, p.8).

Asimismo, este autor señala en su tesis el solo hecho de comunicar de la asignatura de Matemática I, que sigue un orden conectado en sus unidades, donde el estudiante conoce de inicio un mapa de su contenido y de alguna forma se interesa; cuando se logran las muchas aplicaciones de la función derivada, es porque previamente se dio esta unidad, la cual en su definición como función pendiente ubica la necesidad de conocer el límite indeterminado cero sobre cero, y sus procesos de *levantar la indeterminación*; todo ello ocurriendo en el majestuoso mundo de las funciones del plano cartesiano, como más importante, necesaria y fundamental unidad de la asignatura.

1.3 Discusión a generar

La investigación culmina con recomendaciones puntuales y generales sobre lo observado en la idea a futuro de proponer nuevos sílabos y planes analíticos con sus rubricas respectivas, en la importante asignatura de la Matemática I, así como implementar nuevas y conocidas estrategias de enseñanza que vengán a mejorar significativamente la acción docente en su didáctica, y por supuesto los estudios de resultados en secciones pilotos a medir en un tiempo cercano, para luego repetir estudios de eficiencia universitaria y efectividad en los aprendizajes relativos. Todo ello para intentar responder situaciones de vigencia actual como los siguientes interrogantes: ¿Se puede lograr mayor motivación y participación en el estudiante para el desarrollo de los conceptos matemáticos? y ¿Se puede lograr un aprendizaje significativo de estos contenidos?

Metodología

Se trata de una investigación de campo con entrevistas a docentes relacionados a la Matemática I y a estudiantes que ya pasaron los estudios básicos de sus carreras. Todo en un instrumento tipo cuestionario el cual es definido y detallado a continuación. El estudio, además, se apoyará en una indagación documental previa del tipo descriptivo en semestres recientemente culminados, donde se investiga el número de secciones en cada ciclo por carreras de la facultad, en las variables de: el porcentaje de aprobados y la nota promedio en aprobados.

Con el objetivo de establecer el punto de partida de resultados académicos en la Matemática I y verificar su estadística promedio con lo que se busca descubrir como debilidad posible actual en la enseñanza y los aprendizajes pretendidos en esta famosa asignatura. A continuación, es posible ver el siguiente encabezado en la *Tabla 1*, modelo usado para la recolección de información sobre el estudio documental realizado en la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas en la Universidad de Guayaquil.

Tabla 1*Estudio Documental en Resultados Académicos***Facultad / Carrera:** _____. **Asignatura: Matemática I. Lapso / año:** _____.

Secciones / Lapso	Asistencia al primer examen parcial	Asistencia al primer examen parcial	Estudiantes aprobados	Promedio de notas en aprobados
Estudiantes	Nº. %	Nº %	Nº %	Nota

En el marco de una completa visión sobre la efectividad y la eficiencia docente en educación como fenómeno se cita que pensarse la educación desde un devenir histórico, de una tradición que le antecede, es develar su cartografía, sus hallazgos nomológicos o emergentes e interpelar la educación de actuaciones descontextualizadas, científicas y de injusticia epistémica (Rosero-Prada y De la Ossa, 2022).

Entonces, este diagnóstico inicia con el reconocimiento de partida de las siguientes variables características de resultados en la asignatura de Matemática I. Ellas una vez promediadas vienen a ser como resultados a mejorar en estudios posteriores a este trabajo, en aplicación de nuevas estrategias didácticas para la enseñanza de la primera matemática universitaria, con los fines de obtener los aprendizajes correctos; a continuación, los resultados recopilados del estudio documental.

2.1 Resultado documental previo

Los resultados educativos en aprobaciones y notas de los ciclos académicos de la Matemática I se tienen en la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Carreras de Ingeniería Civil y Sistemas.

- Para el ciclo I 19-20, en ocho (08) secciones en la Carrera de Civil, se promedia un 58,36% de aprobación y un promedio de nota en estos estudiantes de 7,65 puntos. Si bien en ambos ciclos se observan secciones con “picos” que van desde una mínima de 21% de aprobados y una máxima de 75%. Se recolecta el promedio general del ciclo.
- En nueve (09) secciones del siguiente ciclo II 19-20 se promedia un 56,82% de aprobados, con un promedio de nota en estos estudiantes de 7,51 puntos.
- En nueve (09) secciones del ciclo I 19-20 en la Carrera de Ingeniería de Sistemas se promedia un 65,82% de aprobados, con un promedio de nota en estos estudiantes de 7,63 puntos.
- Para el ciclo II 19-20, en ocho (08) secciones se promedia un 62,36% de aprobación y un promedio de nota en estudiantes aprobados de 7,55 puntos.

En vista que se estableció el retorno presencial para el ciclo académico en la Universidad de Guayaquil CII 22-23, para finales de noviembre 2022 se tomó la decisión de considerar solo resultados académicos previos a la pandemia del covid-19; sin embargo, y, como referencia, se tienen los siguientes resultados muy interesantes ocurridos en dos periodos de clases virtuales, a saber para los ciclos I y II (20-21), en un total de treinta y cinco (35), de estas dos carreras de la

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas se promedia un 70,36% de aprobación y un promedio de nota en estos estudiantes de 7,85 puntos.

Se puede afirmar con estos resultados que se cumple con un valor promedio aceptable como punto partida para la Matemática I presencial, de un 60% de aprobados en valor mínimo y que estos estudiantes aprobados tienen una nota aprobatoria de 7,58 puntos; es decir, ¿se está aprendiendo la matemática? En este sentido, para Herrera et al. (2012) la apropiación del conocimiento matemático transcurre por la reflexión, la comprensión, la construcción y la evaluación, que propician la adquisición y el desarrollo de habilidades y actitudes para un adecuado desempeño matemático en la sociedad.

Interesante cuando se le compara como valor relativo hacia la nota mínima aprobatoria de siete puntos; donde se obtiene un valor característico de la geografía nacional e incluso de estudios similares realizados en otras latitudes de: 1,086, lo que conduce a decir en términos porcentuales de casi un 9% tan solo por encima de la nota aprobatoria, ni cerca del siguiente dígito entero que sería los ocho puntos, con mucho menos y para nada intermedio con la nota óptima de diez puntos (10).

Donde la relevancia del estudio y característica de la asignatura es que se aprende la resolución de los ejemplos, pero no su contenido (Cárdenas, 2007). El error puede ser un conocimiento previo sin aplicación correcta y estas fallas en los niveles de estudios secundarios de las matemáticas generan en el estudiante universitario reacciones, tales como una actitud memorística sin la intuición matemática del concepto y la idea de solo aprobar por encima de aprender.

En la tesis doctoral de Tirado (2020) se recoge un porcentaje relativo de nota promedio en estudiantes aprobados de la Matemática I, para un estudio en varias carreras en la Universidad de Oriente, Venezuela, para los años 2014-2016 del 7%, es decir, solo 0,4 puntos por encima de la nota aprobatoria de cinco puntos aceptada en ese país; es decir, 5,4 puntos de nota promedio en estudiantes aprobados (p. 16-21).

Por supuesto, aceptando estos resultados en la nota de estudiantes aprobados, vienen a ser valores a mejorar en propuestas didácticas siguientes para la Matemática I universitaria; donde el trabajo busca intentar descubrir las posibles debilidades en la enseñanza para los aprendizajes medulares de esta asignatura como esencia al ser un estudio diagnóstico, luego al entrar en el estudio de campo para los protagonistas principales de la educación se debe hablar de población en docentes y estudiantes a entrevistar en la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

De acuerdo con Arias-Gómez y Villacís-Keever (2017, p. 202) “la población de estudio es un conjunto de casos, definido, limitado y accesible, que formará el referente para la elección de la muestra, y que cumple con una serie de criterios predeterminados de interés”. Este conjunto de elementos puede ser una persona, familia, empresa, zona, animal u objeto; en la investigación son los docentes que dictan, han dictado la materia o pertenecen a asignaturas afines, y estudiantes que cursaron las asignaturas de matemáticas y se encuentran en los llamados estudios profesionales.



Por supuesto, bajo la lógica de lo difícil de entrevistar a todos se hizo una selección al azar o muestra, tanto en docentes como en estudiantes de avanzada en este estudio diagnóstico. Para lo cual el instrumento de la encuesta a seguir se aplicó en forma presencial y por medio de la plataforma Office 365 de la universidad, programa Forms1.

2.2 Estudio de campo, instrumento usado

El instrumento de medición para la información obtenida en los docentes de toda el área del conocimiento que participan en los talleres programados, y de los estudiantes al finalizar un lapso académico, como autores o informantes calificados fue el cuestionario que según Rusque (2003) es un “procedimiento de recolección de información para ser transformada en datos pertinentes a la investigación”.

Se consultó a 60 docentes que dictan o han dictado la asignatura de Matemática I o afines, y a 31 estudiantes, en un cuestionario similar sobre: *a)* sus opiniones en la enseñanza, *b)* el aprendizaje observado u obtenido, de esta primera matemática universitaria, *c)* sobre si están de acuerdo en que debe conllevar cambios o mejoras, y *d)* preguntas específicas relacionadas al conocimiento matemático que se supone deben manejar. Como estudio ampliado y más directo al ser personal, precisamente del conocer sobre el aprendizaje debido y que se maneja.

Es decir, el cuestionario es un algorítmico lógico de preguntas abiertas de opinión combinadas con posibles respuestas cerradas, que conduce a una autoverificación en los participantes al incluir preguntas sobre definiciones básicas y fundamentales en el conocer de la Matemática I.

A continuación, se muestra un ejemplo de cuestionario:

1) Opine sobre la enseñanza de la Matemática I, *¿qué recuerda o dicta*, en su orden y secuencia?
_____.

2) *¿Diga sobre el aprendizaje qué observa o recuerda de estos contenidos? ¿Existe utilidad oportuna de lo aprendido?* _____.

3) *¿Pueden existir mejoras en la enseñanza a fin de obtener más o mejor aprendizaje?*

Si _____. Porque _____ . No _____. Porque _____ .

4) Por favor responda las siguientes preguntas específicas:

¿Qué es una función? _____.

¿Qué es el límite de una función? _____.

¿Qué es la función derivada? _____.

1 Enlaces usados: <https://forms.office.com/r/3gmWwENkEG>. <https://forms.office.com/r/OLEkTqVe3q>

La primera pregunta introduce al encuestado en el tema de estudio, buscando en el docente una opinión clara y concisa sobre su labor en la Matemática I y una opinión algo más crítica de ser docente en área afín; para el estudiante es una participación de justicia en el sentido de que puede y tiene la suficiente madurez para opinar sobre lo vivido en sus posibles dificultades de aprendizaje en los contenidos para con esta asignatura. Precisamente, al ser un mismo cuestionario, existe aquí la connotación de: “Qué recuerda o dicta” donde el estudiante responde por lo que recuerda que vivió en este curso ya pasado y el docente en lo que aplica como profesional de la educación.

En la segunda pregunta, y, ante aquello de lo inmedible del aprendizaje como teoría educativa general, el entrevistado docente opinará sobre lo que observa y/o puede medir en cuanto a lo que aprendieron sus estudiantes, o sea, se autoevalúa en su eficacia; para los estudiantes, la segunda pregunta viene a seguir siendo una ventana a la crítica constructiva de la asignatura y de cómo le fue enseñada en relación con lo aprendido.

La tercera pregunta es la de mayor contrastación entre docentes y estudiantes, en el sentido de que el primero, y, dependiendo de sus primeras respuestas, puede ser condicionado a negar posibles mejoras; para el estudiante es de nuevo la posibilidad de aportar según su experiencia vividas en las siguientes matemáticas de los estudios básicos y en las asignaturas vistas donde la matemática básica le es prelación. Viendo que se requiere de los conocimientos de la Matemática I, resulta interesante aquí esta opinión, por lo general poco tomada en cuenta por quienes son los encargados de realizar sílabos y planes analíticos, que por lo general obvian al estudiante.

El cuestionario cierra en el llamado *momento de la verdad*, con su pregunta final en tres definiciones básicas y necesarias en la Matemática I, en una forma de intentar medir lo aprendido y sobre todo validar las primeras dos respuestas en el entrevistado. Tan simple como una primera opinión de que la enseñanza es buena, el aprendizaje es el correcto; en contrapartida de respuestas incorrectas en términos de definición, o incluso, viceversa, con respuestas iniciales sesgadas a la crítica sobre la enseñanza actual y los aprendizajes observados en la Matemáticas I, con respuestas certeras.

Entonces, el estudio puede conducir a la llamada trasmetodología, pues con opiniones similares o repetidas conduce a una estadística a ser promediado como respuesta porcentual ante un lector que busque valores específicos; es decir, lo cualitativo en las respuestas personales, incluidas las definiciones, se mezcla en un valor cuantitativo. Como aspecto de importancia y originalidad de este trabajo, que busca precisamente sustentar la necesidad de nuevas estrategias didácticas en la enseñanza de la Matemática I, basado en un diagnóstico de posibles debilidades en la enseñanza actual y los aprendizajes deseados y/o medibles en esta importante asignatura inicial en los estudios universitarios.

Donde incluso algunas respuestas en la tercera pregunta sean de parte de estudiantes o docentes, pueden sin duda ser el punto de partida en siguientes investigaciones sobre el tema para mejorar los aprendizajes con propuestas educativas en el tema de la eficacia y eficiencia docente. Resulta importante recalcar de este trabajo su rigurosidad, en el sentido de que cada estudio por separado se hace con un instrumento sólido que busca confirmar su indagación; además de la comparación con el estudio realizado en estudiantes, y estudios similares previos de antecedentes.



2.3 Estudio de campo en docentes

El resultado obtenido para 60 docentes encuestados, sea de forma presencial o a través del Office 365, arrojó lo siguiente:

- Pregunta 1: 26 docentes manifiestan que la enseñanza actual tiene suficientes fallas, opiniones extremas desde muy mala, es muy básica, no considera el conocimiento previo del estudiante, es superficial con poca ejercitación, muy conceptual y algunas encuestas sin respuestas. Para un 41,3% promedia una aceptación regular. Mientras tanto, un 58,7%, 34 docentes, dice que la enseñanza es buena con aplicaciones suficientes, con una correcta y secuencial metodología.

Si bien en esta primera pregunta ya hay respuestas hacia posibles aportes para mejorar la enseñanza, la pregunta en su finalidad recoge que casi el 60% de los profesores acepta la enseñanza actual de la Matemática I en sus contenidos.

- Pregunta 2: en relación con el tema álgido de si los estudiantes aprenden, el 55% de los docentes (33 en total) manifiesta que se aprende el contenido del sílabo, a pesar de que el estudiantado llega con fallas numéricas y el grupo –por lo general– se caracteriza por no ser homogéneo en saberes; nuevamente en los cuestionarios se recogen opiniones diversas sobre aportes para la mejoría en general.

Interesante es que 8 docentes no responden y 19 manifiestan que la asignatura es exigente y se deben desarrollar habilidades en el estudiantado; nuevamente se hacen afirmaciones críticas sobre la educación de la matemática básica, tales como que se deben quitar los aportes tecnológicos que afectan el aprendizaje real, que debe existir mayor aplicación y ejercitación para salir de lo convencional, que las evaluaciones deben ser continuas y que la Matemática I es una asignatura de contenido cognitivo complejo.

Dos docentes afirman que el aprendizaje medible es muy malo, y el otro se pregunta: ¿Cómo prueban si no aprenden? en función del objetivo del cuestionario, al convertir preguntas abiertas de tendencia cualitativa en números cuantitativos como dato e información diagnóstica, se puede afirmar que entre las dos primeras preguntas el 58% de los docentes considera que la enseñanza es buena y se aprende.

- Pregunta 3: todos los encuestados docentes manifestaron que sí puede haber mejoras en la enseñanza para el logro de los aprendizajes en los contenidos de la primera matemática universitaria; sin embargo, algunas propuestas son contradictorias. Indican que a) se requiere de más *softwares* de apoyo en las ejercitaciones, contra la afirmación de que se debe eliminar este apoyo tecnológico, b) se debe motivar el desarrollo del pensamiento lógico y el manejo algebraico, en contrapartida de un desarrollo conceptual solo analítico en teorías de conjuntos para la unidad de funciones, y c) desarrollar más ejercicios relacionados con la carrera que se estudia en frente de, que la asignatura debe ser conceptual.

El aporte más repetido consiste en incrementar la ejercitación como una estrategia para manejar el concepto, donde solo 4 docentes manifestaron el incremento del aspecto visual o de gráficas de apoyo en el desarrollo de las definiciones, así como en los ejercicios. En algunas encuestas usadas a través del Office 365, donde esta pregunta se estableció con opciones a elegir, las dos más votadas fueron la mayor ejercitación en las clases y el apoyo con *softwares* libres para simulaciones, con la nota que ningún docente conoce el método *Gráfico de Relaciones*, como novedad didáctica. Se puede concluir para la tercera pregunta en su finalidad objetiva, que todos los docentes están de acuerdo con que pueden y deben existir cambios en pro de la mejora en la enseñanza de la Matemática I.

- Pregunta 4: en cuanto a las definiciones como puesta a prueba de lo dicho anteriormente, en un sentido del grupo total de docentes encuestados, pues una mirada individual acarrea variadas posibilidades de interpretación. Se manifiesta no sin sorpresa lo siguiente:
 - a. a) El 30% define correctamente una función del plano, 37% hace lo propio en el concepto del límite de una función y un 40% responde sobre la derivada como otra función característica, para un 36% de respuestas correctas.
 - b. b) Casi un 54% de los docentes responde incorrectamente las definiciones solicitadas, donde incluso existen conceptos ambiguos, mal definidos o solo colocan su expresión algebraica.
 - c. c) El 10%, un total de 6 docentes, deja toda la cuarta pregunta del cuestionario en blanco. Con esto dan por aceptado que pertenecen a áreas afines o simplemente no recuerdan la Matemática I, desde que fueron estudiantes.

Si bien puede ser una situación preocupante considerada puntual, se busca establecer una conclusión sobre el diagnóstico observable en la enseñanza y los aprendizajes debidos en la asignatura de Matemática I, así como recomendaciones generales, por lo que las debilidades en algunas acciones docentes pueden ser el resultado de múltiples variables que van desde la constante movilidad en las asignaturas dictadas, la poca experiencia en la docencia, la baja preparación específica, y, por supuesto, el manejo memorístico generacional de las concepciones centenarias de la primera matemática universitaria.

En este punto se puede decir para estos tiempos que la didáctica de la matemática inicial universitaria no posee una epistemología propia, y que la debilidad en el aprendizaje actual de sus contenidos es una situación generacional; es decir, se aprenden débilmente los conceptos fundamentales de la matemática básica universitaria, para luego, siendo un profesional que termina como docente, se enseña con debilidades que perduran.

2.4 Estudio de campo en estudiantes

Para continuar el diagnóstico a modo de reforzar lo obtenido hasta ahora en docentes, y por qué no considerar al estudiante de mitad de carrera en su opinión sobre la educación vivida en sus estudios básicos, a continuación, se recopilan resultados de 31 estudiantes encuestados.



- **Pregunta 1:** 9 estudiantes recuerdan que se les enseñó bien, haciendo énfasis en las unidades de límite y derivadas, 14 que la enseñanza fue regular en la signatura de Matemática I y 7 dicen que la enseñanza es mala, con tendencia a lo abstracto. De aquí se recogen cualidades extremas que van desde buena materia a no gustarle nada. En términos de este trabajo se habla entonces de un 75% de estudiantes que considera la enseñanza aplicada en esta materia como aceptable.
- **Pregunta 2:** 7 encuestados dicen que la Matemática I sirve para entender y superar los contenidos en otras asignaturas como las siguientes matemáticas en la malla, que sus contenidos aprendidos son útiles y oportunos (23%). Quince estudiantes dejan este espacio en blanco en sus encuestas; esta pregunta cierra con 9 estudiantes que manifiestan que no aprendieron nada, donde varios de estos afirman que sus contenidos no tienen utilidad en materias siguientes. En promedio, sobre la acción docente se puede obtener que, para las dos primeras preguntas desde la perspectiva del estudiante, el 40% apoya la enseñanza actual y sus aprendizajes.
- **Pregunta 3:** 25 de los estudiantes afirman que debe haber mejoras en los contenidos y en la acción de los docentes. Entre los cambios sugeridos están incrementar los ejercicios por temática desarrollada y reconocer y aplicar *softwares* de respaldo para confirmar resultados. O sea, 81% manifiesta que sí pueden y deben existir mejoras.
- **Pregunta 4:** Muy interesante resultó en la investigación descubrir que en las preguntas específicas el 30%, 36% y 32% respectivamente, responde correctamente las tres preguntas sobre definiciones fundamentales de la Matemática I, para un promedio asertivo del 33%. Entonces se habla de hasta un 67% de estudiantes que no recuerdan estos contenidos, responden erradamente o incluso dejan los espacios vacíos; es incluso cuando se podría afirmar sobre aprendizajes pocos significativos en el momento de estudio. Donde como se ha dicho, se afirma de un estudio profundo cuándo el concepto de diagnóstico abarca a los protagonistas de la clase como estrategia conceptual de amplitud, que queda respaldada por las similitudes de resultados en ambas poblaciones.

Resultados

Los resultados observables en este estudio, desde el documental en la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas y los de campo en las entrevistas, y para nada asumidos como estrictos o estrictamente correctos por lo singular del mismo, se pueden resumir por partes sobre cada pregunta formulada en estudiantes y docentes como los siguientes.

3.1 Resultados documentales

El estudio documental arroja que para tres ciclos seguidos recientes en una Facultad de la Universidad de Guayaquil, el promedio de estudiantes aprobados es del 60% con 7,58 puntos de nota promedio; como valores referenciales y de partida para comparar con futuros resultados ante posibles nuevas propuestas didácticas, aplicadas en cursos piloto: tendencia en la actualidad de apoyar la enseñanza de la Matemática I con la praxis geométrica, como estrategia de manejar el concepto, vivirlo y mejorar los aprendizajes esperados. Cabe mencionar que en el curso 5A de

Matemática I del ciclo pasado CII 22-23, en la carrera de ingeniería civil, se obtuvo un 72% de aprobados con nota promedio de 7,80 puntos, usando el método gráfico de relaciones.

3.2 Resultados en las entrevistas

- a. El estudio en entrevista-encuesta realizada en docentes relacionados a la Matemática I arroja que el 56% apoya la enseñanza actual y los aprendizajes que puede producir. Todos están de acuerdo en que pueden existir mejoras en la enseñanza, pero solo el 37% responde correctamente a las definiciones fundamentales solicitadas. Aceptable entonces su opinión de que pueden y deben existir cambios en procura de mejorar.
- b. En el estudio par sobre estudiantes de avanzada en sus carreras se descubre que solo el 41% está de acuerdo con la enseñanza actual y sus aprendizajes, el 75% apoya que se hagan cambios y actualizaciones y solo el 33% responde correctamente las definiciones solicitadas. Demostrando que tiene razón en sus opiniones previas.
- c. Se debe aceptar que los resultados no son precisamente los esperados, y, que, en definitiva, cabe la posibilidad de establecer nuevas estrategias didácticas en la enseñanza de la Matemática I actual con miras a mejorar la acción docente y lograr aprendizajes significativos en las definiciones centenarias de esta asignatura formal.

3.3 Aporte en el sentido de las respuestas obtenidas

Si bien el concepto de función es un clásico, con la mayoría de las respuestas correctas se pudo observar más en estudiantes que en docentes una falta de dominio aprensivo y de utilidad.

Pero la verdadera debilidad descubierta inicia con el concepto o definición del límite de una función, en especial en docentes que colocan su sola expresión, las que nos dejó Leibniz sin definirlo castellanamente, o su definición Epsilon-Delta. Incluso mucho peor en términos educativos escribir un leve concepto y expresar un límite indeterminado como si fuese el contenido vital de esta unidad en la Matemática I.

Siguiendo una tendencia de marcar o resaltar la abstracción o dificultad en conceptos matemáticos centenarios, olvidando su didáctica y su singular belleza, se muestra el siguiente enlace de un conocido video de YouTube en explicaciones algebraicas que de entrada dice como título: *Qué es el límite de una función y cómo calcularlo paso a paso*. Para seguidamente explicar un límite indeterminado clásico de factorización algebraica, donde largamente encuentra su tendencia de imagen (@matematica con Juan, 2023).

Cuando la idea del límite es descubrir sus imágenes o tendencias por acercamiento infinitesimal, en especial en funciones ya previamente graficadas de toda índole y solo al final de la unidad tocar el tópico de las indeterminaciones.

A continuación, otra muy posible debilidad de aprendizaje generacional se descubre en el concepto de la función derivada preguntado, donde algunas respuestas docentes y de estudiantes



consideradas insuficientes son: es una reducción, es una razón de cambio, es una traslación, o simplemente escribir su definición como un límite puntual indeterminado, entre las más comunes.

Respuestas verdaderas en determinadas situaciones o funciones del plano que no deben considerarse como definición general, al no cumplirse en todas las situaciones; a saber, una derivada resulta como una reducción en algunas funciones algebraicas, como un movimiento de traslación o reflexión en las trigonométricas primarias y no siempre es una razón de cambio en el punto estudiado, por el solo hecho de la existencia de la exponencial, que no se ve afectada por la condición de derivarla.

Es decir, el instrumento usado en el diagnóstico pide una definición castellana, según lo usado o recordado en tópicos clásicos de la Matemática I o Cálculo diferencial, y en un promedio sobre el 60% responden incorrectamente o como se ha dicho con debilidad conceptual. Porque al existir una debilidad en la enseñanza actual que algunos llamaran fallas educativas, vacíos o incluso enigmas presentes. Entonces, este trabajo cumple su objetivo al sentar la inquietud para propuestas didácticas. En este sentido, existen variadas teorías sobre el aprendizaje evolutivo, incluso desde la niñez, donde se busca ajustar la enseñanza de la matemática desde sus inicios como ciencia formal con el apoyo gráfico como *ambiente adecuado* posible; concepto tomado de Garnacha et al. (2018, p. 61).

El conocimiento matemático debe estar inmerso “dentro de un contexto para su enseñanza”, lo cual significa que estaríamos en presencia de un proceso dinámico, en contradicción con la rutina de la educación tradicional como el esquema clásico de repetición; en este orden de ideas Rico (2012, p. 51) opina que la didáctica es una ciencia superior a la pedagogía educativa. En ese sentido y tomando la opinión de Kilpatrick allí referenciado podemos afirmar que “Cuando los estudiantes trabajan en un problema matemático, el carácter y el significado del conocimiento que ellos construyen está cambiando”.

Conclusiones

El diagnóstico general realizado en una Facultad de la Universidad de Guayaquil, en referencia a la educación de la Matemática I en docentes y estudiantes supone las siguientes conclusiones del estudio y las correspondientes recomendaciones.

El diagnóstico realizado muestra similitudes entre las respuestas de los estudiantes de avanzada y los docentes consultados; en especial, digno de interés es la similitud en la deficiencia mostrada para algunas preguntas sobre conceptos básicos de la Matemática I universitaria para ingenierías, donde se puede incluso llegar a teorizar la idea de una muy posible debilidad generacional; es decir, se aprenden algunos conceptos con un manejo en enigmas y luego de este estudiante graduarse y llegar a ser docente universitario, lo enseña con el mismo nivel recordado e incluso con sus mismos enigmas.

Una deficiencia conceptual en el manejo de las definiciones centenarias de la primera matemática universitaria, conocida como cálculo diferencial, de hasta un 60%, es sin duda un resultado no

esperado y preocupante, que debe activar estudios consecuentes para confirmar lo obtenido, así como de nuevas estrategias de enseñanza a mejorar la acción docente y su didáctica.

En este sentido, las facultades o en una facultad que asuma este compromiso y dentro de una carrera de ingeniería específica se puede primero convocar talleres de formación docente en el ámbito de la Matemática I, para incluir la novedad actual de su enseñanza por visión, llamado método *Gráfica de Relaciones*, para luego a partir de allí diseñar un plan estratégico de cursos pilotos de esta asignatura, con la finalidad de concluir un ciclo completo; realizar los respectivos estudios de campo diagnósticos similares a los aquí realizados para comparar resultados en vía por supuesto de mejorar la acción docente para con la asignatura centenaria de la Matemática I, en ingenierías.

Como recomendaciones se tiene:

- a. Ampliar este estudio de forma similar en otras facultades de la Universidad de Guayaquil, así como en otras universidades de la ciudad, a fin de demostrar o validar mejor la existencia de la posible debilidad en la enseñanza actual de la Matemática I.
- b. Realizar estudios para confirmar si existe la teoría educativa que califica el o los enigmas de la enseñanza actual de la matemática como un problema generacional; es decir, con suficiente data en un estilo ígneo que ya existe el docente o profesional de la educación con enigmas en su formación matemática.
- c. Coordinación del área de matemáticas de la facultad, realizar un estudio piloto en secciones escogidas donde se apliquen nuevas estrategias didácticas para la enseñanza de la Matemática I, para poder establecer mejoras en la acción docente y en los aprendizajes debidos a esta ciencia formal. En especial a la tendencia actual en algunas carreras de la Universidad de Guayaquil de modificar los contenidos de Sílabos en las tres primeras matemáticas para ingeniería, donde está ocurriendo una *mezcla* de temáticas en las mismas asignaturas.
- d. Desarrollo de textos, guías, componentes de talleres o cursos específicos a docentes, sobre los contenidos visuales de la primera matemática universitaria, como estrategia educativa posible a establecer ante las situaciones y resultados observados; con el fin lógico de que exista material de apoyo y formación docente en este sentido.

Entonces, el docente contemporáneo debe mostrar definiciones y sus prácticas, con relación a lo que averigua o descubre que sus estudiantes han aprendido previamente para ser mejorado y ampliado. La idea central es que el aprendizaje humano se construye cuando la mente de las personas elabora nuevos conocimientos, a partir de la base de enseñanzas anteriores. El aprendizaje de los estudiantes debe ser dinámico, participando en actividades promovidas por el docente en acciones y eventos de clase inéditos, para no permanecer de manera pasiva observando o solo escuchando lo que se le explica (Hernández, 2008).

En este sentido, una tarea propia de la formación del profesorado debe ser en didáctica de la geometría, realización de construcciones manuales en pizarra o con ayuda de algún software, con el objetivo de ser conscientes al menos, de los elementos matemáticos expuestos (Arnal-Bailera y

Ollen-Marcel, 2020:69). Entonces podría resultar como método para permitir superar el memorismo tradicional para lograr un aprendizaje significativo, sin los enigmas actuales.

Referencias

- Arnal-Bailera, A., y Ollen-Marcen, A. (2020). Construcciones geométricas en GeoGebra a partir de diferentes sistemas de representación: un estudio con maestros de primaria en formación. *Revista Educación Matemática*, 32(1), 67-69. <https://doi.org/10.24844/em3201.04>
- Arias-Gómez, J., y Villasís-Keever, M. (2016). El protocolo de investigación III. *Revista alergia México*, 63(2), 201-206. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
- Cárdenas, R. (2007). Carencias, dificultades y errores en el aprendizaje matemático, en alumnos del primer semestre de la escuela de educación de la Universidad de los Andes. *Orbis; revista de Ciencias Humanas*, (6), 68-84. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5009178>
- Carvajal, L. (2000). *Para transformar la educación*. Publicaciones de la Universidad Católica Andrés Bello.
- Castro, J. (2018). Diseño del syllabus de “cálculo diferencial”, basado en la gráfica de relaciones, en consideración de un estudio preliminar del problema y en opiniones docentes. *Revista Paradigma*, (1), 387-406. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2018.p387-406.id661>
- Garnacha Veloz, J., Pinos Morales, G., y Viteri Valle, V. (2018). El ambiente de construcción en el desarrollo del pensamiento lógico matemático en la Educación Inicial. *Revista Investigación, Tecnología e Innovación*, 10(10), 58–66. <https://doi.org/10.53591/iti.v10i10.184>
- Hernández, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. *Rev. U. Soc. Conocimiento*, 5, 26. <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v5i2.335>
- Herrera, N., Montenegro, W., y Poveda, S. (2012). Revisión teórica sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (35), 254-287. <https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/361>
- Matemática con Juan. [@matematicaconjuan] (2023). *Qué es el límite de una función y cómo calcularlo paso a paso*. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=yptVvhFVFlo>
- Rico, L. (2012). Aproximación a la Investigación en Didáctica de la Matemática. *Revista Avances de Investigación en Educación Matemática I*, (1), 39-63. <https://doi.org/10.35763/aiem.v1i1.4>
- Rosero-Prada, A., y De la Ossa, E. (2022). Nuevos escenarios, actores y prácticas educativas donde se construye la convivencia, la diversidad y la cultura. *Revista Electrónica Educare*, 26(2). <https://doi.org/10.15359/ree.26-2.4>
- Rusque, A. (2003). *De la diversidad a la unidad en la educación cualitativa*. Editorial Hermanos Vadell.



Tirado, A. (2013). *Diseño de un programa de Matemáticas I del básico universitario de ingeniería, para facilitar su enseñanza y mejorar el aprendizaje obtenido, basado en el método gráfico* [Trabajo de ascenso sin publicar, Universidad de Oriente].

Tirado, A. (2020). *El aprendizaje universitario de la matemática básica con los fundamentos de la praxis geométrica* [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Experimental Libertador].

Copyright (2023) © Alberto Tirado Sanabria y Giselle Núñez Núñez



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)



Tecnología de Internet de las Cosas en el monitoreo de cultivos agrícolas

Internet of things technology in agricultural crop monitoring

Fecha de recepción: 2023-05-15 • Fecha de aceptación: 2023-08-04 • Fecha de publicación: 2023-10-10

Martín Carlos Abad Alay¹

Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Ecuador

martin.abad2016@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4585-2878>

María Alejandra Méndez García²

Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Ecuador

maria.mendez2016@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-8806-3529>

Orlando Ramiro Erazo Moreta³

Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Ecuador

oerazo@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-5642-9920>

RESUMEN

El Internet de las Cosas (IoT) desempeña un papel importante en la agricultura porque proporciona beneficios para el desarrollo de cultivos y mejora de producción. Como existen diversos artículos que muestran su utilidad, la finalidad de este trabajo es analizarlos sistemáticamente para extraer datos sobre sistemas IoT enfocados en monitorizar cultivos agrícolas. Como parte del protocolo de revisión se plantearon cuatro preguntas direccionadas a conocer más sobre la manera en que se realiza el

monitoreo, los componentes empleados, las funcionalidades y los datos recolectados. Utilizando cuatro de las bases de datos populares del área, se seleccionaron 41 artículos. De la extracción de datos se pudo conocer la utilización de dispositivos IoT con cierta preferencia hacia las aplicaciones móviles y una tendencia a emplear componentes como: ESP8266, YL-69, DTH-1 y Arduino. Además, entre las funcionalidades identificadas están el monitoreo del suelo, del crecimiento y rendimiento del cultivo, de la invasión de animales, el riego automático, entre otras. Por último, se encontraron varias decenas de tipos de datos que recolectan los dispositivos como parámetros ambientales y características del suelo. Todos estos datos ayudan en la caracterización de los sistemas IoT de interés y pueden servir de base para desarrollar otros.

PALABRAS CLAVE: procesamiento de datos, productos agrícolas, sistema agrario, vigilancia

ABSTRACT

Internet of Things (IoT) plays an important role in the agricultural sectors because it provides benefits such as crop development and production improvement. As there are various articles that show their usefulness, the purpose of this work is to systematically analyze them to extract data on IoT systems focused on monitoring agricultural crops. As part of the review protocol, four questions were posed aimed at learning more about the way in which monitoring is carried out, the components used, the functionalities, and the data collected by the devices. Using four of the popular databases in the area, 41 articles were selected. From the data extraction it was possible to know the use of IoT devices with a certain preference towards mobile applications and a tendency to use the following components: ESP8266, YL-69, DTH-1 and Arduino. In addition, among the identified functionalities we can mention the soil monitoring, the growth and the crop yield, the invasion of animals, automatic irrigation, among others. Finally, several tens of types of data collected by the devices such as environmental parameters and soil characteristics were found. All these data help in the characterization of the IoT systems of interest and can serve as a basis for the development of others.

KEYWORDS: data processing, agricultural crops, agromatics, monitoring

Introducción

La agricultura es uno de los sectores más importantes porque es la base de la alimentación humana y cada día es más demandada por la población (Tzounis et al., 2017; Verdouw et al., 2016). Conforme se incrementa la población, se requiere una mayor producción de alimentos. Sin embargo, los agricultores no siempre disponen de tiempo, mano de obra y otros recursos necesarios para los cuidados que requiere cada uno de sus cultivos agrícolas. A pesar de la amplia experiencia que podrían tener, los agricultores a menudo dependen de métodos tradicionales y subjetivos para monitorear y controlar sus cultivos, lo que puede llevar a decisiones inexactas y costosas (Mazo-Zuluaga, 2020).

Esto significa que uno de los principales problemas, a los que se enfrenta la agricultura, es la falta de información en tiempo real sobre las condiciones de los cultivos y los factores ambientales que pueden afectar su rendimiento. A esto se le puede sumar la gestión ineficiente de los recursos del agua y de otros recursos naturales que puede tener efectos negativos para el agricultor y sus cultivos. Por ello, es necesario seguir buscando soluciones como las que pueden brindar las tecnologías de la información y comunicación.

Precisamente, el Internet de las Cosas (IoT) se está utilizando cada vez más en el sector agrícola para la monitorización de los cultivos y la optimización de su crecimiento (Tovar et al., 2019). Los dispositivos IoT como sensores y cámaras se pueden instalar en los campos y ser utilizados para recopilar información sobre el suelo, el clima, la humedad y otros factores que influyen en el crecimiento de los cultivos. Esta información a su vez puede transmitirse por medio de redes inalámbricas a un sistema central para su análisis junto con las posteriores recomendaciones y alertas a los agricultores. En definitiva, los sistemas IoT pueden ser empleados para monitorear automáticamente las granjas agrícolas con una reducida participación de las personas a cargo (Farooq et al., 2019).

Este funcionamiento de los sistemas IoT ha derivado en el uso de diferentes metodologías y de distintos componentes en los trabajos realizados (Guerrero-Ulloa, et al., 2023a;2023b;2023c). Como es de esperar, conocer cómo se están utilizando los sistemas IoT en la agricultura, así como los componentes empleados podría ser de utilidad para su caracterización y un mejor desarrollo de futuros trabajos. Por ello se han llevado a cabo algunas revisiones bibliográficas tratando de organizar el conocimiento en torno a la agricultura e IoT. Algunas de estas investigaciones son generales, llegando a abarcar incluso un poco más que solo IoT; por ejemplo, Bazán-Vera et al. (2017 y Vásquez-Bermúdez et al. (2019), mientras que otras son muy específicas concentrándose en algún tipo de cultivo en particular, tal la de Ponce et al. (2021). Asimismo, otros trabajos más recientes se han concentrado en el rol de IoT en la agricultura como los de Farooq et al. (2019;2020) y en sus avances y desafíos Sinha & Dhanalakshmi (2022).

Más allá de los aportes de los trabajos mencionados, puede resultar de interés conocer con más detalles sobre los sistemas IoT en el ámbito agrícola. De esto nace la finalidad de este estudio, la cual es determinar los componentes y utilidades de sistemas enfocados al cuidado y monitorización de plantas agrícolas utilizando IoT. Para tal efecto, este estudio consistió en



una revisión sistemática de literatura, cuyos resultados ofrecen un panorama más preciso de los sistemas de interés. Así, los resultados que aquí se describen contribuyen a tener una visión más clara de las características de los sistemas IoT para el monitoreo de cultivos y podrían ser utilizados por otros diseñadores o investigadores al momento de diseñar sus propios dispositivos.

Metodología

En el presente trabajo se realiza una investigación utilizando la técnica de revisión sistemática de literatura. Se trata de realizar un conjunto de resúmenes claros y estructurados de la información disponible orientada a responder una o más preguntas específicas (Moreno et al., 2018). Para llevarla a cabo se dividió el proceso en diferentes partes: definir las preguntas de investigación, seleccionar las bases datos en las que se realizará las búsquedas de artículos, definir las palabras claves y cadena de búsqueda, establecer criterios de inclusión y exclusión, y los datos que se van a extraer de los artículos seleccionados.

El primer paso, correspondiente a la definición de las preguntas de investigación, se aprecia en la *Tabla 1*. Como puede notarse, se formularon cuatro preguntas enfocadas especialmente a los componentes de los sistemas IoT.

Tabla 1

Preguntas de Investigación

Pregunta de investigación
¿De qué manera monitorizar las plantas en cultivos agrícolas con el uso de Internet de las Cosas?
¿Qué sensores o componentes se utilizan para garantizar la optimización de recursos y tiempo por parte de los agricultores?
¿Cuáles son las funcionalidades que tienen los dispositivos IoT utilizados para la monitorización y cuidados de los cultivos agrícolas?
¿Cuáles son los datos que recoge el dispositivo IoT?

Una vez definidas las preguntas se seleccionaron las bases datos en las que se realizó la búsqueda de artículos científicos. Para ello se utilizaron cuatro bases de datos: IEEEExplore, Springer, ACM y Science Direct. Estas fueron escogidas por su accesibilidad a una gran cantidad de información bibliográfica relacionada al tema, lo que las hace relevantes en el área (Turner, 2010 y Ponce et al., 2021). Posteriormente se realizó un tipo de búsqueda avanzada de los estudios más relevantes con las palabras claves definidas.

La utilización de palabras claves en el tipo de búsqueda avanzada permite precisar la información que se requiere buscar. En ella se utilizaron las siguientes palabras claves: “IoT”, “Agricultural crop”, “Agricultural sector”, “Monitoring”, “Agriculture” y los operadores lógicos “AND” y “OR”. La combinación de estos términos y operadores dio como resultado la siguiente cadena de búsqueda: (“IoT” AND “Agricultural crops” AND “Agricultural sector” OR “Agriculture” AND “Monitoring”).

Como siguiente paso se procedió a establecer los criterios de inclusión y exclusión. Estos criterios permiten establecer los límites de la revisión sistemática y obtener resultados apropiados en cada consulta realizada en las diferentes bases de datos. Los criterios de inclusión establecidos fueron los siguientes: 1) todo artículo seleccionado debe estar escrito en inglés, 2) en el estudio deben mencionarse los componentes por los que se encuentra conformado el dispositivo IoT, y 3) los datos que recolecta. Para los criterios de exclusión se estableció que se descartarán: 1) los estudios escritos en otro idioma diferente al inglés y que 2) su año de publicación sea inferior al 2017; también se excluyeron 3) los artículos no relacionados con el uso de IoT para la monitorización de los cultivos del sector agrícola.

Resultados

La *Figura 1* presenta los resultados de la búsqueda. Se identificaron 179 estudios en las cuatro bases de datos. Luego de revisar coincidencias y pertinencia se preseleccionaron 86, de los cuales se descartaron 45 aplicando los criterios indicados en la sección previa. Finalmente, se trabajó con 41 estudios que fueron utilizados para extraer los datos que permitan responder las preguntas formuladas. Adicionalmente, la *Figura 2* muestra la distribución de estudios seleccionados de acuerdo con la base de datos indexada de donde fueron obtenidos.

Figura 1

Selección de Estudios

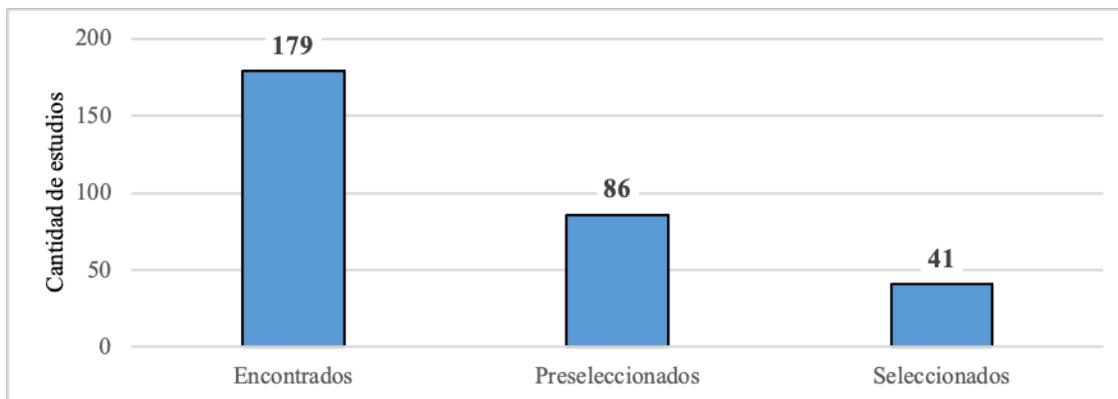
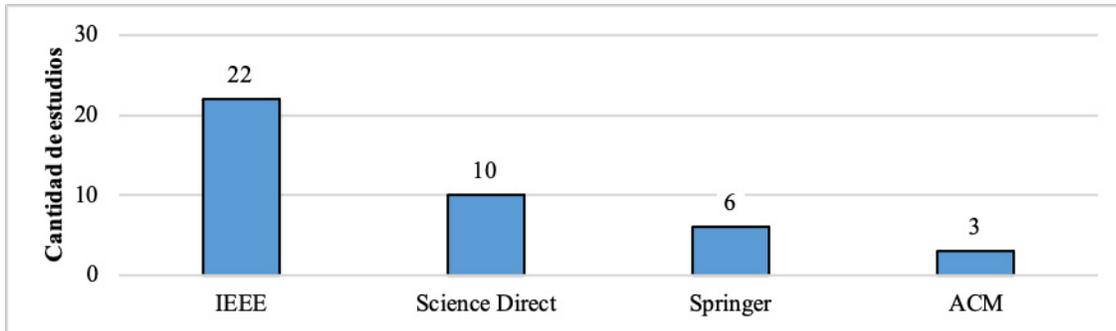


Figura 2

Estudios Seleccionados Para Revisión Detallada según la Base de Datos Consultada



La revisión sistemática de literatura se realizó en el mes de diciembre de 2022, por lo que los documentos se filtraron hasta el año 2022. A continuación, se filtraron los estudios seleccionados por año de publicación (ver *Figura 3*). Se puede observar que el año con más estudios publicados (14) fue 2022, mientras que 2017 fue el año con menos publicaciones (1). También puede notarse que en 2020 hubo una cantidad menor de estudios con respecto a 2019 y 2021. Así, la *Tabla 2* contiene el conjunto de artículos seleccionados y utilizados en la extracción de datos.

Figura 3

Estudios Seleccionados por Año de Publicación

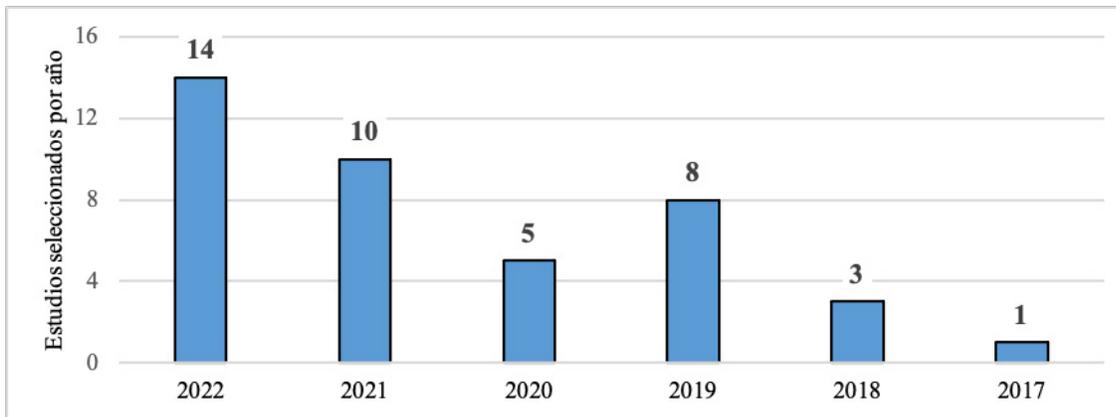


Tabla 2

Resumen de Artículos Seleccionados

Título	Referencia	Descripción
Intelligent irrigation system - An IOT based approach	Rajkumar et al. (2017)	Se trata de un sistema de control automatizado con tecnología electrónica utilizando un microcontrolador que enciende y apaga el motor de bombeo al detectar el contenido de humedad de la tierra y la línea telefónica GSM después de medir la temperatura, la humedad y la humedad del suelo.

Internet of Things (IoT) for Precision Agriculture Application	Dholu & Ghodinde (2018)	Propone el desarrollo de un nodo sensor capaz de medir la humedad del suelo, la temperatura y luz ambiental y crear la señal de actuación para todos los actuadores.
IoT Based Smart Agriculture System	Sushanth & Sujatha (2018)	Se trata del desarrollo de un sistema que puede controlar la temperatura, la humedad, la humedad e incluso el movimiento de los animales que pueden destruir los cultivos en el campo agrícola a través de sensores utilizando la placa Arduino y en caso de cualquier discrepancia enviar un SMS, así como una notificación en la aplicación desarrollada para la misma al smartphone del agricultor mediante Wi-Fi/3G/4G.
Implementation of a Low-power Wireless Sensor Network for Smart Farm Applications	Baldovino et al. (2019)	Se trata de una configuración de red de sensores inalámbricos (WSN) que utiliza una red de área extensa de baja potencia (LPWAN) para abordar el problema de un sistema de comunicación inalámbrica fiable.
IoT Aided Techniques for Agriculture	Malhotra et al. (2019)	Aborda las mejoras de las prácticas agrícolas en la India aumentando el rendimiento y la calidad de las cosechas manteniendo los costes al mínimo.
Utility System for Elevating Pre and Post Production of Crops	Roy et al. (2019)	Se trata de un sistema ayudará a los agricultores a saber qué cultivo dará el máximo rendimiento en función del escenario agrícola actual, a participar en transacciones sin efectivo con el administrador del gobierno para la venta directa de los cultivos y también a estar al día sobre las herramientas modernas y las técnicas agrícolas.
Precise Automation and Analysis of Environmental Factor Effecting on Growth of St. John's Wort	Lekbangpong et al. (2019)	Se trata de un sistema en el cual se aplicó IoT en los dispositivos sensores para controlar y recopilar datos ambientales relevantes del invernadero diseñado.
IoT based Smart System to Support Agricultural Parameters: A Case Study	Pathak et al. (2019)	Se desarrolló un algoritmo de búsqueda de Cuckoo, que permite la asignación de agua para la agricultura en cualquier condición. Los diversos parámetros, como la temperatura, la turbidez, el pH y la humedad, se recopilaron mediante el uso de una plataforma IoT, equipada con sensores relacionados y sistemas de comunicación inalámbrica.
CLAY-MIST: IoT-cloud enabled CMM index for smart agriculture monitoring system	Mekala & Viswanathan (2019)	Evaluó el cociente de temperatura en base a la cantidad de vapor de agua y la presión en el aire lo que valora el crecimiento de las plantas.
AgriPrediction: A proactive internet of things model to anticipate problems and improve production in agricultural crops	Dos Santos et al. (2019)	Presenta un modelo llamado AgriPrediction, que combina un sistema de red inalámbrica de corto y mediano alcance con un motor de predicción para anticipar posibles disfunciones en los cultivos de manera proactiva, notificando así al agricultor las acciones correctivas tan pronto como sea posible.
IoT and agriculture data analysis for smart farm	Muangprathub et al. (2019)	Se desarrolló un sistema de riego óptimo de cultivos agrícolas basado en una red de sensores inalámbricos. Tuvo como objetivo desarrollar un sistema de control utilizando sensores de nodo en el campo de cultivo con gestión de datos a través de smartphone y aplicación web.
Sensor Stipulation with THAM Index for Smart Agriculture Decision-Making IoT System	Mekala & Viswanathan (2020)	Trata sobre un mecanismo de selección de sensores y un índice de medición de la temperatura del suelo, la humedad y la calidad del aire y el agua (THAM) para la estipulación de nodos, basado en un sistema inteligente de toma de decisiones para el ámbito agrícola que considera el cociente de temperatura, un modelo regulador de fertilizantes NPK y la función agronómica.

IoT Sensing Platform for e-Agriculture in Africa	Oliveira-JR et al. (2020)	Se presenta la arquitectura de la plataforma IoT Sensing Platform, la cual describe los diferentes prototipos relacionados con la plataforma propuesta y presenta una validación preliminar llevada a cabo en un conjunto de los prototipos desarrollados, con el fin de evaluar la viabilidad de los elementos de detección del Proyecto "África".
Study of RTPPS algorithm in UWB communication medium for a surveillance system to protect agricultural crops from wild animals	Borah et al. (2020)	Se trata de un algoritmo único llamado "Real Time Pixel by Pixel Subtraction" (RTPPS) de banda ultra ancha para proteger los cultivos agrícolas de diferentes animales salvajes.
Design and Test an Intelligent Irrigation System for Small Surfaces	Al-Atwan & Nitulescu (2020)	Se diseñó y probó un sistema de riego inteligente basado en una red de sensores inalámbricos.
Agrinex: A low-cost wireless mesh-based smart irrigation system	Tiglaio et al. (2020)	Presenta una alternativa a los métodos de monitoreo existentes en las tierras agrícolas al tiempo que proporciona un mecanismo de riego para ayudar en los esfuerzos de conservación de recursos mediante el uso de una red inalámbrica de sensores y actuadores (WSAN).
Smart Irrigation system using Internet of Things	Anitha et al. (2020)	Se trata de un sistema de riego inteligente basado en IoT para identificar la humedad del suelo y controlar el riego de los cultivos de forma automática.
Smart Irrigation and Security System for Agricultural Crops and Trees	Sachan et al. (2021)	Se trata de un sistema inteligente de riego y seguridad que predice la calidad y fertilidad del suelo y protege las semillas agrícolas durante el periodo de siembra.
IoT-based Smart Water Management Systems	Dragulinescu et al. (2021)	Se trata de un sistema de monitorización basado en la tecnología IoT que pueda evaluar la calidad del agua en tiempo real. Los datos se toman con la ayuda de sensores ubicados tanto en cuencas hidrográficas como en terrenos agrícolas.
ANN Algorithm based Smart Agriculture Cultivation for Helping the Farmers	Deivakani et al. (2021)	Se trata de un sistema de predicción que ayuda a los agricultores a predecir el rendimiento de los cultivos. Se desarrolló una RNA para obtener los datos del sensor de pH y el sensor de humedad, en el que estos valores de datos son entrenados y probados y también se ha utilizado para predecir el rendimiento de los cultivos en el campo en particular.
Smart Irrigation and Crop Protection Using Arduino	Thirrunavukkarasu et al. (2021)	Se trata de un sistema de comunicación para el riego inteligente y la protección de los cultivos de los animales que invaden granjas como vacas, cabras, elefantes, etc.
Digital agriculture for small-scale producers: challenges and opportunities	Chandra & Collis (2021)	Destaca las innovaciones necesarias en diferentes áreas de la ciencia de datos y la informática para permitir la agricultura digital de los pequeños agricultores.
IoT and deep learning-inspired multi-model framework for monitoring Active Fire Locations in Agricultural Activities	Sharma et al. (2021)	Propone un sistema multimodelo inspirado en IoT y aprendizaje profundo para la detección, difusión y monitoreo de ubicaciones de incendios activos (AFL) en actividades agrícolas.
Monitoring Mung Bean's Growth using Arduino	Audrey et al. (2021)	Se trata de la implementación de un sistema de monitoreo de crecimiento de plantas. Este sistema verificará el clima, el clima y los factores externos como el aire, el suelo, la luz y otros, que afectarán los cultivos.

A study on the design and operation method of plant factory using artificial intelligence	Hyunjin & Sainan (2021)	Se trata de un sistema llamado "Plant factory" que tiene como objetivo proporcionar automáticamente un entorno óptimo para cada cultivo utilizando inteligencia artificial.
Monitoring and recording system of laboratory environmental conditions as ISO/IEC 17025 requirement	Kelebekler (2021)	Se trata de un sistema de monitorización basado en IoT diseñado y aplicado para el seguimiento de la temperatura y la humedad en el laboratorio ventilado con un simple acondicionador de aire de acuerdo con las normas ISO/IEC 17025.
IOT-based air quality monitoring system for agriculture	Gamal et al. (2022)	Propone una red basada en IoT de bajo consumo para la monitorización de la calidad del aire en campos agrícolas.
The Internet of Things at the service of tomorrow's agriculture	Abbassi & Benlahmer (2021)	Se centra en el papel de IoT en la agricultura y presenta algunos dispositivos, como equipos de precisión, sensores y actuadores de IoT, sistemas de geoposicionamiento y robots que conducen a una agricultura inteligente.
EAgri: Smart Agriculture Monitoring Scheme using Machine Learning Strategies	Venkatesh et al. (2022)	Se trata de un robot de monitorización agrícola llamado eAgriBot, en el que se integra la lógica del aprendizaje automático y se producen predicciones inteligentes para evitar que los cultivos se vean afectados por las condiciones meteorológicas, las precipitaciones y el nivel de agua del suelo.
Green House System Design Using IOT	Khan & Karna (2021)	Se trata de un sistema de invernadero utilizando IoT. Utiliza un microcontrolador Arduino UNO junto con sensores de observación del entorno y actuadores, módulo IOT ESP01 para la comunicación junto con la aplicación Blynk (que muestra los valores en tiempo real en el móvil). Se utiliza para lograr un sistema automatizado para reemplazar el control manual.
Implementation of a Wild Animal Intrusion Detection Model Based on Internet of Things	Panda et al. (2022)	Se trata de un sistema que utiliza IoT para ayudar en la detección de intrusiones de animales salvajes en explotaciones agrícolas mediante la monitorización del campo. Se adoptan sensores ultrasónicos en las esquinas del campo, que primero detectan la intrusión y luego capturan la imagen del invasor con una cámara montada en el E-vehículo embebido con un microcontrolador MCU Node que está monitorizando el campo.
Automated Smart Irrigation System using IoT with Sensor Parameter	Tephila et al. (2022)	Se trata de un sistema de riego inteligente basado en IoT para construir un dispositivo de gestión inteligente que utilice eficientemente el agua disponible. El objetivo de este dispositivo es gestionar automáticamente el tiempo, evitar problemas de riego insuficiente o excesivo, racionalizar el consumo y la distribución de agua y gestionar las reservas de agua.
Boltuino Platform Based Cognitive Irrigation System with Weather Adaptability for Efficient Water Use	Mondal & Dutta (2022)	Se trata de un sistema cognitivo basado en IoT con un impacto sustancial en la conservación del agua. Los agricultores podrán acceder a información sobre la humedad del suelo y la temperatura a través de Internet o de sus dispositivos móviles, y el motor de riego se encenderá y apagará automáticamente en respuesta a estos datos.
Crop Growth Monitoring System Based on Agricultural Internet of Things Technology	Wu (2022)	Con el fin de mejorar el efecto del seguimiento del crecimiento de los cultivos, combina la tecnología IoT para construir un sistema de seguimiento del crecimiento de los cultivos.

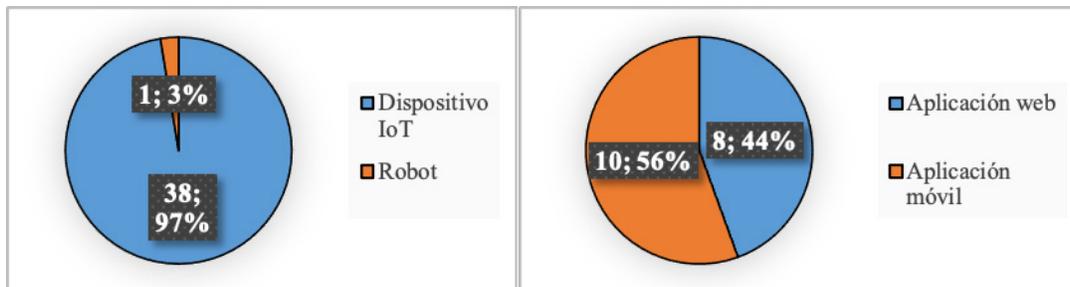
An intelligent WSN-UAV-based IoT framework for precision agriculture application	Singh & Sharma (2022)	Este artículo presenta una plataforma para gestionar la información de cultivos agrícolas recopilada a través de UAV multicolor.
Smart Irrigation System	El Mezouari et al. (2022)	Presenta un sistema de riego automático basado en sensores inteligentes que se puede utilizar de forma moderada y económica para monitorear la menta o cualquier tipo de planta mediante la integración de algunos dispositivos electrónicos conectados y otros instrumentos ventajosos ampliamente utilizados en el campo de IoT.
Performance analysis of deep learning architectures for plant leaves disease detection	Dahiya et al. (2022)	En este trabajo se estudian y prueban diferentes arquitecturas profundas para la detección de enfermedades en hojas de plantas.
A Self-Powered, Real-Time, NRF24L01 IoT-Based Cloud-Enabled Service for Smart Agriculture Decision-Making System	Lova Raju & Vijayaraghavan (2022)	Se trata de un sistema IoT factible e integrado para la agricultura inteligente. El sistema ahorra energía y aumenta la productividad. Este método reduce el esfuerzo humano mientras evalúa los parámetros de medición del índice de calor para monitorear el medio ambiente para un crecimiento óptimo de la agricultura.
Classification and yield prediction in smart agriculture system using IoT	Gupta & Nahar (2023)	Se trata de un modelo de ML híbrido con IoT para la predicción del rendimiento. Este trabajo consta de tres fases: preprocesamiento, selección de características (FS) y clasificación. Inicialmente, el conjunto de datos se procesa previamente y el FS se realiza sobre la base del FS basado en la correlación (CBFS) y el algoritmo del factor de inflación de la varianza (VIF).
A case study of a real-time internet of things system for site-specific potato crop management in El-Salhia Area-Egypt	Mohammad EL-Basioni et al. (2022)	Se describen la estructura, las pantallas y los servicios de EGYPADS, incluyendo: delineación de zonas de manejo usando coordenadas absolutas y virtuales, evaluación de la idoneidad de la tierra (LSA), ingreso de datos de campo en tiempo real y de hojas de MS Excel, almacenamiento de mapas en formato adecuado para la aplicación de tasa variable, en tiempo real y procesamiento de datos históricos, gestión centralizada, y formulación flexible de eventos y acciones relacionadas.
FARMIT: continuous assessment of crop quality using machine learning and deep learning techniques for IoT-based smart farming	Perales Gómez et al. (2022)	Se trata del desarrollo de una arquitectura llamada <i>Farmit</i> , la cual se divide en tres capas que trabajan juntas para recopilar, procesar y analizar datos de diferentes fuentes para evaluar la calidad de los cultivos.

3.1 Monitoreo de plantas en cultivos agrícolas

En cuanto a la primera pregunta se consideró las tecnologías y aplicaciones empleadas para determinar la manera de monitorear las plantas en cultivos agrícolas usando IoT. Los resultados obtenidos se presentan en la *Figura 4*. Se observa que los trabajos seleccionados se han limitado a dos tipos de tecnologías: dispositivos IoT (98%) y robots (2%). Cabe notar que uno de los trabajos seleccionados que menciona el uso de robots lo hace en combinación con sistemas IoT para monitorear y regar los cultivos agrícolas. Además, desde el punto de vista de *software* se emplean únicamente aplicaciones móviles y aplicaciones web, con una preferencia hacia las primeras.

Figura 4

Tecnologías (Izquierda) y Tipo de Aplicaciones (Derecha) Utilizadas



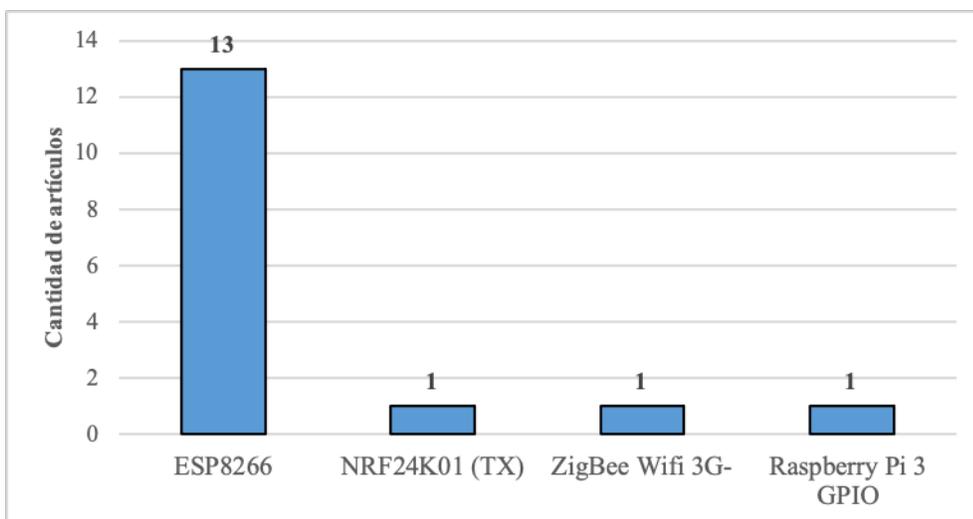
3.2 Sensores utilizados

Para responder la segunda pregunta se identificaron en los trabajos seleccionados los sensores o componentes empleados para monitorear las propiedades atmosféricas referentes a los cultivos. Se consideró el módulo *wifi*, placa base y los sensores necesarios para los diferentes parámetros atmosféricos.

En primer lugar se obtuvo como resultado que en trece de los artículos los autores utilizaron como módulo *wifi* el ESP8266, en un caso se empleó el NRF24K01, en otro se utilizó el ZibBee, Wifi, 3G y uno más usó el Raspberry Pi 3 GPIO (ver *Figura 5*). Los 25 artículos restantes no mencionaron explícitamente la utilización de un módulo *wifi*.

Figura 5

Módulos Wifi Utilizados

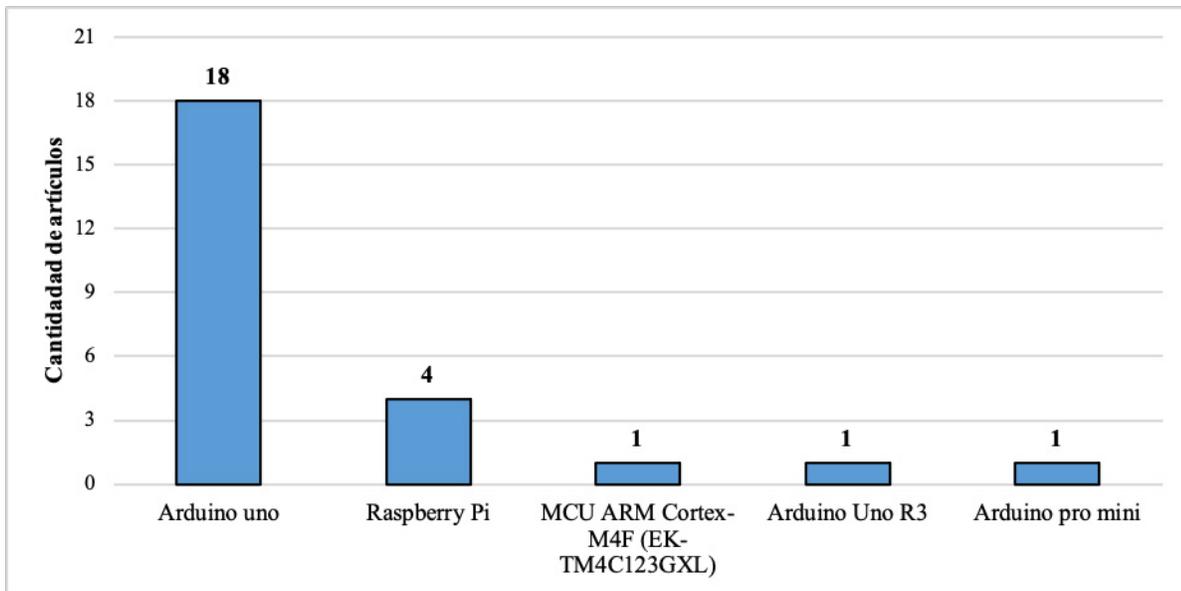


Sin referencia: en 25 trabajos no usan módulo wifi explícitamente.

En cuanto a las placas base (*Figura 6*) se identificó que dieciocho trabajos utilizaron Arduino uno y cuatro emplearon el Raspberry Pi. Además, la utilización de las placas MCU ARM Cortex-M4F (EK-TM4C123GXL), Arduino Uno R3 y Arduino pro mini es mencionada en un artículo cada una. Los dieciséis trabajos restantes no indican el tipo de placa base empleada en sus sistemas.

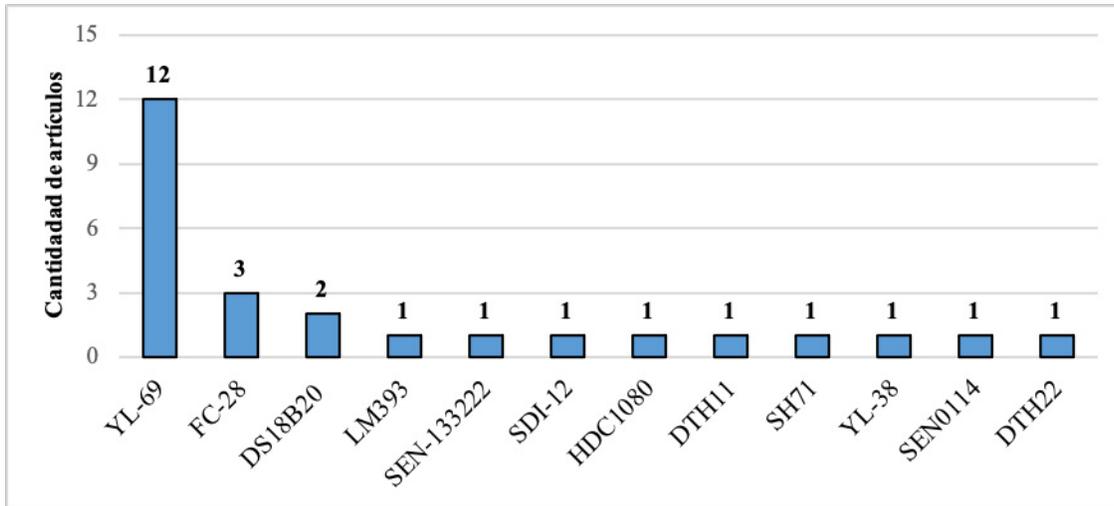
Figura 6

Placas Base Utilizadas



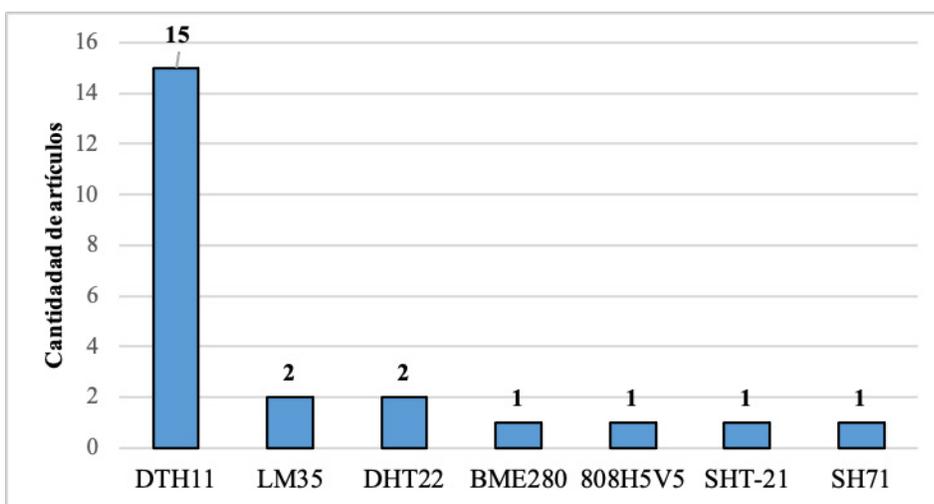
No referenciado: 16 trabajos no especifican la placa base utilizada.

En cuanto a los parámetros atmosféricos, la *Figura 7* presenta los resultados del primero de ellos, la humedad del suelo. Se encontró que doce artículos utilizaron como sensor de humedad el YL-69, tres emplearon el sensor FC-28 y dos el sensor DSI8B20. Además, se localizaron varios trabajos en los cuales se hizo uso de sensores como: LM393, SEN-133222, SDI-12, HDC1080, DTH11, SH71, YL-38, SEN0114, DTH22. En los quince trabajos faltantes no se pudo identificar el sensor de humedad o no lo emplearon.

Figura 7*Sensores de Humedad del Suelo Utilizados*

En 15 trabajos no se identificó sensor de humedad.

Por otro lado, se ha podido constatar que en quince artículos se incorporó el sensor de humedad del aire DTH11, mientras que el sensor LM35 se utilizó en dos artículos, y el DHT22 en otros dos. También se encontraron otros trabajos que mencionan haber usado sensores como: DME280, 808H5V5, SHT-21 y SH71. Los resultados se aprecian en la *Figura 8*; en el resto de los artículos no se indica o no se utilizó este tipo de sensor.

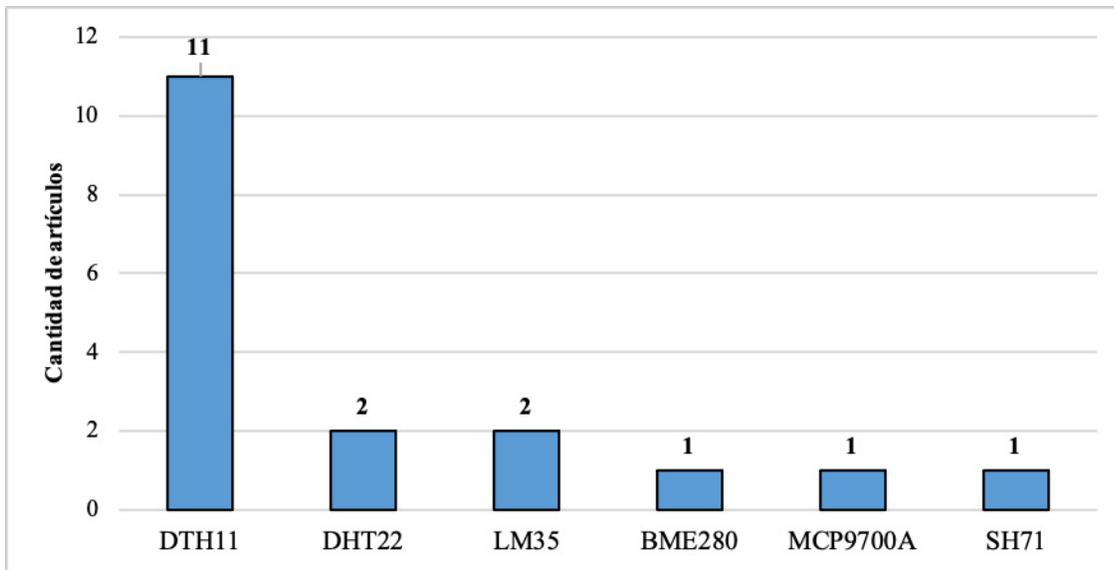
Figura 8*Sensores de Humedad del Aire Utilizados*

En 18 trabajos no se identificó sensor de humedad.

Como se puede observar en la *Figura 9*, once trabajos utilizaron el sensor DTH11 para medir la temperatura del aire, dos el DHT22 y dos el LM35. También, los sensores BM-280, MCP9700A y SH71 se han utilizado una vez en cada uno de los trabajos respectivos. No se identificó este tipo de sensor en los demás trabajos revisados.

Figura 9

Sensores de Temperatura del Aire Utilizados



En 23 trabajos no se identificó el sensor de temperatura

Por otro lado, se encontró que algunos sistemas también miden la calidad del aire. Se observó que entre los sensores empleados están: MQ-5, MQ-4, MQ2, MQ-7, MQ-8, MQ-135 y el MICS-2714. Desde luego, existen trabajos que no miden la calidad del aire porque se centran en otras funcionalidades, dificultando su presentación de manera cuantitativa o gráfica, como en los otros casos.

Con respecto al sensor de ultrasonido, se identificó que, de todos los trabajos investigados, dos emplean estos tipos de sensores los cuales son nRF24L01 y el sensor PIR. En cuanto al tipo de motor y pantalla LCD, cabe mencionar que la mayor parte de los trabajos de investigación utilizaron estos componentes, pero sin especificar el tipo y la marca.

Por último, en la *Figura 10* se puede apreciar otros módulos que se han utilizado en los artículos identificados para otras funcionalidades. Algunos ejemplos de esto son el módulo de radiofrecuencia, GPRS, GPS, relay y carga de batería, junto con otros sensores como el LDR, intensidad óptica, movimiento, OPT3002 y SDS011.

Figura 10*Nube de Palabras de Otros Módulos o Sensores Utilizados*

Sensor de nivel de agua
 Raspberry Pi NoIR Camera v2
 Sensor de de agua Cámara Sensor LDR Solenoid
 Sensor de lluvia BH-1750 Sensor de infrarrojo MPX4115A
 Modulo IR camera Camaras IP Buzzer RFID Bateria recargable
 Módulo gms Módulo de carga de batería sensor OPT3002
 Sensor de polvo Modulo ph Pic Micro-controller
 Sensor de movimiento Leds Módulo GPS
 HM-11Pheht Bateria de litio Camara rgb
 Panel solar Sensor SDS011 Modulo procesador
 Sensor de nitrógeno Módulo relay C4E Sensor de oxígeno
 Módulo RTC FC-37 Módulo UAV OPTOD Sensor de carbono
 Sensor de intensidad óptica B750 Sensor PIR
 Sensor de luz ambiental TEMT6000 Módulo de radiofrecuencia

3.3 Funcionalidades de los dispositivos

Los datos extraídos para responder la tercera pregunta fueron muy variados. Esto dificultó presentarlos de forma cuantitativa. Pudo evidenciarse que en algunos artículos se describía con claridad la funcionalidad del sistema IoT, en otros había expresiones similares y en otros no se mencionaba. Sin embargo, a continuación, se presenta una lista de las funcionalidades que pudieron identificarse, y que, a criterio de los autores, podrían ser más relevantes:

- Monitorización del campo agrícola: el dispositivo monitorizará el campo agrícola por medio de sensores como la humedad del suelo, temperatura, etcétera.
- Detección de la invasión de animales: se realizará por medio de una cámara que poseerá el dispositivo y enviará una alerta al usuario cuando detecte la presencia de animales en determinadas zonas.
- Rendimiento de los cultivos: el dispositivo se encargará de monitorizar el terreno y de recoger información de vital importancia para analizar el estado de los cultivos o realizar mapeos del terreno.
- Crecimiento saludable del cultivo agrícola: el dispositivo estará compuesto por varios sensores y componentes que permitirán monitorear las condiciones ambientales y los niveles de nutrientes en los cultivos. Estos datos serán utilizados para brindarles los cuidados necesarios y así garantizar su crecimiento saludable.
- Sistema de riego automático: el dispositivo regará automáticamente los campos agrícolas cuando detecte que la tierra de estos campos se encuentre seca.

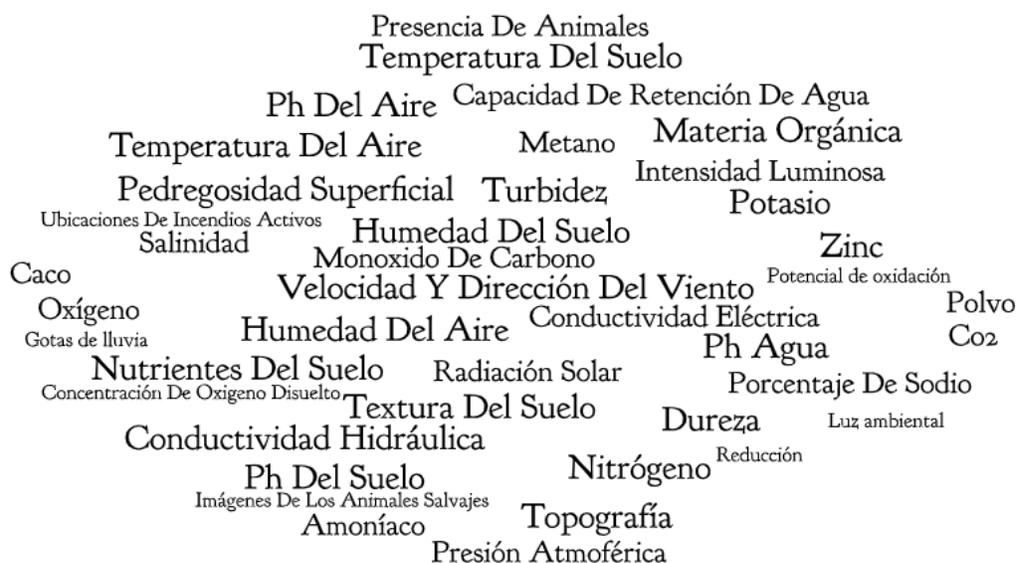
- Monitoreo del suelo: para la realización de esta actividad el dispositivo empleará diferentes sensores como los de humedad y temperatura con el objetivo de recoger información sobre el suelo y analizar los resultados obtenidos para solucionar los problemas que se presenten.
- Evaluación de la nutrición del suelo: se realizará por medio de sensores (como el NPK) que permiten evaluar la nutrición de los suelos de los cultivos.

3.4 Datos recolectados por el dispositivo

En cuanto a la última pregunta, los resultados de los datos recolectados por los sistemas IoT mencionados en los trabajos seleccionados fueron muy variados. Aunque se optó por una representación visual, algunos de ellos, a modo representativo, son: PH del agua, PH del suelo, humedad del suelo, temperatura del aire, temperatura del suelo, presencia de animales y la textura del suelo. Así, la *Figura 11* presenta los diferentes datos identificados.

Figura 11

Nube de Palabras de los Datos Recolectados por el Dispositivo



La realización sistemática de literatura sobre sistemas IoT en el cuidado de los cultivos de plantas agrícolas puede ser considerada una herramienta útil para investigadores que buscan comprender el estado del conocimiento en este campo. A partir de las bases de datos populares en el área se seleccionaron 41 estudios que cumplieran con los criterios para dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas. Hay que notar que la base de datos en la que se encontró la mayor cantidad de estudios fue IEEE, mientras que ACM estuvo en el otro extremo. También, puede notarse que en 2020 hubo una cantidad menor de estudios en comparación con 2019 y 2021. Una posible razón puede deberse a las restricciones de la pandemia que afectaron la realización

de experimentos, la recolección de datos y, en general, la interacción entre investigadores y agricultores (Gans et al., 2020).

En cuanto al monitoreo de plantas en cultivos agrícolas, esta puede ser una herramienta valiosa para mejorar la eficiencia y rentabilidad de la producción agrícola. Permite a los agricultores recopilar datos en tiempo real sobre el estado de las plantas mediante aplicaciones web y móviles facilitando la toma de decisiones más informadas y precisas en la gestión de sus cultivos. Según los resultados de la revisión, los diseñadores de sistemas IoT han tenido una ligera preferencia por estas últimas. Una razón podría estar en el envío de alertas y su fácil visualización en el dispositivo móvil, como se ejemplifica en Guerrero-Ulloa et al. (2023a). Hay que tener presente también que el uso de aplicaciones móviles es mayor debido a la popularidad de teléfonos y tabletas, que facilitan la interacción y usabilidad permitiendo una monitorización en tiempo real de las plantas y sus condiciones de crecimiento.

Por otro lado, la implementación de sensores IoT en la agricultura ha demostrado ser una herramienta eficaz para la monitorización de los cultivos. La recopilación de datos en tiempo real a través de sensores IoT permite a los agricultores tomar decisiones más informadas y ajustar el manejo de los cultivos para optimizar los recursos y mejorar la calidad de la cosecha. Además, la implementación adecuada y el mantenimiento regular de los sensores son esenciales para garantizar la precisión y la fiabilidad de los datos, y el éxito de la agricultura haciendo uso de sistemas IoT.

Los resultados de esta revisión también muestran que las funcionalidades ofrecidas por los dispositivos IoT para la monitorización de los cultivos en los sectores agrícolas se han ampliado. Esto demuestra que estas son una herramienta de valor considerable en procura de mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad en la agricultura. Con ellos, los agricultores podrían tener una oportunidad para mejorar la rentabilidad. Entonces, es de esperar que conforme evolucione la tecnología IoT, se desarrollen más funcionalidades que ayuden a los agricultores a mejorar la calidad de sus cultivos y aumentar la productividad.

Este incremento de funcionalidades va de la mano de los datos recolectados. De hecho, se evidenció una importante diversidad de tipos de datos recolectados por los sensores de los dispositivos. Además, tales datos son una herramienta invaluable en la monitorización de los cultivos en los sectores agrícolas para la toma de decisiones adecuada.

Conclusiones

En este trabajo se han descrito los resultados de una revisión sistemática de literatura, enfocada en analizar lo que ocurre con los sistemas IoT en el cuidado de los cultivos de plantas agrícolas, particularmente en cuanto a sus componentes. Para ello, se formularon cuatro preguntas de investigación que permitan tener un panorama más claro de las características de los dispositivos y sus utilidades.

La primera pregunta tuvo que ver con el monitoreo de plantas agrícolas. Como respuesta se encontró solo un trabajo enfocado en IoT y complementado con robots, mientras que los demás



estaban basados solo en IoT. Además, se pudo evidenciar una ligera preferencia hacia el uso de aplicaciones móviles sobre las aplicaciones web.

En segundo lugar, los componentes IoT para la monitorización de los cultivos agrícolas se utilizan para medir diferentes factores ambientales y las condiciones de crecimiento de las plantas. Estos sensores están conectados a través de la tecnología de IoT y permiten recopilar datos en tiempo real para realizar un seguimiento de los cultivos y tomar decisiones basadas en los datos (Hernández-Morales et al., 2022). Los componentes más utilizados en los trabajos seleccionados fueron: Módulo Wifi ESP8266, Arduino Uno y Raspberry Pi como placa base, sensor de humedad del suelo YL-69, sensor de humedad y temperatura DTH11.

En tercer término, con respecto a las funcionalidades de los dispositivos, los trabajos analizados describen funcionalidades muy variadas. Entre las funciones más destacadas están: monitorización del campo agrícola (Panda et al., 2022), datos recopilados por IoT y recomendación al agricultor del riego (Sushanth & Sujatha, 2018), datos a la nube ThingSpeak (Dholu & Ghodinde, 2018), crecimiento saludable del cultivo agrícola (Khan & Karna, 2021), entre otras funcionalidades. Las ofrecidas por los dispositivos IoT son de utilidad para la toma de decisiones y la gestión efectiva de los recursos.

Por último, los datos recogidos por los dispositivos identificados en los estudios seleccionados también son muy variados. No obstante, se puede resaltar el PH del agua, humedad del aire y suelo, temperatura del aire y suelo, nutrientes del suelo, materia orgánica y nitrógeno del suelo (Malhotra et al., 2019).

Referencias

- Abbassi, Y., & Benlahmer, H. (2021). The Internet of Things at the service of tomorrow's agriculture. *Procedia Computer Science*, 191, 475–480. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2021.07.060>
- Al-Atwan, N., & Nitulescu, M. (2020). Design and Test an Intelligent Irrigation System for Small Surfaces. *2nd International Conference on Electrical, Communication and Computer Engineering, ICECCE 2020*. <https://doi.org/10.1109/ICECCE49384.2020.9179269>
- Anitha, A., Sampath, N., & Jerlin, M. (2020). Smart Irrigation system using Internet of Things. *International Conference on Emerging Trends in Information Technology and Engineering, Ic-ETITE 2020*. <https://doi.org/10.1109/IC-ETITE47903.2020.271>
- Audrey, D., Stanley, Tabaraka, K., Lazaro, A., & Budiharto, W. (2021). Monitoring Mung Bean's Growth using Arduino. *Procedia Computer Science*, 179, 352–360. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2021.01.016>
- Baldovino, R., Valenzuela, I., & Dadios, E. (2019). Implementation of a low-power wireless sensor network for smart farm applications. *2018 IEEE 10th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management, HNICEM 2018*. <https://doi.org/10.1109/HNICEM.2018.8666262>
- Bazán-Vera, W., Bermeo-Almeida, O., Samaniego-Cobo, T., Alarcón-Salvatierra, A., Rodríguez-Méndez, A., & Bazán-Vera, V. (2017). "The current state and effects of agromatic: a systematic literature review". In Valencia-García, R., Lagos-Ortiz, K., Alcaraz-Mármol, G., Del Cioppo, J., Vera-Lucio, N., Bucaram-Leverone, M. (Eds.). *Technologies and Innovation. CITI 2017. Communications in Computer and Information Science*, 749, (pp. 269–281). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67283-0_20
- Borah, S., Kumar, R., & Mukherjee, S. (2020). Study of RTPPS algorithm in UWB communication medium for a surveillance system to protect agricultural crops from wild animals. *Proceedings - 2020 6th IEEE International Symposium on Smart Electronic Systems, ISES 2020*, 121–126. <https://doi.org/10.1109/ISES50453.2020.00036>
- Chandra, R., & Collis, S. (2021). Digital agriculture for small-scale producers. *Communications of the ACM*, 64(12), 75–84. <https://doi.org/10.1145/3454008>
- Dahiya, S., Gulati, T., & Gupta, D. (2022). Performance analysis of deep learning architectures for plant leaves disease detection. *Measurement: Sensors*, 24. <https://doi.org/10.1016/J.MEASEN.2022.100581>
- Deivakani, M., Singh, C., Bhadane, J., Ramachandran, G., & Sanjeev Kumar, N. (2021). ANN Algorithm based Smart Agriculture Cultivation for Helping the Farmers. *Proceedings - 2nd International Conference on Smart Electronics and Communication, ICOSEC 2021*. <https://doi.org/10.1109/ICOSEC51865.2021.9591713>

- Dholu, M., & Ghodinde, K. A. (2018). Internet of Things (IoT) for Precision Agriculture Application. *Proceedings of the 2nd International Conference on Trends in Electronics and Informatics, ICOEI 2018*, 339–342. <https://doi.org/10.1109/ICOEI.2018.8553720>.
- Dos Santos, U., Pessin, G., da Costa, C., & da Rosa Righi, R. (2019). AgriPrediction: A proactive internet of things model to anticipate problems and improve production in agricultural crops. *Computers and Electronics in Agriculture*, 161, 202–213. <https://doi.org/10.1016/J.COMPAG.2018.10.010>.
- Dragulinescu, A., Balaceanu, C., Osiac, F., Roscaneanu, R., Chedea, V., Suciu, G., Paun, M., & Bucuci, S. (2021). IoT-based Smart Water Management Systems. *2021 IEEE 27th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging, SIITME 2021 - Conference Proceedings*, 51–56. <https://doi.org/10.1109/SIITME53254.2021.9663611>
- El Mezouari, A., El Fazziki, A., & Sadgal, M. (2022). Smart Irrigation System. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 3298–3303. <https://doi.org/10.1016/J.IFACOL.2022.10.125>
- Farooq, M. S., Riaz, S., Abid, A., Abid, K., & Naeem, M. (2019). A Survey on the Role of IoT in Agriculture for the Implementation of Smart Farming. *IEEE Access*, 7, 156237–156271. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2949703>
- Farooq, M. S., Riaz, S., Abid, A., Umer, T., & Zikria, Y. (2020). Role of iot technology in agriculture: A systematic literature review. *Electronics2020*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/electronics9020319>
- Gamal, Y., Gadallah, S., Osama, A., Soltan, A., & Madian, A. (2022). IOT-based air quality monitoring system for agriculture. *2022 - 4th Novel Intelligent and Leading Emerging Sciences Conference (Niles)*, 206–210. <https://doi.org/10.1109/NILES56402.2022.9942441>
- Gans, R., Ubacht, J., & Janssen, M. (2020). Self-sovereign Identities for Fighting the Impact of COVID-19 Pandemic. *Digital Government: Research and Practice*, 2(2), 1–4. <https://doi.org/10.1145/3429629>
- Guerrero-Ulloa, G., Andrango-Catota, A., Abad-Alay, M., Hornos, M., & Rodríguez-Domínguez, C. (2023a). Development and Assessment of an Indoor Air Quality Control IoT-Based System. *Electronics2023*, 12(3), 608. <https://doi.org/10.3390/electronics12030608>
- Guerrero-Ulloa, G., Méndez-García, A., Torres-Lindao, V., Zamora-Mecías, V., Rodríguez-Domínguez, C., & Hornos, M. (2023b). Internet of Things (IoT)-based indoor plant care system. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 15(1), 47–62. <https://doi.org/10.3233/AIS-220483>
- Guerrero-Ulloa, G., Rodríguez-Domínguez, C., & Hornos, M. (2023c). Agile Methodologies Applied to the Development of Internet of Things (IoT)-Based Systems: A Review. *Sensors2023*, 23(2). 790. <https://doi.org/10.3390/s23020790>

- Gupta, A., & Nahar, P. (2023). Classification and yield prediction in smart agriculture system using IoT. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14(8), 10235–10244. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-03685-w>
- Hernández-Morales, C., Luna-Rivera, J., & Pérez-Jiménez, R. (2022). Design and deployment of a practical IoT-based monitoring system for protected cultivations. *Computer Communications*, 186, 51–64. <https://doi.org/10.1016/J.COMCOM.2022.01.009>
- Hyunjin, C., & Sainan, H. (2021). A study on the design and operation method of plant factory using artificial intelligence. *Nanotechnology for Environmental Engineering*, 6(3), 1–5. <https://link.springer.com/article/10.1007/s41204-021-00136-x>
- Kelebekler, E. (2021). Monitoring and recording system of laboratory environmental conditions as ISO/IEC 17025 requirement. *2021 International Conference on INnovations in Intelligent SysTems and Application (INISTA)*. <https://doi.org/10.1109/INISTA52262.2021.9548498>
- Khan, P., & Karna, L. (2021). Green House System Design Using IOT. *Proceedings of the 5th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA)*, 522–526. <https://doi.org/10.1109/ICECA52323.2021.9676064>
- Lekbangpong, N., Muangprathub, J., Srisawat, T., & Wanichsombat, A. (2019). Precise Automation and Analysis of Environmental Factor Effecting on Growth of St. John's Wort. *IEEE Access*, 7, 112848–112858. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2934743>
- Lova Raju, K., & Vijayaraghavan, V. (2022). A Self-Powered, Real-Time, NRF24L01 IoT-Based Cloud-Enabled Service for Smart Agriculture Decision-Making System. *Wireless Personal Communications*, 124(1), 207–236. <http://dx.doi.org/10.21203/rs.3.rs-586227/v1>
- Malhotra, A., Som, S., & Khatri, S. (2019). IOT Aided Techniques for Agriculture. *2019 4th International Conference on Information Systems and Computer Network (ISCON)*, 129–133. <https://doi.org/10.1109/ISCON47742.2019.9036174>
- Mazo-Zuluaga, I. (2020). *Identificación del volcamiento en un cultivo experimental de maíz, a partir de imágenes RGB adquiridas con una aeronave remotamente tripulada, en el departamento de caldas* [Tesis de Maestría, Universidad Católica de Manizales]. <https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/3367>
- Mekala, M., & Viswanathan, P. (2019). CLAY-MIST: IoT-cloud enabled CMM index for smart agriculture monitoring system. *Measurement*, 134, 236–244. <https://doi.org/10.1016/J.MEASUREMENT.2018.10.072>
- Mekala, M., & Viswanathan, P. (2020). Sensor Stipulation with THAM Index for Smart Agriculture Decision-Making IoT System. *Wireless Personal Communications*, 111(8), 1909–1940. <https://doi.org/10.1007/S11277-019-06964-0/METRICS>

- Mohammad EL-Basioni, B., Mohamed, E., Belal, A., Jalhoum, M., Abd EL-Kader, S., & Zahran, M. (2022). A case study of a real-time internet of things system for site-specific potato crop management in El-Salhia Area-Egypt. *Scientific Reports*, 12(1), 1–29. <https://doi.org/10.1038/S41598-022-22690-3/FIGURES/29>
- Mondal, A., & Dutta, P. (2022). Boltuino Platform Based Cognitive Irrigation System with Weather Adaptability for Efficient Water Use. *International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*. <https://doi.org/10.1109/ICISS55894.2022.9915196>
- Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., & Villanueva, J. (2018). Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*, 11(3), 184–186. <https://doi.org/10.4067/s0719-01072018000300184>
- Muangprathub, J., Boonnam, N., Kajornkasirat, S., Lekbangpong, N., Wanichsombat, A., & Nillaor, P. (2019). IoT and agriculture data analysis for smart farm. *Computers and Electronics in Agriculture*, 156, 467–474. <https://doi.org/10.1016/J.COMPAG.2018.12.011>
- Oliveira-JR, A., Resende, C., Gonçalves João, Soares Filipe., & Moreira Waldir. (2020). IoT Sensing Platform for e-Agriculture in Africa. *2020 IST-Africa Conference (IST-Africa)*. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9144060>
- Panda, P., Kumar, C., Vivek, B., Balachandra, M., & Dargar, S. (2022). Implementation of a Wild Animal Intrusion Detection Model Based on Internet of Things. *2022 Second International Conference on Artificial Intelligence and Smart Energy, ICAIS 2022*, 1256–1261. <https://doi.org/10.1109/ICAIS53314.2022.9742948>
- Pathak, A., Uddin, M., Jainal Abedin, M., Andersson, K., Mustafa, R., & Hossain, M. (2019). IoT based Smart System to Support Agricultural Parameters: A Case Study. *Procedia Computer Science*, 155, 648–653. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2019.08.092>.
- Perales, Á., López-de-Teruel, P., Ruiz, A., García-Mateos, G., Bernabé García, G., & García, F. (2022). FARMIT: continuous assessment of crop quality using machine learning and deep learning techniques for IoT-based smart farming. *Cluster Computing*, 25(1), 2163–2178. <http://dx.doi.org/10.1007/s10586-021-03489-9>.
- Ponce, J., Erazo Moreta, O., & Vicuña Pino, A. (2021). Técnicas estadísticas aplicadas a la caracterización de cacao con enfoque agromática. *Revista San Gregorio*, 1(46). <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i46.1527>.
- Quezada-Sarmiento, P. A., (2017). Implementación de una solución web y móvil para la gestión vehicular basada en Arquitectura de Aspectos y metodologías ágiles: Un enfoque educativo de la teoría a la práctica. *Risti. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (25), 1–14. <https://doi.org/10.17013/risti.25.98-111>.

- Rajkumar, M., Abinaya, S., & Kumar, V. (2017). Intelligent irrigation system - An IOT based approach. *2017 International Conference on Innovations in Green Energy and Healthcare Technologies (IGEHT)*. <https://doi.org/10.1109/IGEHT.2017.8094057>.
- Roy, S., Sowmya, B., Seema, S., Rajeshwari, S., & Vinutha, M. (2019). Utility System for Elevating Pre and Post Production of Crops. *2019 IEEE International Conference on Distributed Computing, VLSI, Electrical Circuits and Robotics (DISCOVER)*. <https://doi.org/10.1109/DISCOVER47552.2019.9008103>
- Sachan, R., Kaur, S., & Shukla, A. (2021). Smart Irrigation and Security System for Agricultural Crops and Trees. *2021 9th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO)*. <https://doi.org/10.1109/ICRITO51393.2021.9596246>.
- Sharma, A., Kumar, H., Mittal, K., Kauhsal, S., Kaushal, M., Gupta, D., & Narula, A. (2021). IoT and deep learning-inspired multi-model framework for monitoring Active Fire Locations in Agricultural Activities. *Computers & Electrical Engineering*, *93*. <https://doi.org/10.1016/J.COMPELECENG.2021.107216>.
- Singh, P., & Sharma, A. (2022). An intelligent WSN-UAV-based IoT framework for precision agriculture application. *Computers and Electrical Engineering*, *100*. <https://doi.org/10.1016/J.COMPELECENG.2022.107912>.
- Sinha, B., & Dhanalakshmi, R. (2022). Recent advancements and challenges of Internet of Things in smart agriculture: A survey. *Future Generation Computer Systems*, *126*, 169–184. <https://doi.org/10.1016/j.future.2021.08.006>
- Sushanth, G., & Sujatha, S. (2018). IOT Based Smart Agriculture System. *2018 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET)*. <https://doi.org/10.1109/WISPNET.2018.8538702>
- Tephila, M., Sri, R., Abinaya, R., Lakshmi, J., & Divya, V. (2022). Automated Smart Irrigation System using IoT with Sensor Parameter. *2022 International Conference on Electronics and Renewable Systems (ICEARS)*, 543–549. <https://doi.org/10.1109/ICEARS53579.2022.9751993>
- Thirrunavukkarasu, R., Meeradevi, T., Ganesh Prabhu, S., Arunachalam, J., Manoj Kumar, P., & Prasath, R. (2021). Smart Irrigation and Crop Protection Using Arduino. *2021 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems, ICACCS 2021*, 639–643. <https://doi.org/10.1109/ICACCS51430.2021.9441867>.
- Tiglaio, N., Alipio, M., Balanay, J., Saldivar, E., & Tiston, J. (2020). Agrinex: A low-cost wireless mesh-based smart irrigation system. *Measurement*, *161*. <https://doi.org/10.1016/J.MEASUREMENT.2020.107874>.
- Tovar, J., Solórzano, J. D. los S., Badillo, A., & Rodríguez Cainaba, G. (2019). Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual. *Lámpsakos*, (22), 86–105. <https://doi.org/10.21501/21454086.3253>

- Turner, M. (2010). Digital Libraries and Search Engines for Software Engineering Research: An Overview. *January 2010*, 1–11. http://ebse.webspace.durham.ac.uk/wp-content/uploads/sites/49/2022/08/SearchEngineIndex_v5.pdf.
- Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering*, 164, 31–48. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.09.007>.
- Vásquez-Bermúdez, M., Hidalgo, J., Crespo-León, K., & Cadena-Iturralde, J. (2019). Citizen Science in Agriculture Through ICTs. A Systematic Review. In: Valencia-García, R., Alcaraz-Mármol, G., Cioppo-Morstadt, J., Vera-Lucio, N., Bucaram-Leverone, M. (Eds.). *ICT for Agriculture and Environment. CITAMA2019 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*, 901, (pp. 111–121). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-10728-4_12
- Venkatesh, J., Ramasamy, K., Aruna, M., Praveen, K., Sasikala, N., & Nasani, K. (2022). EAgrri: Smart Agriculture Monitoring Scheme using Machine Learning Strategies. *2022 International Conference on Innovative Computing, Intelligent Communication and Smart Electrical Systems (ICSES)*. <https://doi.org/10.1109/ICSES55317.2022.9914216>
- Verdouw, C., Wolfert, S., & Tekinerdogan, B. (2016). Internet of things in agriculture. *CABI Reviews*, 11(35), 1-12. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201611035>.
- Wu, J. (2022). Crop Growth Monitoring System Based on Agricultural Internet of Things Technology. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2022, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2022/8466037>

Copyright (2023) © Martín Carlos Abad Alay, María Alejandra Méndez García y Orlando Ramiro Erazo Moreta



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)

Uso de dispositivos de bajo costo como alternativa para la implementación de IDS en las pymes

Use of low-cost devices as an alternative for the implementation of IDS in PYMEs

Fecha de recepción: 2023-04-24 • Fecha de aceptación: 2023-08-17 • Fecha de publicación: 2023-10-10

Edgar Mauricio Lopez Rojas¹

Universidad Nacional Abierta y a Distancia & Universidad Americana de Europa, Colombia

Edgar.lopez@unad.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-4957-8917>

Alexander Larrahondo Núñez²

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

Alexander.larrahondo@unad.edu.co

<https://orcid.org/0000-0001-9350-6403>

Rosa Gabriela Camero Berrones³

Universidad Americana de Europa, México

rosagabriela.camero@aulagrupo.es

<https://orcid.org/0000-0003-4438-1645>

Anderson Fabian Ferrucho Pérez⁴

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

afferruchop@unadvirtual.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-4660-1886>

RESUMEN

Las pequeñas y medianas empresas, comúnmente llamadas pymes, tienen la necesidad de contar con herramientas tecnológicas que apoyen la ciberseguridad en sus procesos brindando un grado de confianza a sus socios comerciales, los cuales las incluyen en su cadena de suministros como elementos claves en el desarrollo de sus productos y servicios. Entre algunos de los problemas que estas tienen se puede mencionar la falta de conciencia en ciberseguridad, falta de presupuesto para realizar inversiones en tecnología y ciberseguridad, lo que las coloca en desventaja frente a las grandes multinacionales que asignan un buen porcentaje de presupuesto a tecnología y ciberseguridad. Es por eso que el uso de sistemas de detección de intrusos basados en código abierto, implementados en dispositivos de bajo costo o de placa simple, se convierte en una excelente alternativa tecnológica, con las mismas características, servicios y ventajas de un sistema de detección de intrusos comercial, reduciendo la desigualdad tecnológica que afecta el desarrollo comercial y económico de las pymes.

PALABRAS CLAVE: dispositivo de seguridad, seguridad, informática y desarrollo, pequeña empresa, red informática

ABSTRACT

Small and medium-sized enterprises, commonly known as SMEs, need to have technological tools that support cybersecurity in their processes, providing a degree of confidence to their business partners, who include them in their supply chain as key elements in the development of their products and services. Among some of the problems they face are the lack of cybersecurity awareness, lack of budget to invest in technology and cybersecurity, which puts them at a disadvantage compared to large multinationals that allocate a good percentage of their budget to technology and cybersecurity. That is why the use of intrusion detection systems based on open source, implemented in low-cost or single-board devices, becomes an excellent technological alternative, with the same features, services and advantages of a commercial intrusion detection system, reducing the technological inequality that affects the commercial and economic development of SMEs.

KEYWORDS: security appliance, security, IT and development, small business, computer networking

Introducción

Según la ANIF (2020) las pymes juegan un papel fundamental en la economía de Colombia, representando el 99% de las empresas del país, generando el 79% del empleado a nivel nacional y aportan el 40% del producto interno bruto. Esto a su vez parte de la cadena de suministros de grandes y multinacionales empresas, desconociendo estas que por su reducido tamaño de operación asumen que no son objetivos de ataques de ciberseguridad (Organización de Estados Americanos, 2018), y, sin quererlo, pueden ser utilizadas por los ciberdelincuentes para llegar a las grandes empresas al formar parte de su cadena de suministros (Marín y Carvajal, 2018; Franco y Urbano, 2019).

Es claro que, para las organizaciones, sin importar su tipo, necesitan tener en cuenta e incluir en sus procesos seguridad informática, ya sea usando herramientas comerciales o de código libre que les permitan mejorar sus posturas de seguridad en todos sus procesos y que les ayuden a identificar posibles amenazas que se pueden convertir en incidentes que a su vez ocasionen afectaciones en las operaciones, finanzas y afectando la credibilidad y el buen nombre de las compañías afectadas.

Al centrarse en las herramientas de código abierto especializadas en seguridad informática y que apoyen la seguridad perimetral de las organizaciones, es posible implementarlas en dispositivo de bajo costo o de placa simple del inglés *Single Board Computers* (SMB), a pesar de que son dispositivos de tamaño reducido cuentan con recursos y características lo suficientemente robustas para permitir su utilización en la implementación de esta clase de herramientas.

Entonces resulta posible el funcionamiento de herramientas especializadas de seguridad informática en entornos tecnológicos, de pequeñas y medianas empresas (Mintic, 2018a), dándoles un nivel de seguridad base y entregándoles visibilidad de los diferentes eventos anormales a los que están expuestas en sus actividades y procesos diarios.

Metodología

Para el desarrollo de la investigación se utilizó el método bibliográfico comparativo, se procedió a consultar literatura sobre el estado actual de la seguridad informática de las pequeñas y medianas empresas –pymes–, como lo son artículos de investigación, encuestas gubernamentales, encuestas del gremio, tesis, entre otros documentos, permitiendo identificar las tendencias de las pymes en sus procesos de tecnología y seguridad informática que apoyan sus procesos misionales y los diferentes incidentes o ataques cibernéticos a los que están expuestas por no contar con adecuadas herramientas o buenas prácticas de seguridad informática.

Basado en esto se orientaron los siguientes pasos o etapas para contemplar todos los aspectos necesarios que se consideran relevantes dentro de la investigación:

- Revisión del estado de la ciberseguridad de las pequeñas y medianas empresas mediante una investigación documental y una recopilación preliminar de datos a partir de encuestas a pymes de Colombia.
- Identificar las arquitecturas tecnológicas más usadas por las pequeñas y medianas empresas en Colombia.
- Analizar los servicios que utilizan y los diferentes problemas de seguridad que pueden causar incidentes de seguridad que posteriormente se vuelvan intrusiones.
- Comparar los diferentes IDS de código abierto que se puedan implementar en un dispositivo Raspberry (Tripathi & Kumar, 2018; Zitta et al., 2017).
- Evaluar y documentar diferentes procedimientos de instalación de sistemas de detección de intrusos, inicialmente en máquinas virtuales implementadas con herramientas de virtualización como VMware player.

2.1 Conceptos generales

Según Vieites (2011) se considera una amenaza a cualquier evento intencional o accidental que resulte en el daño parcial o total de un componente o servicio informático.

Una vulnerabilidad es un fallo, ya sea mal intencionado o no, que tienen los servicios y dispositivos dentro de una infraestructura de TI y el riesgo es la probabilidad que la amenaza explote una vulnerabilidad y logre ocasionar daños en una infraestructura tecnológica, generando alto impacto en la organización.

Para Ortega (2022) un sistema de detección de intrusos es un dispositivo incorporado dentro de una red LAN, cuya función es informar y alertar sobre anomalías internas o externas que pueden afectar el correcto funcionamiento de una infraestructura tecnológica ocasionando serios problemas en su funcionamiento y procesos.

Raspberry son los más conocidos dispositivos de placa simple o de bajo costo que han cambiado el concepto de los computadores, sus usos y aplicaciones, siendo un computador del tamaño de una tarjeta plástica de un banco con grandes capacidades y usos en diferentes campos y especialidades.

Resultados

3.1 Revisión del estado de la ciberseguridad de las pequeñas y medianas empresas mediante una investigación documental y una recopilación preliminar de datos a partir de encuestas a PYMES de Bogotá

Según un informe publicado por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) de Colombia en 2019, el 53% de las pymes en esa Nación habían adoptado tecnologías digitales. Entre las tecnologías más utilizadas estaban el correo electrónico (90%), la página web (44%) y las redes sociales (35%).

Además, en 2020, según un estudio de la Cámara de Comercio de Bogotá, la pandemia de COVID-19 aceleró la adopción de tecnología por parte de las pymes en Colombia. El informe señaló que el 50% de las pymes encuestadas había implementado nuevas herramientas digitales para apoyar sus operaciones y ventas y el 68% había aumentado su presencia en línea.

En términos generales, la ciberseguridad en las pymes colombianas aún se encuentra en una etapa incipiente (Pérez, 2017). Si bien es cierto que existe un mayor grado de conciencia en cuanto a la importancia de proteger los activos digitales de las empresas, la mayoría de ellas todavía carece de una estrategia de ciberseguridad clara y bien definida.

Entre los principales desafíos que enfrentan las pymes colombianas en materia de ciberseguridad se encuentran la falta de recursos y conocimientos especializados, así como la dificultad para identificar y evaluar las amenazas y vulnerabilidades de sus sistemas y redes.

Otro factor que agrava la situación es la falta de regulación y control por parte de las autoridades competentes, lo que puede generar una sensación de impunidad entre los ciberdelincuentes que buscan aprovecharse de las debilidades de las pymes.

A pesar de estos desafíos, es importante destacar que cada vez son más las pymes colombianas que se están interesando por la ciberseguridad y que están adoptando medidas para proteger sus activos digitales. Algunas de estas medidas incluyen la implementación de herramientas de seguridad informática, la formación de su personal en materia de ciberseguridad y la contratación de servicios especializados en esta área.

Según el portal pymas.com.co, dedicado al desarrollo digital de las pymes se indica que el 60% de las pequeñas y medianas empresas en Colombia no pueden sostener sus negocios luego de sufrir un ciberataque o ataque informático, de acuerdo a lo que revela el Informe de Tendencias del Cibercrimen en Colombia (2019-2020). Esto brinda un panorama cercano de la necesidad que tienen las pymes de contar con herramientas de ciberseguridad que les informe cuándo se esté presentando un evento anormal dentro de sus entornos tecnológicos.

3.2 Identificar las arquitecturas tecnológicas más usadas por las pequeñas y medianas empresas en Colombia

Dentro del manejo que le dan las pymes a la tecnología y ciberseguridad, en la mayoría de los casos se plantea la no necesidad de un área tecnológica y recurren a utilizar estudiantes o pasantes de tecnología, o bien a soportes externos para acciones correctivas sobre los componentes tecnológicos; esto debido a que son procesos no tan pertinentes y necesarios para sus procesos, lo que realmente deja a las pymes en un limbo tecnológico y a la merced de los ciberdelincuentes. Ahora bien, si se tiene en cuenta que las pymes con la pandemia originada por el COVID-19 vieron la necesidad de invertir en tecnología para poder subsistir.

Las pequeñas y medianas empresas (pymes) utilizan una variedad de infraestructuras tecnológicas según sus necesidades y recursos disponibles. Entre estos, algunos de los tipos de infraestructuras tecnológicas comunes utilizadas por las pymes incluyen:



- **Hardware:** utilizan computadores, portátiles, impresoras, servidores, dispositivos móviles, cámaras de seguridad y otros equipos para realizar sus operaciones diarias. También pueden utilizar dispositivos de almacenamiento externos como unidades flash USB y discos duros externos.
- **Software:** dentro de esta variedad pueden manejar sus procesos de negocio como *software* de contabilidad, *software* de recursos humanos, *software* de gestión de proyectos, *software* de facturación y *software* de gestión de inventario.
- **Conectividad a Internet:** un servicio necesario y primordial. Resulta imprescindible estar conectado a Internet para poder comunicarse con socios comerciales y posibles clientes prospectos. Se utilizan diferentes tipos de conexiones. En Colombia el servicio por excelencia es la fibra óptica, aunque tienden a reducir costos en algunos casos utilizando servicios de Internet residencial en lugar de usar Internet corporativo desconociendo las diferencias en sus características y beneficios (ver Tabla 1).

Tabla 1

Comparación Internet Residencial Versus Internet Empresarial

Característica	Internet residencial	Internet empresarial
Velocidad	Generalmente menor que la de Internet empresarial	Generalmente más rápida que la de Internet residencial
Ancho de banda	Limitado y compartido con otros usuarios en la misma red	Mayor y dedicado exclusivamente a la empresa
Fiabilidad	Puede ser menos confiable debido al uso compartido de la red y la falta de SLA	Mayor confiabilidad y soporte técnico para garantizar la continuidad del negocio
Seguridad	Ofrece una cantidad limitada de medidas de seguridad	Puede incluir medidas de seguridad adicionales, como firewalls y encriptación de datos
Costo	Generalmente más barato que Internet empresarial	Generalmente más caro que Internet residencial debido a la mayor velocidad, ancho de banda y confiabilidad
Soporte técnico	Soporte limitado	Soporte técnico especializado y dedicado a las necesidades de la empresa

- **Sistemas de seguridad:** utilizados para proteger la información y sus activos informáticos. Principalmente usan antivirus, cámaras de seguridad, en algunos casos sistemas perimetrales como *firewalls* y sistemas de detección de intrusos. Pero, al igual que con la conectividad a Internet para el caso de los antivirus, en ciertas ocasiones tienden a utilizar antivirus no adecuados para los entornos empresariales (ver Tabla 2).

Tabla 2*Comparación Antivirus Empresarial Versus Antivirus Corporativo*

Característica	Antivirus para hogar	Antivirus empresarial
Funciones de protección	Básicas, enfocadas en la protección contra virus y malware comunes	Avanzadas, con protección contra amenazas específicas para la empresa y la industria
Gestión centralizada	No disponible	Disponible, lo que permite la administración remota de la protección de la red de la empresa
Escalabilidad	Diseñado para cubrir las necesidades de un hogar o un pequeño negocio	Diseñado para adaptarse y crecer con una empresa en constante crecimiento
Personalización	Limitada o no disponible	Totalmente personalizable para adaptarse a las necesidades específicas de la empresa
Soporte técnico	Soporte básico disponible	Soporte técnico dedicado y especializado para las necesidades de la empresa
Precio	Generalmente más barato que los antivirus empresariales	Generalmente más caro que los antivirus para hogar debido a la mayor cantidad de funciones y soporte técnico especializado

- Servicios en la nube: principalmente utilizan servicios de correo, los demás servicios normalmente no son muy utilizados debido a los costos básicos y adicionales que se requieren dentro de sus servicios.

En otras partes del mundo la situación es similar, a pesar de ser entornos más avanzados tecnológicamente y con regulaciones más estrictas, según un estudio realizado por *Ponemon Institute* en 2020 con datos de empresas de los Estados Unidos, Reino Unido y algunas de Europa muestran que el 28% de las pequeñas y medianas empresas (pymes) encuestadas indicaron no tener ninguna solución de seguridad implementada en sus sistemas informáticos. Además, el mismo estudio señaló que solo el 21% de las pymes encuestadas tenía una política formal de seguridad de la información en vigor.

En 2020, otro estudio realizado por Shred-it encontró que el 41% de las pymes encuestadas no tenían un plan de gestión de incidentes de seguridad informática, y el 36% no tenían un plan de continuidad del negocio en caso de una violación de seguridad.

En cuanto a las herramientas de seguridad informática utilizadas por las pymes, casi la mitad de ellas enfrenta problemas para financiar la ciberseguridad. Para Kaspersky (2019) el 57% de las pymes encuestadas utilizaban soluciones de seguridad antivirus en sus sistemas, mientras que el 39% utilizaba soluciones de seguridad de correo electrónico y el 34% utilizaba soluciones de seguridad de red.

En particular, para Latinoamérica la información es igual de preocupante, según la consultora EY, con datos de su encuesta de seguridad de la información 2019-2020, el 70% de empresas en dicha región han sufrido al menos un incidente de ciberseguridad en los últimos doce meses. Sin embargo, solo el 25% de las empresas encuestadas tenían definido un plan de gestión de

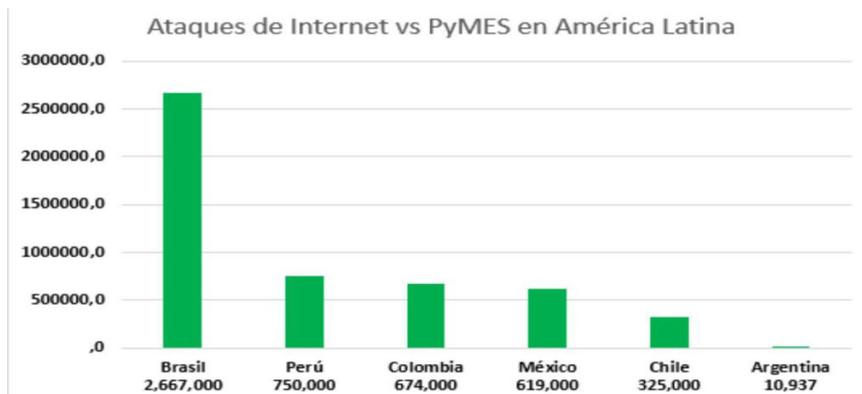
incidentes de seguridad. Fortinet, otro gran fabricante con presencia en todos los continentes en su reporte del estado de la ciberseguridad en Latinoamérica y el Caribe reportó que el 45% de las empresas de la región no tienen una política formal de seguridad informática.

3.3 Analizar los servicios que utilizan y los diferentes problemas de seguridad que pueden causar incidentes de seguridad que a la posta se vuelvan intrusiones

Un estudio realizado por la empresa de tecnología Kaspersky reveló que en el 2022 las pequeñas y medianas empresas en Colombia están en el tercer puesto de ataques cibernéticos en América Latina; gracias a la pandemia muchas de estas han realizado inversión en procesos tecnológicos que les permitan vender y ofrecer sus servicios y productos de manera digital y por las diferentes plataformas de comercio electrónico del mercado digital (ver *Figura 1*).

Figura 1

Ataques de Internet vs Pymes en América Latina



Nota. Prensariotila (s.f)

Las pequeñas y medianas empresas son víctimas a cada momento durante sus operaciones de diferentes ataques basados en infinidad de técnicas para aprovecharse de la ingenuidad, falta de conocimiento, mal uso de los recursos tecnológicos o igual por utilización de servicios no adecuados para una empresa como antivirus para el hogar, *software* comercial no licenciado entre otros factores que ayudan a lograr el objetivo por parte de los ciberdelincuentes.

Dentro de esa infinidad de ataques e incidentes de seguridad a los que están expuestas las pymes es posible detallar los más relevantes en la siguiente *Tabla 3*.

Tabla 3*Principales Ataques a los que se ven Expuestas las Pymes*

Tipo de ataque	Descripción	Ejemplo
Phishing	Involucra uno de los servicios más preferidos por los ciberdelincuentes como es el correo electrónico generando correos falsos direccionando a sitios web engañosos que parecen legítimos, diseñados para engañar a los usuarios y hacer que revele información confidencial como contraseñas o información de tarjetas de crédito.	Un correo electrónico falso que parece ser de un banco legítimo que solicita información de inicio de sesión.
Ransomware	Es un tipo de <i>software</i> malicioso que cifra archivos importantes del usuario y exige un rescate para recuperarlos.	El <i>ransomware</i> WannaCry que infectó a miles de sistemas en todo el mundo en 2017.
Ingeniería social	Se aprovecha de la manipulación psicológica de los usuarios para que revelen información confidencial. Los atacantes pueden hacerse pasar por representantes de una empresa legítima o enviar mensajes engañosos para obtener acceso no autorizado.	Un atacante que llama a un empleado haciéndose pasar por un representante de TI y solicita su contraseña.
Ataques de fuerza bruta	Involucra el uso de <i>software</i> automatizado para intentar adivinar contraseñas.	Un atacante que usa <i>software</i> para intentar adivinar una contraseña de un empleado en una cuenta de correo electrónico o en una red privada.
Ataques de inyección SQL	Se aprovecha de falencias en el desarrollo y los gestores de bases de datos para la manipulación de una base de datos a través de una entrada de usuario maliciosa.	Un atacante que ingresa código malicioso en un campo de entrada de un sitio web y accede a información confidencial en la base de datos.

Uno de los servicios utilizados por las pymes y el cual fue más utilizado durante la pandemia y pospandemia fue el *Remote Desktop Protocol* por sus siglas RDP o escritorio remoto, como es conocido comúnmente. Normalmente si la pyme tenía el servicio de *Virtual Private Network-VPN*, el cual permite conectar cualquier dispositivo a la red LAN y consumir los servicios internos de la pyme sin importar la ubicación donde se encuentre, se utilizaba el cliente del sistema operativo, pero si no se contaba con el servicio de VPN las pymes recurrían a otras herramientas como TeamViewer, logmein, Anydesk, entre otros, servicios que son muy populares. Sin embargo, respecto de su seguridad informática se han identificado una serie de vulnerabilidades reportadas a portales como CVE donde se registran y codifican las vulnerabilidades de cualquier servicio de tecnología (ver *Tabla 4*).

Tabla 4

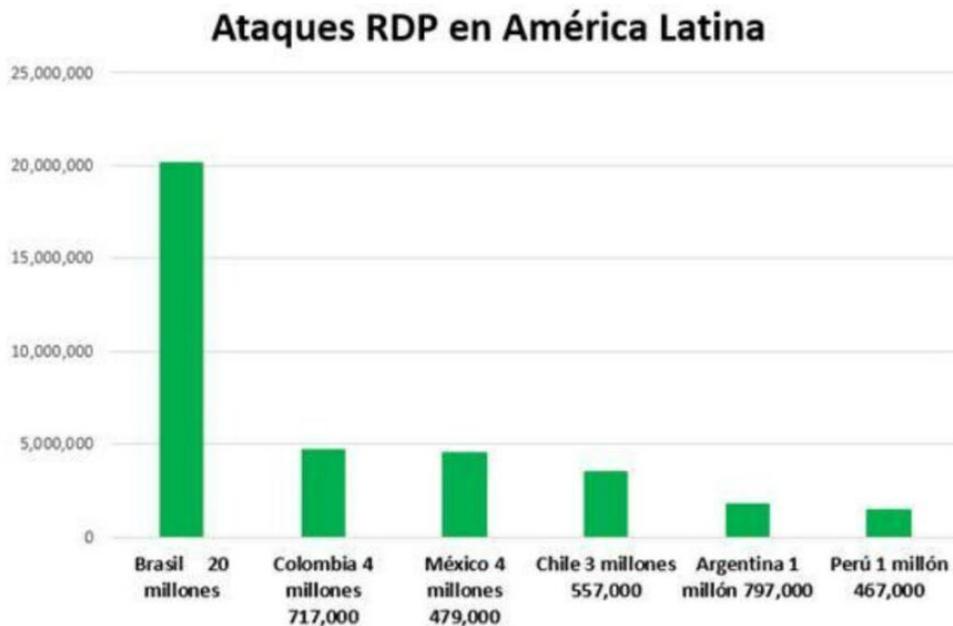
Estadísticas de Ataques a Herramientas RDP Reportadas en CVE-Mitre

Herramienta Acceso Remoto	Vulnerabilidades
Webex	302
Rdp	115
Xrdp	25
Teamviewer	14
Anydesk	9
Logmein	6

Al igual, dentro del informe de Kaspersky se evidencia que en Colombia las pymes sufrieron 4 millones de ataques a herramientas de RDP. En la siguiente Figura 2 se muestra un gráfico relacionado.

Figura 2

Ataques a Herramientas RDP en América Latina a las Pymes



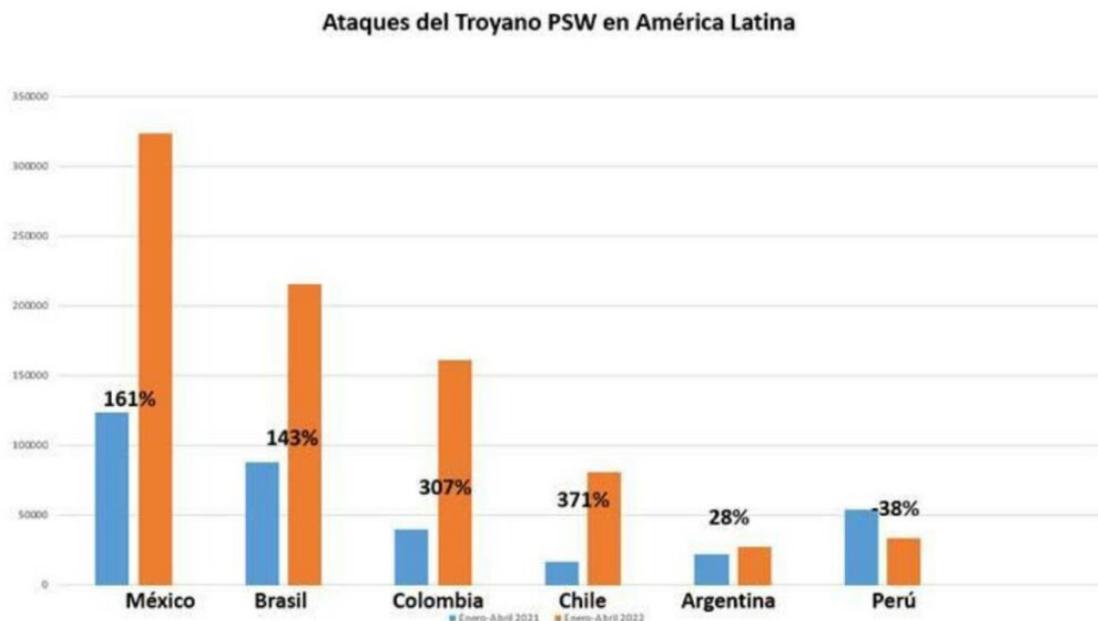
Nota. Prensariotila (s.f)

El troyano *Password Stealing Ware* (PSW) está diseñado para robar información relacionada con los inicios de sesión, como credenciales, buscando dentro de los dispositivos afectados los archivos que almacenan este tipo de datos. Según el informe de Kaspersky del 2022 se puede evidenciar el aumento de ataques 307% en Colombia (Ver *Figura 3*). Dentro de las razones por las que se ven dispositivos afectados con los troyanos se encuentran el mal uso de los servicios y la falta de concientización de los colaboradores, al igual que la mala utilización de servicios de

antivirus no empresariales con características básicas que no protegen igual que un antivirus empresarial, así como también no contar con alguna herramienta que les informe de cualquier anomalía en los servicios de tecnología utilizados por estas.

Figura 3

Ataques de Troyanos en América Latina a las Pymes



Nota. Prensariotila (s.f)

3.4 Comparar los diferentes IDS de código abierto que se puedan implementar en un dispositivo Raspberry

En la *Tabla 5* se presenta una comparación entre los dos sistemas más populares de detección de intrusos basados en código abierto, evidenciando sus características en cuestión de funcionamiento, rendimiento y manejo de reglas.

Tabla 5*Comparativa de los dos Principales Sistemas de Detección de Intrusos Basados en Código Abierto*

Características	Snort	Suricata
Desarrollador	Cisco	Open Information Security Foundation
Licencia	GPL	GPL
Soporte Multiplataforma	Sí	Sí
Modos de funcionamiento	Inline y en línea pasiva	Inline y en línea pasiva
Motor de detección	Basado en reglas	Basado en reglas
Motor de detección	Basado en reglas	Basado en reglas
Soporte de reglas	Compatible con reglas de Snort	Compatible con reglas de Snort
Escalabilidad	Escalabilidad vertical limitada	Escalabilidad horizontal y vertical
Rendimiento	Bajo rendimiento en comparación con Suricata	Alto rendimiento
Soporte de protocolos	Soporta una amplia gama de protocolos	Soporta una amplia gama de protocolos
Fácil configuración	Fácil de configurar	Más complejo que Snort
Gestión de eventos	Soporte limitado	Soporte completo
Soporte de salida	Soporte limitado	Soporte completo

En la siguiente *Tabla 6* se presentan las diferentes características más técnicas de los sistemas de detección de intrusos basados en código abierto, permitiendo elegir o decidir en sus respectivas características cuál es la mejor opción para realizar las pruebas iniciales en entornos controlados.

Tabla 6*Comparativa de Características Técnicas de los Sistemas de Detección de Intrusos más usados de Código Abierto*

Características	Snort	Suricata
Número de reglas	Más de 11,000	Más de 40,000
Velocidad de procesamiento	5-10 Gbps	10-20 Gbps
Soporte de protocolos	TCP, UDP, ICMP, HTTP, DNS, FTP, SMTP, SSH, SIP, SSL, entre otros.	TCP, UDP, ICMP, HTTP, DNS, FTP, SSH, SIP, SSL, entre otros.
Funcionalidades	Detección de intrusiones, prevención de intrusiones, registro de eventos, captura de paquetes, análisis de tráfico, entre otros.	Detección de intrusiones, prevención de intrusiones, registro de eventos, captura de paquetes, análisis de tráfico, análisis de malware, entre otros.
Lenguajes de reglas	Snort y Emerging Threats open	Suricata y Emerging Threats open
Flexibilidad	Limitada	Mayor
Comunidad	Grande y activa	Grande y activa
Sistema operativo	Linux, Unix, Windows, MacOS	Linux, Unix, Windows, MacOS
Licencia	GPLv2	GPLv2

Debido a que Suricata presenta unas características óptimas para usarlas sobre una Raspberry Pi 4 (ver *Figura 4*), como por ejemplo que la velocidad de procesamiento de Snort (Castro y Moreira, 2018) puede ser de hasta 1 Gbps y en Suricata de hasta 1.5 Gbps, en cuanto al rendimiento Snort puede procesar en promedio entre 100 a 200 Mbps, mientras que Suricata puede procesar entre 200 a 300 Mbps.

Figura 4

Raspberry Pi Versión 4



Nota. Terceravia (2016)

3.5 Evaluar y documentar diferentes procedimientos de instalación de sistemas de detección de intrusos, inicialmente en máquinas virtuales implementadas con herramientas de virtualización como VMware player

Dentro de la evolución de los diferentes procedimientos de instalación sin importar la herramienta, cabe tener en cuenta que lo ideal es instalarlo en un sistema operativo como Linux por su similitud con el sistema operativo de las Raspberry –“Raspberry PI OS”–, que realmente resulta una distribución creada para estos dispositivos. Durante el proceso de evaluación de los diferentes procedimientos se pudo evidenciar que se requieren un sinnúmero de librerías para desarrollo en C, Lua y en Python junto con otros componentes de *software* requerido para su respectivo y correcto funcionamiento.

En la *Tabla 7* se presenta la comparación de los procesos planteados y realizados en entornos controlados.

Tabla 7

Comparativa de los Procedimientos de Instalación de las Simulaciones de Instalación del IDS Suricata

Características	Instalación Completa	Docker
Emulador Vms	Vmware Player 17	Vmware Player 17
Sistema Operativo	Raspberry PI OS	Raspberry PI OS
versión del SO	Released 2023-02-21	Released 2023-02-21
Sistema Detección de Intrusos	Suricata	Suricata
versión del IDS	6.0.11	6.0.11
Pasos de instalación	25	2
Tiempo de Instalación(min)	180	30
Configuración Reglas	60	30
Pruebas y testeo	60	60
Total Proceso en horas	6	2

Dentro de los ejercicios realizados sobre máquinas virtuales apoyado de la herramienta VMware player versión 17 se pudo evidenciar una instalación completa con 25 pasos, incluyendo todos los componentes y librerías que se requieren dentro del proceso. Esto se inicia con la actualización del sistema operativo hasta los tests iniciales de las reglas, coprocesadores por defecto y la customización de diferentes reglas para identificar qué tanto es el uso de las principales redes sociales en las pymes, para este procedimiento en tiempo se requiere aproximadamente de 4 horas.

Otro procedimiento para implementar un sistema de detección de intrusos es aprovechar las nuevas tecnologías como lo son los Docker utilizando imágenes de sistemas de detección de intrusos desarrolladas en algunos proyectos bajo esta tecnología. Así es posible optimizar el uso de recursos de *hardware* gracias a que con los Docker solo se utilizan los recursos necesarios para que el servicio o herramienta que se está manejando de esta manera.

A continuación, se relaciona el procedimiento de la implementación del sistema de detección de intrusos bajo la tecnología de dockers tomado del proyecto desarrollado por Jason Ish que es un desarrollador perteneciente a *Open Information Security Foundation (OISF)*, una organización que promueve la creación de comunidades y respaldar tecnologías de seguridad de código abierto como Suricata.

Como se ha indicado, el procedimiento es muy corto, pero eso no indica que no se deba conocer cómo es el funcionamiento de Suricata, tanto como el manejo de las reglas, la ubicación de los archivos de configuración y los muy importantes archivos de eventos.

Paso 1: descarga la imagen del Docker utilizando el comando `Docker pull jasonish/suricata`, este comando lo descarga en el directorio o carpeta donde actualmente se está ubicado dentro del SO como se evidencia en la *Figura 5*.

Figura 5

Paso 1 - Descarga de la Imagen Docker del Repositorio

```

└─# docker pull jasonish/suricata
Using default tag: latest
latest: Pulling from jasonish/suricata
Digest: sha256:ffffa8539dfc197d9a01ad29d177f270fd9b40fa029f9101d1fc184a0236cb9f
Status: Image is up to date for jasonish/suricata:latest
docker.io/jasonish/suricata:latest

```

Paso 2: ejecutar o invocar la imagen con el comando Docker run, teniendo en cuenta que se agregan diferentes parámetros como -v para direccionar la ubicación de los archivos de eventos, al igual que el parámetro -i para indicarle al IDS la tarjeta de red que va a estar analizando. En la *Figura 6* se puede evidenciar el funcionamiento de suricata.

Figura 6

Paso 2 - Ejecución de la Instancia de Suricata versión 6.0.11

```

└─# docker run --rm -it --net=host \
  --cap-add=net_admin --cap-add=net_raw --cap-add=sys_nice \
  -v logs:/var/log/suricata \
  jasonish/suricata:latest -i eth0
Checking for capability sys_nice: yes
Checking for capability net_admin: yes
22/4/2023 -- 16:45:52 - <Notice> - This is Suricata version 6.0.11 RELEASE running in SYSTEM mode
22/4/2023 -- 16:46:23 - <Notice> - all 6 packet processing threads, 4 management threads initial

```

Ya en este punto el Suricata está ejecutándose en el Sistema Operativo Raspberry, lo siguiente es proceder a configurar la red interna, la red externa e incluir el archivo personalizado de reglas en el archivo suricata.yaml para que lo reconozca.

Conclusiones

Una vez revisados los contextos locales, regionales y latinoamericanos relacionados con la seguridad de la información, se puede evidenciar que, si bien hay avances en la implementación, tanto de políticas, como de herramientas de seguridad que ayudan a mejorar la postura de seguridad de las pymes; sin embargo, hay mucho trabajo aún por hacer, desde la concientización del eslabón más débil de la cadena de seguridad de la información que es el usuario.

Como la necesidad de la asignación y manejo de un presupuesto para la adquisición de soluciones de seguridad informática no tiene máxima prioridad dentro de las pymes en un entorno pospandemia que es sensible económicamente, el uso de este tipo de soluciones ayuda también desde el punto de vista económico.

Las regulaciones que poco a poco se fortalecen también demandan de las pymes atención en estos temas, que a menudo deben escoger entre sobrevivir o crecer de manera moderada, realizando inversiones en sus procesos misionales del negocio o invertir en tecnología y

soluciones de seguridad informática. Aquí es donde las soluciones basadas en código abierto implementadas en dispositivos de bajo costo pueden ayudar a las pymes a solventar ese problema y ayudarlas a fortalecer sus posturas de seguridad sin necesidad de hacer altas inversiones.

La posibilidad de realizar combinaciones entre diversas soluciones de seguridad informática basadas en código abierto y su implementación en una infraestructura con costos reducidos, que además cuente con un rendimiento adecuado para las necesidades de las pymes, brindan opciones reales para que ellas puedan contar con herramientas que les ayuden a fortalecer sus estrategias de seguridad y a proteger la información que gestionan una inmejorable relación costo/beneficio.

El apoyo a las pymes y el desarrollo de herramientas basadas en código abierto pueden generarse desde la academia con el apoyo de las agremiaciones, como cámaras de comercio e instituciones gubernamentales, buscando con ello mejorar las condiciones de seguridad con el fin de garantizar su subsistencia en un entorno virtual cada vez más extendido, pero también cada vez más peligroso.

Referencias

- ANIF. (2020). *Gran encuesta pyme nacional*. <https://www.anif.com.co/encuesta-mipyme-de-anif/gran-encuesta-pyme-nacional/>
- Castro, P., y Moreira, A. (2021). *Desarrollo de un prototipo de un sistema de análisis y monitoreo de una red utilizando la herramienta open source SNORT para identificar las vulnerabilidades de la red y brindar seguridad a las conexiones de los diferentes dispositivos finales con servidor VPN y raspberry PI* (Tesis de grado, Universidad de Guayaquil). <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/52260>
- Franco, M., y Urbano, D. (2019). Caracterización de las pymes colombianas y de sus fundadores: un análisis desde dos regiones del país. *Estudios gerenciales*, 35(150), 81-91. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2019.150.2968>
- Kaspersky. (2019). *How businesses are losing money and saving costs amid cyberattacks*. IT security economics in 2019. https://go.kaspersky.com/rs/802-IJN-240/images/GL_Kaspersky_Report-IT-Security-Economics_report_2019.pdf
- Marín, A., y Carvajal, O. (2018). *Estudio monográfico sobre los casos más comunes de cibercrimen en las Pymes Colombianas* [Tesis de especialidad, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/30322>
- Mintic. (2018a). Caracterización de las MiPyME colombianas y conocimiento de su relación con las TIC. <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-56356.html>
- Mintic. (2018b). *La economía digital y las mipyme en Colombia*. Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia <https://mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-propertyvalue-7235.html>
- Organización de Estados Americanos. (2018). *Programa de ciberseguridad*. OEA. <https://www.oas.org/es/sms/cicte/prog-ciberseguridad.asp>
- Ortega, S. (2022). *Análisis de sistemas de detección de intrusos con herramientas open source* [Tesis de Maestría, Universidad Israel]. <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/3364>
- Prensariotila. (s.f). *Kaspersky: las PyMEs de América Latina enfrentan un creciente número de ciberataques*. <https://prensariotila.com/kaspersky-las-pymes-de-america-latina-enfrentan-un-creciente-numero-de-ciberataques/>
- Pérez, Y. (2017). *Importancia de la ciberseguridad en Colombia* [Tesis de especialización, Universidad Piloto de Colombia]. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/2676>

Terceravia. (14 de febrero de 2016). Raspberry Pi: El microcomputador educativo de código abierto. <https://terceravia.mx/2016/02/raspberry-pi-el-microcomputador-educativo-de-codigo-abierto/>

Tripathi, S., & Kumar, R. (2018). Raspberry pi as an intrusion detection system, a honeypot and a packet analyzer. In *2018 International Conference on Computational Techniques, Electronics and Mechanical Systems (CTEMS)* (pp. 80-85). <https://doi.org/10.1109/CTEMS.2018.8769135>

Vieites, Á. (2011). *Enciclopedia de la seguridad informática*. Grupo Editorial RA-MA.

Zitta, T., Neruda, M., & Vojtech, L. (2017). The security of RFID readers with IDS/IPS solution using Raspberry Pi. In *2017 18th International Carpathian Control Conference (ICCC)* (pp. 316-320). <http://dx.doi.org/10.1109/CarpathianCC.2017.7970418>.

Copyright (2023) © Edgar Mauricio Lopez Rojas, Alexander Larrahondo Núñez, Rosa Gabriela Camero Berrones y Anderson Fabian Ferrucho Pérez



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)

NORMAS DE PUBLICACIÓN REVISTA ODIGOS

La **REVISTA ODIGOS** es una publicación científica de la Universidad Tecnológica Israel, cuya difusión es trianual: febrero, junio y octubre.

El propósito es publicar, en español e inglés, trabajos de investigación científica y desarrollo tecnológico vinculados a las Ciencias de la Ingeniería y Exactas (ciencia y tecnología, computación, física, matemática, telecomunicaciones, electrónica).

Está dirigida a docentes, investigadores y profesionales que estén interesados en la actualización y el seguimiento de los procesos de investigación científico-tecnológica en esta área del conocimiento. Es de acceso abierto y gratuito, e incluye artículos originales de investigación, ensayos y reseñas.

Es importante acotar que las evaluaciones se hacen con pares a doble ciego para garantizar la objetividad y la calidad de las publicaciones.

1. ALCANCE Y POLÍTICA

Las aportaciones tienen que ser originales y no haber sido publicados previamente o estar en proceso de revisión de otro medio.

Estas pueden ser mediante:

- **Artículos:** trabajos de naturaleza teórica y empírica con una extensión de entre 12 y 16 páginas, incluyendo título, resúmenes, descriptores, tablas y referencias.

La estructura a seguir es la siguiente: título, autor (es), institución, correo electrónico de cada autor, código Orcid (<https://orcid.org/>), resumen, palabras clave, abstract (no se aceptarán traducciones provenientes de traductores automáticos), keywords, introducción, metodología, resultados, conclusiones y referencias bibliográficas.

- **Ensayos:** son revisiones exhaustivas del estado de la cuestión de un tema de investigación reciente y actual justificado mediante la búsqueda sistemática de autores que traten sobre esa problemática. Para esta sección se aceptan trabajos con un máximo de entre 12 y 16 páginas, incluyendo título, resúmenes, descriptores, tablas y referencias.

La estructura a seguir es la siguiente: título, autor (es), institución, correo electrónico de cada autor, código Orcid (<https://orcid.org/>), resumen, palabras clave, abstract (no se

aceptarán traducciones provenientes de traductores automáticos), keywords, introducción, desarrollo, debate/discusión/conclusiones y referencias bibliográficas.

- **Reseñas:** consiste en la valoración crítica de un autor, un libro u obra artística en la que se realice una evaluación o crítica constructiva. Tiene una extensión de máximo 12 páginas incluyendo título, resúmenes, descriptores, tablas y referencias.

La estructura a seguir es la siguiente: título, autor (es), correo electrónico de cada autor, código Orcid (<https://orcid.org/>), resumen, palabras clave, abstract (no se aceptarán traducciones provenientes de traductores automáticos debido a su baja calidad), keywords, introducción, desarrollo, debate/discusión/conclusiones y referencias bibliográficas.

2. PROCESO EDITORIAL

Se informa a los autores que los trabajos que se publicaran deben respetar el formato de la plantilla establecida y ser enviados exclusivamente por el OJS (Open Journal System): <https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/ro>, por esa vía se manejará el proceso de estimación/desestimación y de aceptación/rechazo, así como en caso de aceptación, el proceso de revisión.

En el período máximo de 30 días, a partir de la recepción de cada trabajo, los autores recibirán una notificación. En caso de que el manuscrito presente deficiencias formales o no se incluya en el focus temático de la publicación, el Editor principal o Director Científico desestimarán formal o temáticamente el trabajo sin opción de reclamo por parte del autor. Por el contrario, si presenta carencias formales superficiales, se devolverá al autor para su corrección antes del inicio del proceso de evaluación. Para ello se establecen las siguientes categorías: **aceptado, aceptado con cambios menores, aceptado con cambios mayores, rechazado.**

Se solicita a los autores que una vez recibida la resolución por parte del Editor de la Revista o del Director Científico envíen el documento corregido en no más de 30 días para una segunda revisión, salvo a aquellos autores a quienes se ha notificado su documento como rechazado.

Los manuscritos serán evaluados científicamente, de forma anónima por pares expertos en la temática, con el fin de garantizar la objetividad e independencia de la Revista.

Los criterios de valoración para la aceptación/rechazo de los trabajos por parte del Consejo Editor son los siguientes:

- Actualidad y novedad.
- Relevancia y significación: avance del conocimiento científico.
- Originalidad.
- Fiabilidad y validez científica: calidad metodológica contrastada.
- Organización (coherencia lógica y presentación formal).
- Coautorías y grado de internacionalización de la propuesta y del equipo.



- Presentación: buena redacción.

3. PRESENTACIÓN Y ESTRUCTURA DE ORIGINALES

Los trabajos se presentarán en tipo de letra Times New Roman 12, interlineado simple, con alineación a la izquierda y sin tabuladores ni retornos de carros entre párrafos. Solo se separan con un retorno los grandes bloques (autor, título, resúmenes, descriptores, créditos y epígrafes). Los trabajos se presentan en Word para PC. Las normas de citas y bibliografía se basan en APA 7ma edición.

A continuación, se detalla en profundidad como debe desarrollarse el texto académico:

- Nombre y apellidos completos de cada uno de los autores por orden de prelación, el número deberá estar justificado por el tema, su complejidad y su extensión, siendo 4 el máximo. Junto a los nombres ha de seguir la institución, correo electrónico de cada autor y código ORCID.
- Resumen en español con un máximo de 200 palabras, donde se describirá de forma concisa el motivo y el objetivo de la investigación, la metodología empleada, los resultados más destacados y principales conclusiones, con la siguiente estructura: justificación del tema, objetivos, metodología del estudio, resultados y conclusiones. Ha de estar escrito de manera impersonal en tercera persona: “El presente trabajo se analizó...”.
- Abstract en inglés con un máximo de 200 palabras. Para su elaboración, al igual que para el título y los keywords, no se admite el empleo de traductores automáticos. Los revisores analizan también este factor al valorar el trabajo
- De 4-6 palabras clave en español/ 4-6 keywords en inglés.
- Introducción: debe incluir los fundamentos y el propósito del estudio, utilizando citas bibliográficas, así como la revisión de la literatura más significativa proveniente de fuentes válidas y de calidad académica.
- Metodología: Será presentado con la precisión que sea conveniente para que el lector comprenda y confirme el desarrollo de la investigación. Se describirá el enfoque metodológico adoptado, la población y muestra, así como las técnicas seleccionadas.
- Resultados: se realizará una exposición de la información recabada durante el proceso de investigación. En caso de ser necesario los resultados se expondrán en figuras o/y tablas (**Ver plantilla de estilo**).
- Conclusiones: resumirá los hallazgos, relacionando las propias observaciones con otros estudios de interés, señalando aportaciones y limitaciones sin reiterar datos ya comentados en otros apartados.
- Referencias bibliográficas: Las citas bibliográficas deben reseñarse en forma de referencias al texto. No debe incluirse bibliografía no citada en el texto. El número de referencias bibliográficas deben ser como mínimo 12 y máximo 20, cantidad necesaria para contextualizar el marco teórico, la metodología usada y los resultados de investigación. Se

presentarán alfabéticamente por el apellido primero del autor (agregando el segundo solo en caso de que el primero sea de uso muy común, y unido con guion). Debe usarse la norma APA 7ma edición.

- Apoyo financiero (opcional): El Council Science Editors recomienda a los autor/es especificar la fuente de financiación de la investigación. Se considerarán prioritarios los trabajos con aval de proyectos competitivos nacionales e internacionales. En todo caso, para la valoración científica del manuscrito, este debe ir anonimizado con XXXX solo para su evaluación inicial, a fin de no identificar autores y equipos de investigación, que deben ser explicitados posteriormente en el manuscrito final.

4. DERECHOS DE AUTOR

Los autores que participen de los procesos de evaluación y publicación de sus ediciones conservan sus derechos de autor, cediendo a la revista el derecho a la primera publicación, tal como establecen las condiciones de reconocimiento en la licencia [Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](#) (CC BY), donde los autores autorizan el libre acceso a sus obras, permitiendo que los lectores copien, distribuyan y transmitan por diversos medios, garantizando una amplia difusión del conocimiento científico publicado.

5. LISTA DE COMPROBACIÓN PARA ENVÍOS

Los investigadores deberán llenar en el OJS la lista de comprobación para envíos. En caso de que no cumpla uno de los requisitos, el autor no podrá subir el archivo. Por ello es necesario que se revisen los siguientes parámetros antes de enviar el documento.

- El envío no ha sido publicado previamente ni se ha sometido a consideración por ninguna otra revista (o se ha proporcionado una explicación al respecto en los comentarios al editor/a).
- El archivo de envío está en formato Microsoft Word.
- Siempre que sea posible, se proporcionan direcciones URL para las referencias.
- El texto alineado a la izquierda con tiene interlineado sencillo; letra Times New Roman, 12 puntos de tamaño de fuente.
- El texto se adhiere a los requisitos estilísticos y bibliográficos resumidos en las [Directrices para autores](#).
- Si se envía a una sección evaluada por pares de la revista, deben seguirse las instrucciones en asegurar una evaluación anónima.

6. PRÁCTICAS DESHONESTAS: PLAGIO Y FRAUDE CIENTÍFICO

En el caso de que haya algún tipo de infracción contra los derechos de la propiedad intelectual, las acciones y procedimientos que se deriven de esa situación serán responsabilidad de los autores/as. En tal sentido, cabe mencionar las siguientes infracciones graves:



- **Plagio:** consiste en copiar ideas u obras de otros y presentarlas como propias, como por ejemplo el adoptar palabras o ideas de otros autores sin el debido reconocimiento, no emplear las comillas en una cita literal, dar información errónea sobre la verdadera fuente de la cita, el parafraseo de una fuente sin mencionarla, el parafraseo abusivo, incluso si se menciona la fuente.
- **Fraude científico:** consiste en la elaboración, falsificación u omisión de información, datos, así como la publicación duplicada de una misma obra y los conflictos de autoría. **CITACIÓN Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** el sistema de citación y referencias bibliográficas se ajustarán a las American Psychological Association (Normas APA, 7^a. edición).
- Se respetará de forma tácita el orden de los autores que figure en el documento original enviado.





UISRAEL - 2023

Francisco Pizarro E4-142 y Marieta de Veintimilla
Teléfono: (593) 2 255-5741
rodigos@uisrael.edu.ec
Quito - Ecuador