

e I S S N: 3028-9882

++
++
++
++
++
++
INTERNATIONAL
JOURNAL OF EDUCATIONAL
PRACTICES AND ENGINEERING-
IJEPE

VOL. 1 NO. 1 (2024): SEPTEMBER - DECEMBER 2024



HONEXUS

International Journal of Educational Practices and Engineering(IJEPE)

Revista Internacional de Prácticas Educativas e Ingeniería
(IJEPE)

Número 1: Septiembre – diciembre 2024

La Revista IJEPE es una revista internacional, de acceso abierto y arbitrada que cubre una amplia gama de temas relacionados con la tecnología de la información y la innovación educativa. La revista se centra en la publicación de investigaciones originales y artículos de revisión que contribuyan al avance de estos campos, promoviendo la integración de nuevas tecnologías en la educación y la ingeniería. Nos centramos en la difusión de nuevas herramientas, plataformas y metodologías tecnológicas que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estudios que exploren cómo se pueden utilizar las TI para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en diversos contextos educativos. Análisis detallados de cómo las instituciones educativas están adoptando y utilizando tecnologías innovadoras. Exploración de nuevas tendencias, como la inteligencia artificial, la realidad virtual y aumentada, y su impacto en la educación.

Edición: diciembre 2024

Deposito Legal N° **2024-08783**

ISSN: e-3028-9882

Ho Nexus

Address: L4-18 Urb. Paseo del Mar, Nuevo Chimbote

Cod. Postal: 02711

Teléf. (+51) 978653152

Editor-in-Chief:

Orlando Iparraguirre (Perú, Universidad Tecnológica del Perú)

Editorial Board:

Henry Chero Valdivieso (Perú, University of Technology and Education, USA)

Scientific Committee

Michael Cabanillas Carbonell (Perú, Universidad Privada del Norte)

Pandora Dorouka (Grecia, University of Crete)

Mauro Callejas Cuervo (Colombia, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia)

Daniela Milagros Anticona Valderrama (Perú, Universidad Tecnológica del Perú)

Iris Jiménez-Pitre (Colombia, Universidad de la Guajira)

Contenido	Pag.
1. Text Mining and Unsupervised Learning Techniques for Tweet Classification in the Peruvian Social Context	4
2. Integration of parametric design tools with artificial intelligence in the construction industry - a review	12
3. Agriculture Robot Using Image Processing	24
4. Análisis Comparativo de la Felicidad en el Trabajo entre el Personal Docente de Planta, Ocasional y Catedrático de la Universidad de la Amazonia	35
5. Impacto de la actividad física como detonante o regulador de los niveles de estrés laboral en los profesionales universitarios de la alcaldía de Florencia Caquetá.	44
6. Cuidados de Enfermería en Pacientes Pediátricos Crónicos Complejos y la Aplicación del Dispositivo Leandro en un Estudio de Caso	60
7. Classification and prediction of heart disease using Machine Learning models: A promising approach for medical diagnosis	72

Research Type (Original)

Text Mining and Unsupervised Learning Techniques for Tweet Classification in the Peruvian Social Context

Victor Guevara-Ponce^{1*}, Roque Paredes Ofelia², Orlando Iparraguirre-Villanueva³

^{1,2} Instituto de Datos e Inteligencia Artificial, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú

³ Ho Nexus, Nuevo Chimbote, Perú

Article info	Abstract
<i>Keywords:</i>	<i>Background:</i> Currently, there has been an exponential growth in the volume of unstructured data, especially with the use of social networks. Technological progress has allowed the adoption of processes, techniques, and methods to obtain information from these data.
<i>Text mining</i>	
<i>unsupervised learning</i>	<i>Objective:</i> This work aims to analyze and classify Tweets in the context of Peru's social upheaval, using text mining (TM) and unsupervised learning (UL) techniques.
<i>tweet classification</i>	<i>Methods:</i> More than 268k tweets were collected and processed, with the hashtag of the trends occurred in the first two weeks of February 2023: #ParoNacional, #RenunciaYa and #Renuncia. Within a radius of 1000km from the city of Lima. Data cleaning and feature selection techniques were used. Then, UL techniques, such as clustering and sentiment analysis, were applied to classify the Tweets generated in social networks using the Loss Distribution Approach (LDA) model.
<i>social upheaval</i>	
<i>Peru</i>	<i>Results:</i> The result of the analysis of Tweets related to the social upheaval in Peru shows a polarization in the opinions of users, with one group supporting the protests and another criticizing them. Recurring themes have been identified as the resignation of the president, Lima centralism, congressional shutdown, corruption, and social inequality. The sentiment analysis shows a mix of positive and negative emotions, with words grouping negative sentiment being the most recurrent. Sentiment was classified into three polarity categories: positive, negative, and neutral, corresponding to 37%, 58% and 5%, respectively. There is also criticism of the government for its lack of action and police violence during demonstrations.
<i>quit</i>	<i>Conclusions:</i> Finally, it is concluded that UL techniques have been effective in classifying Tweets according to their polarity.

1. Introduction

The growing popularity of social networks has led to a huge amount of information generated by users, particularly on the Twitter platform [1], this social space facilitates people to communicate virtually with family, friends and even create new ones. In addition, this tool allows users to share content, interact with each other and create communities of people with similar interests: work, reading; it also facilitates political relations and business contacts [2]. Peru currently has a total population of 33.52 million users, 78.7% of whom live in urban areas; the number of users with Internet access is 21.89 million, representing 65.3% of all residents who have access to this space, and 28.1 million are active in social networks. Twitter has 2.2 million users connected to the Peruvian population [3], [4]. Peru is currently experiencing a period of political crisis unprecedented since the restoration of democracy. Various demonstrations have been held in different parts of the country, specifically in southern Peru. The demonstrations began in December after the arrest of the then president of the Republic Pedro Castillo. Various politicians, researchers, students, and people in general use social networks to express their disagreement or support to the current president of the Republic Dina Boluarte. On Twitter, a user makes an average of 6 comments on all types of tweets for 30 days [5].

Due to technological advancement and computers, most documents are digitally unstructured. As the term indicates, TM involves the search, retrieval, and analysis of unstructured natural language text that is not structured in any way. It is for the purpose of observing how text data embedded in these documents can be used for various purposes [6]. This huge volume of unstructured data provides a unique opportunity to apply data science techniques to extract valuable information [7]. TM and UL techniques are fundamental

tools in this field and have been used for data classification in various contexts [8]. In addition, TM provides methodologies integrating issues related to artificial intelligence, knowledge discovery, data mining, among others. Also, the use of algorithms to analyze their own data [9]. These tasks include preprocessing, text classification, information retrieval and search, document clustering, and document information retrieval [10].

This paper studies the application of TM and UL techniques to classify tweets in the context of social unrest in Peru. The objective is to identify patterns of behavior and related topics in tweets generated by Peruvian users related to social and political events in the country. Sentiment analysis, clustering, and word frequency analysis techniques will be used to explore the data and classify tweets into different categories. For this purpose, comments have been extracted, using the hashtags of the trends that occurred in the first two weeks of February 2023: #ParoNacional, #RenunciaYa #Renuncia. This study is expected to be of significant importance in understanding public opinion on social and political events in Peru. In addition, they are expected to identify opportunities for improvement in online communication and marketing. In addition, it is expected that this research will provide a solid foundation for future research on TM and UL as it relates to social uprisings in Peru.

2. Literature Review

The last decade has seen a steady evolution of TM and sentiment analysis in social networks. Real-time information analysis has gained popularity, given the growing interest in the meaning of data. In this section, we present research related to tweet classification using TM and UL.

2.1. Sentiment analysis on Twitter

In recent years, Twitter data classification has become a popular research topic. Sentiment analysis is a TM technique used to determine the emotional side of a text. Within the realm of Twitter, sentiment analysis is utilized to establish the positivity, negativity, or neutrality of a tweet. For example, in [11] conducted research focused on Twitter sentiment analysis, for which they employed UL techniques. They used aggregation models to organize the tweets into classes such as: positive, neutral, and negative. The results achieved a classification accuracy of 83%. Also, in [12] conducted work with UL and TM techniques to analyze tweets posted on Twitter. The distribution of the results of the analysis was organized into three types of polarity classes: positive, negative, and neutral, with the following results: 22%, 4% and 74%, respectively. Similarly, in [13] researchers analyzed the feelings and emotions of people from 10 countries during the COVID-19 pandemic. Their results allow concluding that all countries tweeted positive feelings about COVID19; from the analysis of word clouds from different countries, people tweet words such as epidemic, COVID, coronavirus, clinics, health conditions, struggle, stay, subsist, protected, assistance, emergency, death, and Masks with different emotions, mostly positive. Likewise, in [14] a method based on nested tweet representations is presented to analyze Twitter data related to Peruvian politicians' comments and evaluate the underlying sentiment polarity of such messages based on neural networks to predict politicians' approval ratings. It concludes with an accuracy level of 91%.

2.2. Unsupervised learning techniques

UL techniques are widely used in TM for document classification and clustering. For example, in [15] developed a project in which they used the LDA model to classify topics in a corpus of texts and then identify the most relevant terms. In this processing they used more than 10k documents (curricula) related to data science. The work was able to cluster relevant topics with an accuracy of 87%, and they conclude that those interested in the discipline of data science should have certain skills, such as being technical in some line of technology. Also, in [16] a work was developed using the UL approach to classify tweets written in English, from customers of multiple telecommunication companies in Saudi Arabia. For the classification they used ML algorithms, neural networks, k- Nearest Neighbors, Naive Bayes and classified into the following categories: positive, neutral, and negative. And they concluded that KNN model with one variant achieved an accuracy of 80.1%.

2.3. Text Mining

TM is a research field that combines data mining, statistics, and computational language for the purpose of extracting useful information from texts. In [17], a work based on TM for the classification of Tweets is presented, where the processing of Twitter data, including their opinions and sentiments by processing the subjectivity of interactions is sought. This study concludes that using machine learning (ML) and TM techniques, it is possible to classify comments on the social network with an accuracy of over 60%.

Similarly, in the work [18] they addressed a TM case, for which they analyzed approximately 600 000 Twitter posts published in a group (A) of users and compared it with more than 400 000 messages in another group (B) of Twitter users. The purpose of this research was to determine the preferences of users belonging to group A, regarding aspects such as the use of varied terms, the expression of emotions and feelings, as well as the use of grammatical structures in their publications. To achieve this, techniques such as sentiment analysis, natural language processing and topic modeling were employed. As a result, it was concluded that users shared mostly positive emotions, used a wide range of emoticons, and had a medium level of lexical diversity. In addition, the topics they tended to address ranged from more mental health-related issues to more practical work- related topics. Similarly, in [19] data collected from the major media outlets in Uganda, both print and non-print, were analyzed using the Twitter platform and TM techniques, with the aim of obtaining valuable and relevant information. After analyzing the data, it was determined that sentiments associated with security, politics and economy were mostly negative, while those related to sports were positive. Also, in [20] they conducted a sentiment analysis work to collect people's comments about tourism in Oman through social media posts, the dataset consisted of tourists' comments about the country. The authors proposed a proprietary tourism ontology for Oman based on ConceptNet.

3. Methodology

This section describes the methods and materials used in the research for the classification of tweets using TM and UL techniques to analyze trends on the current political situation in Peru.

3.1. Machine learning / Unsupervised learning

as a branch of computer science is one of the most application-oriented fields of artificial intelligence. They are inspired by the ability to learn, the ability to acquire new or additional information, which is one of the important characteristics of a living being. ML as a science focuses on finding and developing algorithms that can mimic or simulate the mental abilities of living beings in terms of learning [21], [22]. Among the main tasks is supervised learning that allows solving the input and output case on available data sets [23]. In other words, training data consists of supervised learning of input-output pairs. For each training data input, we know the corresponding output, which can be used to drive the learning algorithm as a control signal [24]. UL on the other hand only solves problems where one has access to the input data by collecting the training data with the proper models of this class, as seen in Fig. 1. A good algorithm should be able to meet some criteria to group only similar inputs using information from all possible inputs, since two inputs are considered similar only if they are expected to have the same output label [25], [26].

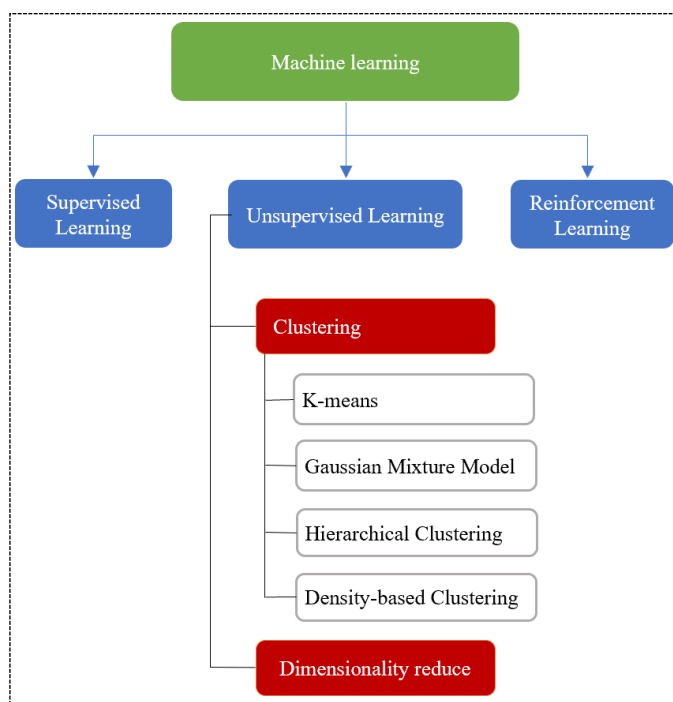


Fig. 1 Unsupervised learning models

3.2. Text mining

It is an exciting field with new research techniques and software tools being used in a variety of settings, including academia, business, and government agencies [27]. Currently, researchers are using TM in an ambitious project to forecast a wide range of events, from stock market fluctuations to the timing of political protests. In addition, TM is applied in many commercial fields, such as market research, and is also used in government and defense operations [28], [29]. TM seeks to discover valuable information within a dataset, and to do so, several distinct steps are carried out. These steps, summarized in 6 points, are based on the proposal presented in reference [30] and are detailed in Fig. 2.

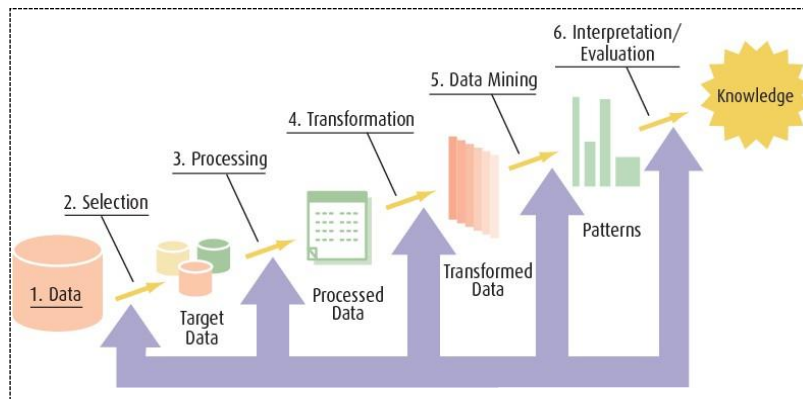


Fig. 2 Text mining process

3.3. Understanding the data set

In this section, we seek to understand the dataset, tweet classification involves understanding the nature and structure of the data used in the classification process. In this case, the data are tweets, which are short messages posted on Twitter. This process follows the following steps.

The first step consisted of collecting the data, for which the Twitter API was used to obtain the tweets published with the hashtag of the trends that occurred in the first two weeks of February 2023: #ParoNacional, #RenunciaYa #Renuncia. A total of 268,238 tweets and retweets were selected. In addition, the reference point was considered the city of Lima geocode = "-12.043180 -77.028240" and a radius of 1000 km. The dataset is composed of repetitive terms such as: "renuncia", "comunista", "lima", "boluarte", "dina", "Perú", "congreso", "tomar", "exigir" and "asumir", which is frequently used during this stage of social upheaval. As a next point, it is important to define the characteristics that characterize the texts well and that are appropriate for the task at hand. Features are usually based on the content of the documents. A very simple approach, bag-of-words with binary attribute weighting, takes each word as a Boolean feature. Its value indicates whether the word is in a document or not. For the study, it uses word cloud and relations between words, as shown in Fig. 3. Previously, the data was preprocessed through text cleaning and tokenization.



Fig. 3 Most frequent words

Data preprocessing involves preparing and cleaning the text for classification, as online texts can contain a lot of noise and little useful content [31]. Keeping all words can increase the complexity of the problem, making classification difficult by considering each word as one dimension. It is believed that

proper data preprocessing will reduce text noise, improve classifier performance, and facilitate real-time opinion analysis. The complete process includes several stages, such as the removal of unnecessary characters in the text, the elimination of blank spaces, the conversion of abbreviations to their full forms and the reduction of words to their basic lexical form. The collected tweets were preprocessed to remove noise and redundancies. Data cleaning techniques, such as the removal of special characters, punctuation marks, and URLs, were performed. In addition, duplicate tweets were removed, and a tokenization and lemmatization process were performed to restore words to their base forms. As can be seen in Table 1.

Table 1 Most likely terms within the probabilities

#	Topic 1	Topic 2	Topic 3	Topic 4	Item5
1	los	que	elecciones	del	las
2	elecciones	asi	como	son	quieren
3	izquierda	debe	año	les	eso
4	una	elecciones	presidenta	elecciones	este
5	mismo	estan	mas	con	ellos
6	que	quiere	congreso	candidatos	sin
7	pero	adelanto	que	hace	mismo
8	ello	hay	congreso	hoy	como
9	adelanto	votos	queremos	pueblo	tener
10	nos	como	estas	todo	que
11	Congreso	ellos	todos	renuncia	nuevas
12	Sus	pais	boluarte	esta	generales
13	democracia	para	nos	van	presidente
14	son	congreso	reformas	ser	van
15	peru	una	ellos	mas	elecciones
16	proximas	ahora	las	quiere	adelanto
17	quieren	hacer	peru	proximas	asi
18	Congreso	que	por	congreso	los
19	como	presidenta	adelanto	asamblea	mas
20	las	elecciones	asi	mas	esta

Table 1 shows the trends in the data. For example, the main topics include elections, congress, and candidates, suggesting that the political situation is a significant concern in this context. The word "left" also appears on the list, suggesting political positions are discussed. Other words such as "resignation", "democracy", "reforms" and "president" suggest that political issues in Peru are significant to Twitter users.

During this phase of the process, the goal is to discover patterns in the data that can solve the processing. To achieve this, it is necessary to carefully select a specific and appropriate model for the type of problem being addressed. Once selected, the properties and parameters are defined and applied to the data to solve the problem. It is essential to remember that each model has different characteristics that can affect both the process and the results of the techniques used. It is crucial to correctly fit the model to avoid overfitting, which usually requires testing to find the right structure and optimal parameters. Furthermore, it is imperative to keep in mind that the model fit depends on the size of the data set. This means that the same model may perform well on one data set and be less accurate on another. Therefore, it is critical to select an appropriate model and make sure that the parameters fit well to the specific data set. In the case of sentiment analysis, this is an unstructured text classification problem, so it is essential to take these characteristics into account when selecting the appropriate model and methods to solve the problem.

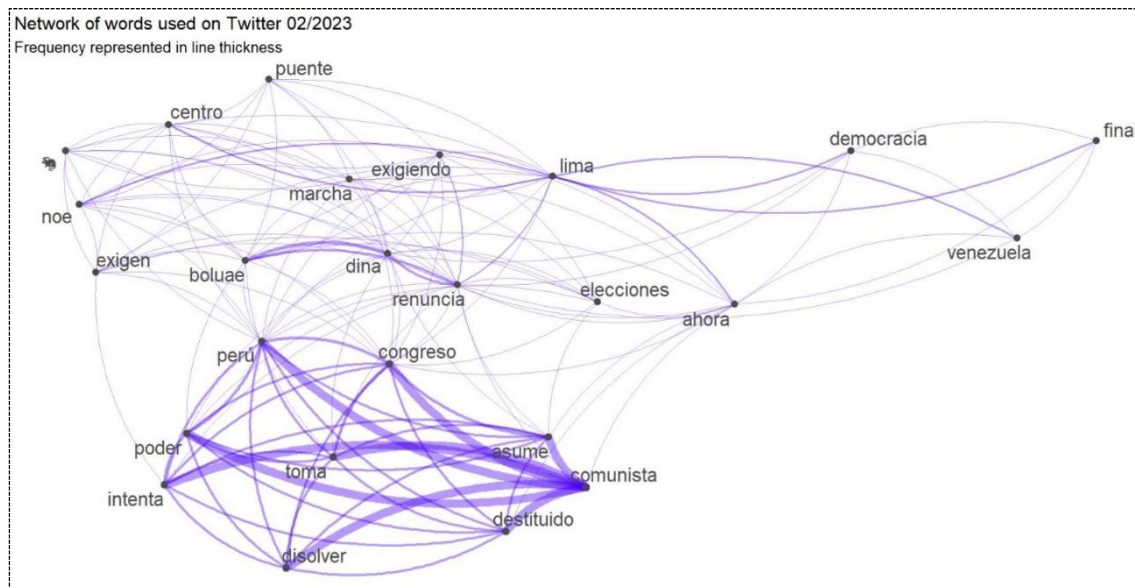


Fig. 4 Number of words most used on Twitter during the month of February 2023

In fig. 4, you can see the most used words on Twitter during the social upheaval in Peru after former president Pedro Castillo's self-coup. From this list, it is possible to identify some key trends and themes that emerged during that period. First, the words "Congress" and "communist" are the most frequently used words, suggesting that Congress's role in Peruvian politics was a significant issue at the time. The word 'elections' appears in Fig. 4, indicating that electoral politics was a highly contested topic for Twitter users. Similarly, the words "resignation," "impeached," and "try" suggest that President Castillo's power and authority were in question. In addition, the word 'power' appears in Fig. 4, suggesting that the struggle for power and authority was a significant issue at the time. In addition, the word "democracy" also appears on the list, indicating that concerns about democracy and governance were present during this period. Other words such as "march," "take," "dissolve," "demand," and "Lima" suggest that protest and social mobilization were significant themes during Peru's social upheaval. Overall, this set of words provided us with an overview of the issues and concerns that emerged during the social upheaval in Peru. This was following former president Pedro Castillo's self-coup and President Dina Bouarte's inauguration. It is imperative to note that this set of words is only a sample of comments on Twitter. It does not necessarily represent all Peruvians' opinions.

In this context, it is important to emphasize a thematic model such as LDA. This model helps to identify hidden concepts and salient features by reducing the dimension of the data set. Dimension reduction is performed by decomposing the original matrix into a factor matrix using probabilistic or non-probabilistic models [32]. LDA is a probabilistic generative model designed to work with text datasets. Its fundamental concept is that documents are composed of a random combination of potential topics, and each topic is defined by its distribution of words [33].

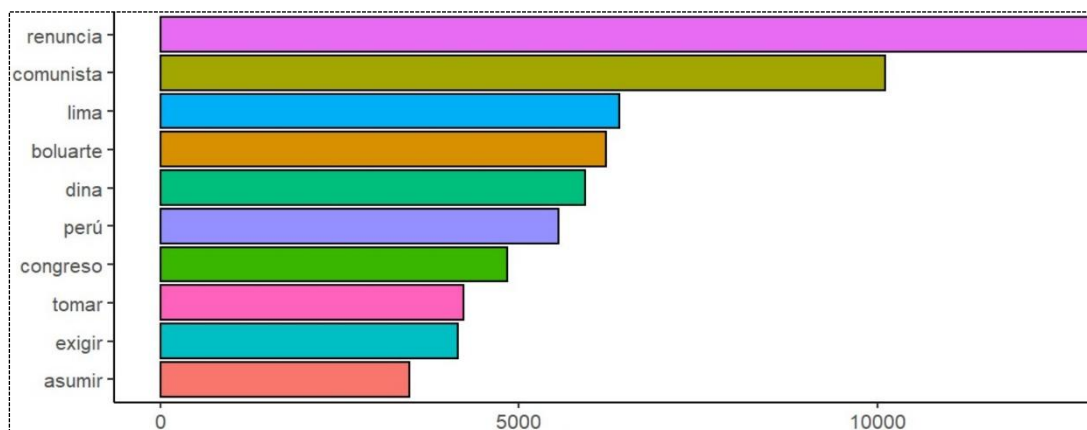


Fig. 5 Exploratory analysis of the top 10 most used words

In Fig. 5 we can appreciate the 10 most used words in the dataset which are: "Renunciation", "communist", "lima", "boluarte", "dina", "Peru", "congress", "take", "demand" and "assume". We can observe that the word "resignation" is the most used word with a frequency of more than 12000 times, suggesting that the demand for the resignation of the president was a central topic in the conversation on Twitter in the context of the social upheaval in Peru. The words "communist", "lima", "boluarte", "dina" and "congress" also appear with a significant frequency, suggesting that these topics have also been relevant in the conversation. Also, we can observe that the words "resignation" and "Peru" have been very recurrent themes, which suggests that the population was asking for the resignation of the president and is related to the political situation in Peru in general. In this work we conducted the exploratory analysis of the 10 most used words on Twitter during the period of social upheaval in Peru, we managed to obtain valuable information about the topics and concerns that are most relevant in the conversation of users. The request for the resignation of the president and political issues are clearly priorities, and a certain correlation between geographic and political issues in the conversation can also be observed.

4. Results and discussion

This work aims to use TM and UL techniques to classify tweets related to the social upheaval in Peru during February 2023. TM is used to extract useful information and knowledge from text data, while UL is used to find patterns and relationships in the data without the need for prior labels. Classifying tweets in this context can be valuable to better understand Twitter users' sentiments and opinions about the situation in Peru.

The data was collected using the Twitter API and filtered to include Spanish-only tweets containing keywords related to the social upheaval in Peru after the self-coup. The 268k+ data were preprocessed using text cleaning techniques, such as removing punctuation marks, numbers, and irrelevant words. Then, a word vectorization technique was applied, using the Word2Vec model, to represent each tweet as a feature vector.

The analysis revealed that tweets related to the social upheaval in Peru after the self-coup can be classified into five main categories: protests and demonstrations, violence and repression, politics and government, support and solidarity, news, and media. Many tweets fell into the protests and demonstrations category, followed by violence and repression.

The politics and government category had the least number of tweets. For data analysis and using sentiment analysis, this is classified into feelings (negative, positive, fear, trust, anger, sadness, disgust, foreboding, joy, and amazement), as presented in Fig. 6, the top 10 most frequent types of feelings

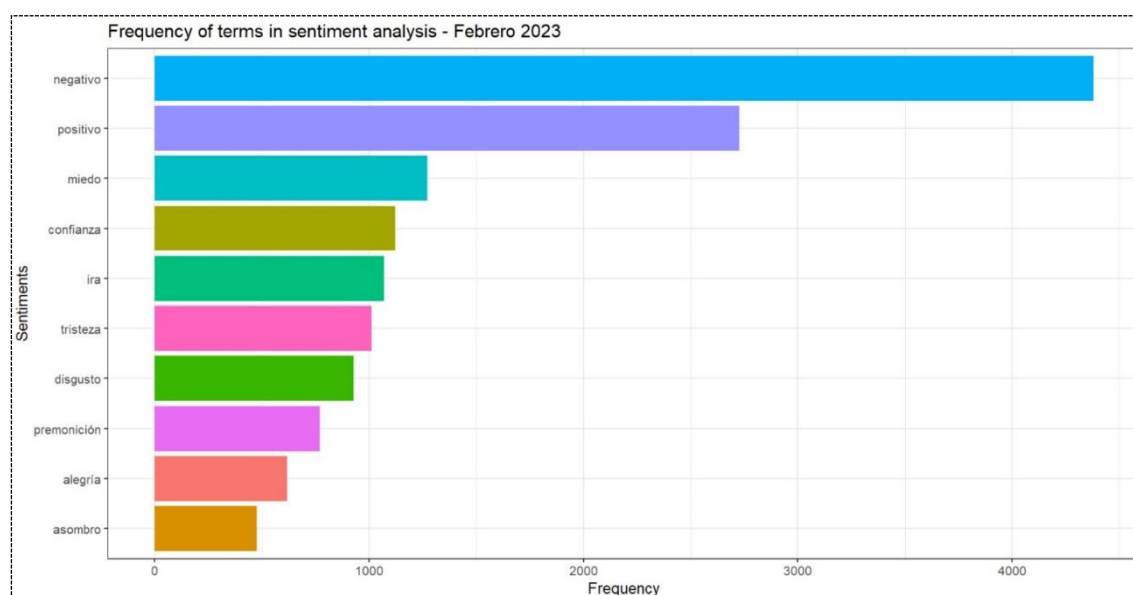


Fig. 6 Representation of feelings

In Fig. 6, natural language processing and ML techniques have been used to classify each tweet into one of these sentiment categories. Each sentiment is then analyzed:

- Negative sentiment: Negative sentiment was found to have the highest number of tweets in the context of the social upheaval in Peru in February 2023. Tweets with this sentiment expressed a wide range of negative emotions, such as frustration, anger, sadness, fear, worry and despair.
- Positive sentiment: Although negative sentiment was the most common, it was also found that many tweets expressed positive sentiments, such as hope, support, solidarity, and optimism. These tweets were less common than negative tweets but were still significant in number.
- Fear: The feeling of fear was one of the most common sentiments found in tweets related to the social upheaval in Peru in February 2023. Tweets with this sentiment expressed fear for the security and stability of the country, as well as for the situation of citizens.
- Trust: Tweets expressing trust were less common than negative or fear, but still significant in number.
- Anger: Tweets expressing anger were common and reflected frustration and anger at the current situation in Peru. These tweets also expressed outrage at the violence and repression that has been seen in some parts of the country.
- Sadness: The feeling of sadness was common in tweets related to the social upheaval in Peru. These tweets expressed sadness about the current situation, loss of life and violence in the country.
- Disgust: Tweets expressing disgust were less common than negative tweets, but still significant in number. These tweets expressed displeasure with the current situation and the lack of action by leaders and institutions.
- Premonition: The feeling of foreboding was less common than other feelings, but some tweets expressed a sense of unease and worry about what might happen in the future.
- Alegria: Tweets expressing joy were less common than negative ones, but still significant in number. These tweets expressed joy at the positive news and changes seen in some parts of the country.
- Amazement: The feeling of amazement was less common than other feelings, but some tweets expressed a sense of surprise at the current situation and the way events have unfolded.

It is important to discriminate which terms are considered in these ten sentiment categories. To do this, the words in the tweets are divided by type of sentiment, which allows us to analyze each of the words associated (5 words) to a particular sentiment. As shown in Fig. 7.

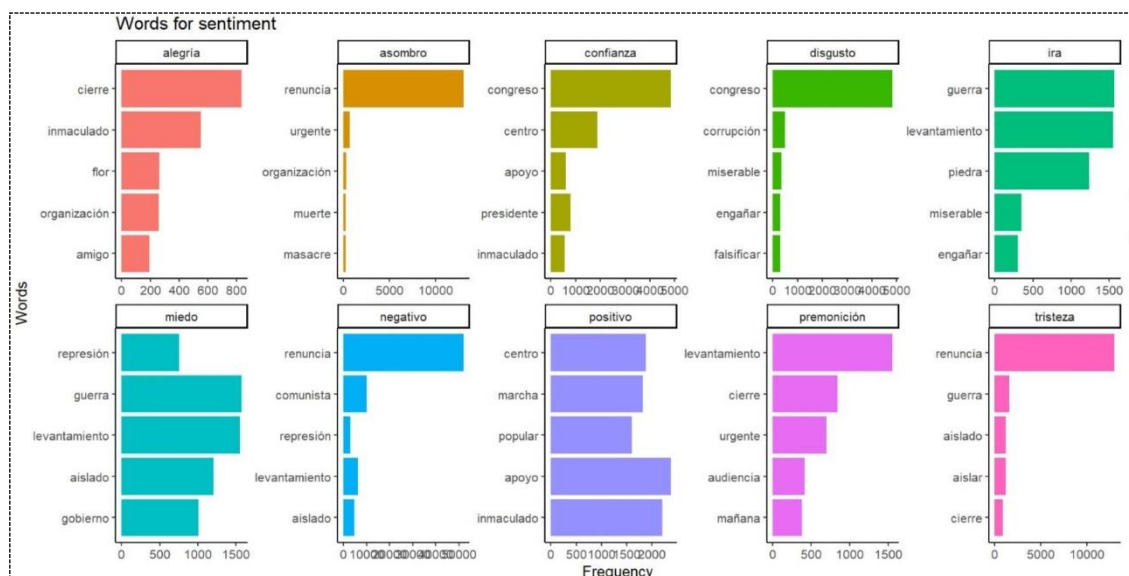


Fig. 7 Top 5 words associated with a type of feeling

Fig. 7 shows the ten categories of feelings: joy, amazement, confidence, disgust, anger, fear, negative, positive, premonition and sadness. Each category groups five words associated with this feeling. For example, the feeling joy, groups the words: close, immaculate, flower, organization, friend. Also, the word astonishment, groups the words: resignation, urgent, organization, death, and massacre. And so on, with the other feelings. At this point in the process, it is critical to implement the strategy to assess the model. Since it is about analyzing comments or ideas shared by users on Twitter, it is necessary to use an unsupervised ML method in order to obtain a larger amount of data and, thus, generate new knowledge. One of the most suitable models for data exploration is topic modeling is LDA. The main objective of topic modeling is to determine the proportional composition of a fixed number of topics in the documents of a collection. The first step to start with this technique is the number of topics "K", which is a fundamental

parameter that must be defined beforehand. For this purpose, two metrics "Griffiths2004" and "Arun2010" are proposed in this work. The metric "Griffiths2004" is used to evaluate the semantic coherence of the groups. The idea is that groups should be internally consistent and externally distinct. This metric is commonly used in topic analysis and topic modeling in texts. On the other hand, the "Arun2010" metric is based on mutual information and is used to evaluate the quality of clusters in terms of their ability to reveal relevant and distinctive information. Fig. 8 shows the results of the two metrics. The two metrics are approximately at K=20 topics, which is why this number of clusters was chosen.

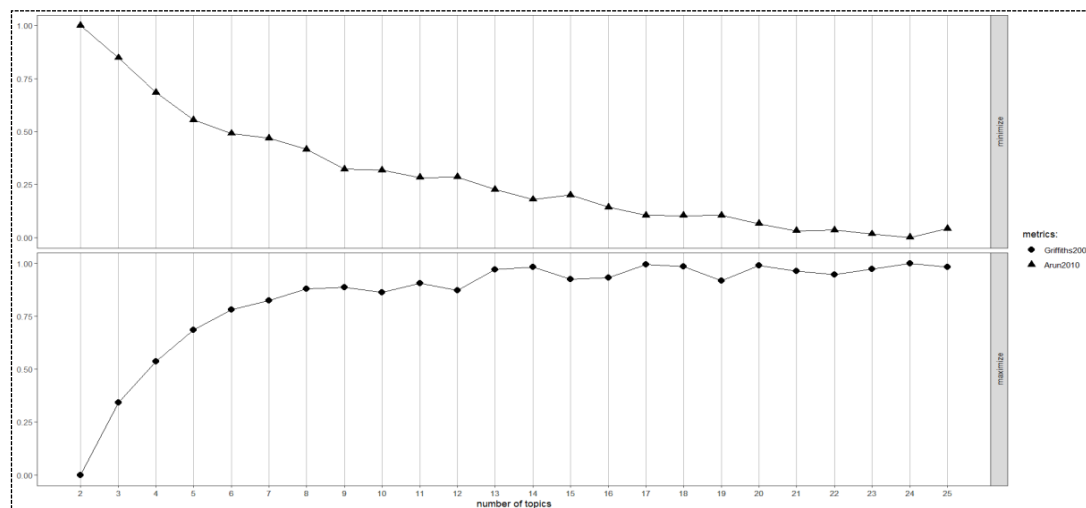


Fig. 8 Metrics for model evaluation

The distribution of topics within the document according to the model and used is shown in Fig. 9. All three documents show at least a small percentage of each topic. However, two or three topics dominate each document. For example, "elections", "advance" and "congress", are the most repeated words in each group, although, the term "elections" is the one that predominates in all three groups. The analysis tries to obtain a more meaningful order of the main terms according to the topic by reclassifying them with a specific score. The purpose of the reclassification of terms is like the idea of term frequency - inverse document frequency. The more frequently a term appears relative to its probability at higher levels, the less meaningful it is in describing a topic. Therefore, the extended evaluation prefers terms to describe the topic. The results can be seen in Fig. 9.

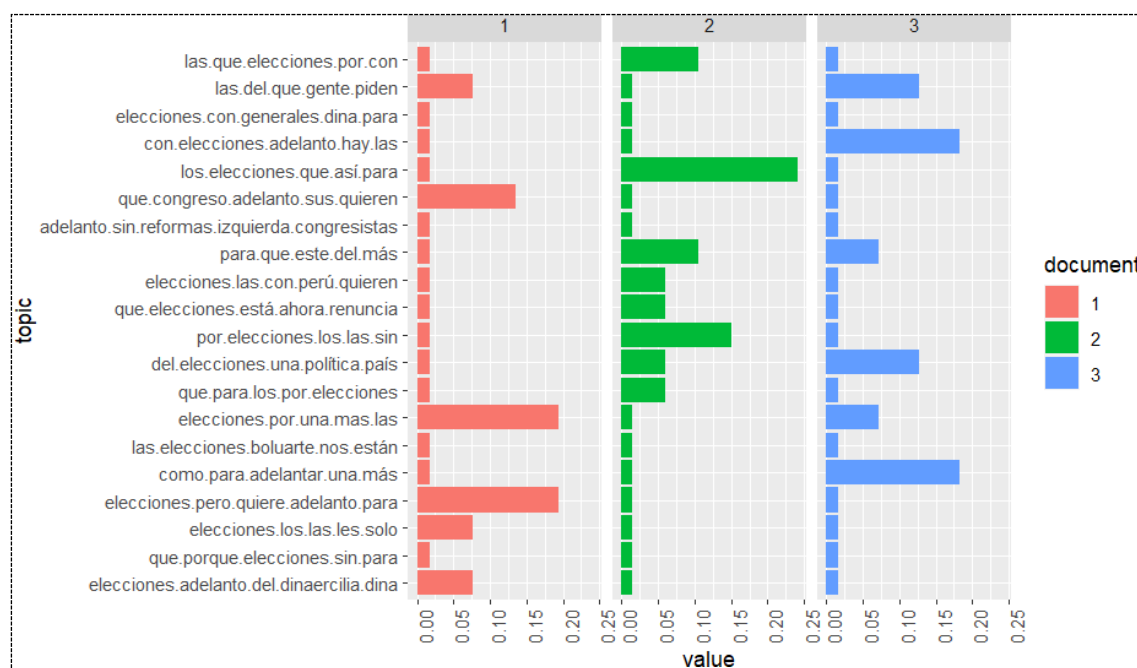


Fig. 9 Classification of topics

Finally, it can be said that the study conducted using TM and UL techniques to classify tweets related to the social upheaval in Peru in February 2023 has been very useful to understand the feelings and opinions of Twitter users in this context. In the preprocessing of the data, which included the removal of punctuation marks, numbers and irrelevant words, and the word vectorization technique, using the Word2Vec model, allowed us to represent each tweet as a feature vector. In this way, UL techniques could be applied to discover patterns and relationships in the data without the need for prior labels. The results revealed that tweets related to social upheaval in Peru can be classified into five main categories: protests and demonstrations, violence and repression, politics and government, support and solidarity, news, and media. Most tweets were classified in the protests and demonstrations category, followed by violence and repression. The first results synthesize that the most used words (top 10) correspond to: resignation, communist, Dina, Boluarte, Peru, Congress, Take, demand and assume. In Fig. 5 and Fig. 4, the most used words are represented for a better understanding. In addition, a sentiment analysis was applied that allowed classifying each tweet into one of the sentiment categories, including negative, positive, fear, trust, anger, sadness, disgust, foreboding, joy and amazement. It was found that negative sentiment (Resignation, communist, repression, uprising, and isolated) was the most common sentiment in the tweets, followed by the sentiment of manifestations fear and anger. However, tweets expressing positive sentiments such as hope, support, solidarity and optimism were also found. This result is closely related to the work [9], where they used UL and data mining techniques to classify and analyze the content posted on Twitter. The results of the analysis were distributed in three polarity categories: positive, neutral, and negative. The following percentages were obtained: 22% for positive polarity, 4% for neutral polarity, and 74% for negative polarity. Similarly, with the work [14], the results obtained in this work are linked in the political context, since in the research [14] they analyzed Twitter data related to the comments of Peruvian politicians and evaluated the polarity of the underlying sentiment of these messages based on neural networks to predict the approval ratings of politicians. Also, the results of topic modelling posit that 20 major themes or topics can be generated, among the words that stand out are: "congress advance elections, elections by one more and elections want advance for topic 1", "elections that so, by elections and that elections for topic 2", and "as to advance one more, with elections advance there are and general elections for topic 3", these results, are related to the work [15], in which they used LDA to identify the themes present in a set of texts and then classified the words that were relevant. The results of the work showed an accuracy of 87% in clustering important topics.

Sentiment analysis indicates that most of the comments have a negative connotation (over 60%). The words most associated with this sentiment are resignation, communist, uprising, isolated and repression (top 5). On the other hand, positive sentiment is less frequent, and the most related words are support, immaculate, center, march and popular (top 5). This analysis, also, has some similarity with the results obtained in the work [16], where they analyzed Twitter data from employees of communications companies, for which they used different ML models. Finally, they concluded that the KNN model with a variant reached an accuracy of 80.1%.

6. Conclusions

After analyzing approximately 268k between tweets and retweets, with the hashtag of the trends occurred in the first two weeks of February 2023: #ParoNacional, #RenunciaYa #Renuncia, in a radius of 1000km from the city of Lima (geocode = "-12.043180 - 77.028240") and applying TM and UL techniques to classify the Tweets related to the social upheaval in Peru, it can be concluded with the following:

Firstly, it has been observed that most of the Tweets analyzed reflect a polarization in the opinions of users. On the one hand, there is a group of users who support the protests and demands for social change, with more than 60%, while, on the other hand, there is a group that criticizes the protests and demands to restore order. Also, a series of recurring themes have been identified in the Tweets analyzed. Among them, the resignation of the president, Lima's centralism, the closure of the congress, corruption and social inequality stand out as the main causes motivating the protests. Likewise, criticism of the government for its lack of action to solve these problems and for police violence during the demonstrations has also been observed.

In this work, ten types of feelings were used for the analysis: joy, amazement, confidence, disgust, anger, fear, negative, positive, premonition and sadness, as shown in Fig. 7. Likewise, it is evident that words such as: resignation, communist, repression and uprising that group the negative feeling are the most recurrent. Tweets with sentiments, positive, neutral, and negative represent 37%, 5% and 58% respectively. Also, UL techniques have been found to be effective in classifying Tweets according to their polarity,

allowing to identify those Tweets that reflect positive, negative, and neutral opinions. This suggests that by applying UL and the LDA model, it is possible to classify user sentiments.

Although TM and UL techniques are useful tools for analyzing large amounts of data, it is important to consider the limitations of these models and complement them with qualitative analysis to obtain a more complete understanding of the situation. It is very important to point out that this work was conducted in the Peruvian context during the social upheaval and in the Spanish language. Therefore, it may limit access to readers of other languages.

Finally, the results obtained in this work are very useful to understand public opinion on Twitter about the social upheaval that Peru experienced in February 2023. The findings can be used by governments, organizations, and society in general to make informed decisions and improve the current situation of the country. In addition, this study can serve as a basis for future research in TM and sentiment analysis.

7. References

1. A. Urueña, A. Ferrari, D. Blanco and I. E. Valdecasa, "El Estudio Las Redes Sociales en Internet," Observatorio nacional de las telecomunicaciones y de la SI, 2011.
2. C. Alvino "Estadísticas de la situación digital de Perú en el 2021-2022", in Digital 2022 Global Overview Report, Branch Agencia. 2022.
3. DPL News, "Perú | Internet: más familias acceden al servicio dando paso a un país mejor conectado," dplnews, 14 noviembre, 2022
4. O. Iparraguirre-Villanueva, V. Guevara-Ponce, F. Sierra-Liñan, S. Beltozar-Clemente, and M. Cabanillas-Carbonell, "Sentiment Analysis of Tweets using Unsupervised Learning Techniques and the K-Means Algorithm," International Journal of Advanced Computer Science and Applications, vol. 13, no. 6, pp. 571–578, 2022, doi: <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130669>.
5. S. Weiss, "Text mining : predictive methods for analyzing unstructured information," . New York, Ny: Springer.
6. A. Alsaedi and M. Zubair, "A Study on Sentiment Analysis Techniques of Twitter Data," International Journal of Advanced Computer Science and Applications, vol. 10, no. 2, pp. 10, 2019, doi: <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0100248>.
7. A. Abdullah and K. Mohammad, "A Study on Sentiment Analysis Techniques of Twitter Data," International Journal of Advanced Computer Science and Applications, vol. 10, no. 2, 2019, doi: <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0100248>.
8. P. Ficamos and Y. Liu, "A Topic based Approach for Sentiment Analysis on Twitter Data," International Journal of Advanced Computer Science and Applications, vol. 10, no. 2, 2019, doi: <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0100248>.
9. MA. Kausar, A. Soosaimanickam and M. Nasar, "Public Sentiment Analysis on Twitter Data during COVID-19 Outbreak," International Journal of Advanced Computer Science and Applications, vol. 12, no. 2, 2019, doi: <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120252>.
10. A. Mustafa, A. Alsuhibany and S. Ahmed, "Sentiment Classification of Twitter Data Belonging to Saudi Arabian Telecommunication Companies," International Journal of Advanced Computer Science and Applications, vol. 08, no. 1, 2017, doi: <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2017.080150>.
11. J. Yauri, E. Porras, M. Lagos, E. Tinoco and S. Solis, "Approval Rating of Peruvian Politicians and Policies using Sentiment Analysis on Twitter," International Journal of Advanced Computer Science and Applications, vol. 13, no. 6, 2022, doi: <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130696>.
12. G. Ignatow, and R. Mihalcea, "An introduction to text mining : research design, data collection, and analysis," Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc; 2018.
13. Z. Zong, R. Xia and J. Zhang, "Text data mining," Singapore: Springer; 2021.
14. M. Cebal-Loureda, A. Hernández-Baqueiro, and E. Tamés-Muñoz, "A text mining analysis of human flourishing on Twitter," Scientific Reports [Internet], 2023, 13(1):3403. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-30209-7>.
15. F. Namugera, R. Wesonga, and P. Jehopio, "Text mining and determinants of sentiments: Twitter social media usage by traditional media houses in Uganda," Computational Social Networks. 2019 Apr 10;6(1).
16. V. Ramanathan and T. Meyyappan, "Twitter Text Mining for Sentiment Analysis on People's Feedback about Oman Tourism," [Internet]. IEEE Xplore. 2019. p. 1–5. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8645596>.
17. J. Žižka and D. František and A. Svoboda, "A. Text Mining with Machine Learning," CRC Press; 2019.
18. H. Jiang, "Machine Learning Fundamentals," Cambridge University Press; 2021.
19. E. Haddi, X. Liu and Y. Shi, "The Role of Text Pre-processing in Sentiment Analysis," Procedia Computer Science. 2013;17:26–32.
20. A. Alsaedi and M. Zubair, "A Study on Sentiment Analysis Techniques of Twitter Data," International Journal of Advanced Computer Science and Applications", vol. 10, no. 2, pp. 10, 2019, doi: <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0100248>.
21. T. Kwartler, "Text mining in practice with R". John Wiley & Sons. Copyright.
22. ZG. Zhou, "Research on Sentiment Analysis Model of Short Text Based on Deep Learning," Liu J, editor. Scientific Programming. 2022 May 29;2022:1–7.
23. P. Kherwa, "Topic Modeling: A Comprehensive Review". ICST Transactions on Scalable Information Systems. 2018 Jul 13;0(0):159623.
24. D. Blei, A. Ng and M. Jordan, "Latent Dirichlet Allocation. Journal of Machine Learning Research," [Internet]. 2003;3:993–1022. Available from: <https://www.jmlr.org/papers/volume3/blei03a/blei03a.pdf>

Research Type (Review)

Integration of parametric design tools with artificial intelligence in the construction industry - a review

Bryan Taico-Valverde^{1*}, Misael Castillo-Sosa²
^{1,2} Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú
Correspondent author: bryantaico@gmail.com

Article info	Abstract
	<i>Background:</i> Technology continues to reshape the design and execution of construction projects in today's global scenario. <i>Objective:</i> The objectives of the research are focused on providing insight into the most prominent Parametric Design (PD) tools in the construction sector, accurately identifying the Artificial Intelligence (AI) techniques and algorithms used in the PD of buildings and structures, and prominently highlighting the benefits derived from the collaboration between these tools and AI in the context of construction. <i>Methods:</i> The present review is carried out using the Prisma methodology, with a specific search string, and applied to the determined scientific databases, between the years 2015 and 2023 and using exclusion and inclusion criteria. <i>Keywords:</i> <i>Parametric design</i> <i>Parametric tool</i> <i>Artificial intelligence</i> <i>Construction</i> <i>Results:</i> The research concludes that the integration of parametric tools and AI, with special attention to Rhinoceros 3D + Grasshopper, has a significant impact on building through adaptive and complex models. Collaboration with artificial neural networks (ANN) and convolutional neural networks (CNN) enables detailed simulations and automations. <i>Conclusions:</i> The benefits are numerous: optimized designs, automation, improved quality and efficient decision-making, all of which drive innovation in construction projects.

1. Introduction

In today's dynamic and ever-changing global scenario, technology continues to be a driving force reshaping the design and execution of construction projects. This paper embarks on an exploration of the intersection of two transformative tools: PD [1] and AI [2]. The main objective of this research is to deepen the scope of the most influential PD tools used in construction [3], [4], with special attention to powerful platforms such as Rhinoceros 3D + Grasshopper [5]. Simultaneously, it aims to uncover the impact of AI algorithms [6], including Artificial Neural Networks (ANN) [7], [8] and Convolutional Neural Networks (CNN) [9], [10], which are reshaping the landscape of design and construction processes. This research goes beyond the mere identification of these leading-edge tools but aims to shed light on the tangible advantages derived from the fusion of PD and AI in the construction industry [11]. These advantages range from design optimization, facilitating the creation of more efficient and sustainable structures, to task automation, thus conserving valuable time and resources [12]. This article explores the immense potential arising from the synergistic integration of PD and AI, ultimately improving decision-making processes, and increasing safety and quality levels in construction projects. In essence, it promises a transformative path for the construction industry.

Different DP tools are integrated with AI to address complex designs and improve the performance of construction projects. For example, in [13], a project developed with DP tools is analyzed and its relationship with daylighting is explored; furthermore, the principles and contests of DP are examined, and it is concluded that its application can be very effective if used with the right tools. In [14], the use of parametric modeling is examined to improve the design of infrastructures, such as roads and bridges, highlighting its flexibility and error-reduction capability. It highlights the importance of sustainability and the identification of research areas for more efficient development, as well as the need for guidelines on the use of parametric models in infrastructure design to address variations and barriers to their widespread adoption. In [15], PD approaches for integrating solar energy into buildings are reviewed and it is shown

that PD facilitates multidisciplinary collaboration and efficiency in sustainable solar building design. It also discusses the importance of design elements and addresses a gap in the literature by reviewing existing parametric models. According to [16], there are three types of computational design in architecture: generative, algorithmic, and parametric; in this case, their evolution and the importance of AI and Machine Learning (ML) in the design process are explored. This article resolves that the use of AI and ML streamlines the design process, and the PD allows for better solutions to specialists. Similarly, in [17], it is analyzed how AI is used in the architecture. It is shown that the use of PD and AI tools, together, serves to perform more detailed and accurate simulations and analyses. The study reveals the most important subfields of AI, which provide a better view of its current state. Likewise, in [18], ML in architecture, construction, and engineering is investigated, identifying disciplines, problems, and tools used in this intersection; at the same time, it reveals the growing use of ML methodologies in different areas, such as sustainability, historical and cultural structures, intelligent buildings, etc.

2. Methodology

The present Systematic Literature Review (SLR) research is developed using the Prism methodology [19], which helps to document the information collected from articles that are directly related to the main topic of study. In addition, the methodology presents the analyzed publications comprehensively and accurately, helping stakeholders to make evidence-based decisions. Its structure serves as a guide and ensures that the development of the research is more organized and clearer. The steps of this methodology are:

- Related and important documents related to the topic under study are identified.
- The articles are analyzed, exclusion and inclusion criteria are applied, and duplicate documents are eliminated.
- Eligibility analysis is performed.
- Final papers are selected for in-depth review.

2.1. Research questions

A review of selected articles and papers investigating PD and its tools is performed. These studies integrate AI techniques and are used in the construction sector for various purposes. To carry out the SLR, the following research questions (RQ) are formulated:

- RQ1: What PD tools are most frequently used in the construction industry?
- RQ2: What AI techniques and/or algorithms are most used in the PD of buildings and structures?
- RQ3: What are the benefits of integrating PD tools with AI in the construction industry?

2.2. Search strategy

To carry out the research, a specific search string is developed, and different filters are applied for each of the databases used, which are: Ebsco Host, IEEE Xplore, Science Direct, Scopus, Springer Link, and Web of Science. The criteria are detailed in Table 1. The search string aims to identify documents related to the research topic and then apply the inclusion and exclusion criteria, detailed in Table according to the Prisma statement, to determine which documents will be selected and used in the article, using an SLR matrix.

Table 2 Search string and filters applied to each database

Data Base	Equation	Filters
EBSCO HOST		Year: 2015-2023
IEEE Xplore		Year: 2015-2023
ScienceDirect	("parametric model" OR "parametric CAD" OR "parametric software" OR "parametric tool" OR "parametric design") AND (construction OR architecture) AND ("machine learning" OR "artificial intelligence")	Refine by: Years: 2015 - 2023. Publication title: Automation in Construction, Engineering Applications of Artificial Intelligence.
Scopus		Year: 2015-2023
Springer Link		Year: 2015 - 2023. Discipline: Engineering. Subdiscipline: Computer-Aided Engineering (CAD, CAE) and Design
Web Of Science		Year: 2015-2023

Table 3 Inclusion, exclusion, and justification criteria

Inclusion criteria	Justification
Include studies related to PD and/or its tools applied to construction projects.	To examine the contribution made to the construction industry and achieve the purpose of this article.
Include studies that apply AI models and/or algorithms along with parametric tools in construction projects.	To examine possible suggestions for improving construction processes and their effects on construction projects.
Include research that has been published in the last nine years (2015-2023).	The most current research possible to obtain the most effective and up-to-date results.
Documents in a reliable database.	Articles from reliable sources to ensure accurate research results.
Exclusion Criteria	Justification
Brief documents.	There will be no manuals or similar research.
Items over 9 years old.	Use only recent articles.
Articles that are not pertinent to the subject matter.	They do not contribute to achieving the objective.
Very general articles.	They lack specific arguments to help achieve the objective.
Articles in Spanish	Articles in English are more reliable for research.

Fig. 1 shows the phases of the Prisma statement to select the scientific articles to be used in the development of the research. The first phase consists of identifying articles in selected databases using a search string, resulting in 12,527 articles. In the second phase, the inclusion and exclusion criteria described in Table 2 are applied and those that are duplicated are eliminated, resulting in 465 articles. In the third phase, eligibility, the titles were analyzed for words or phrases directly related to the research objective, leaving 159 articles selected and 306 excluded. In the fourth phase, the articles relevant to the research were chosen by reviewing the abstracts in depth and analyzing their connection with the topic under study, resulting in the exclusion of 113 documents and the selection of 46 relevant articles that will serve as the basis for the research in the following areas:

- The PD tools most used in the construction sector.
- The AI techniques and/or algorithms most used in the PD of buildings and structures.
- The benefits of integrating PD tools with AI in the construction sector.

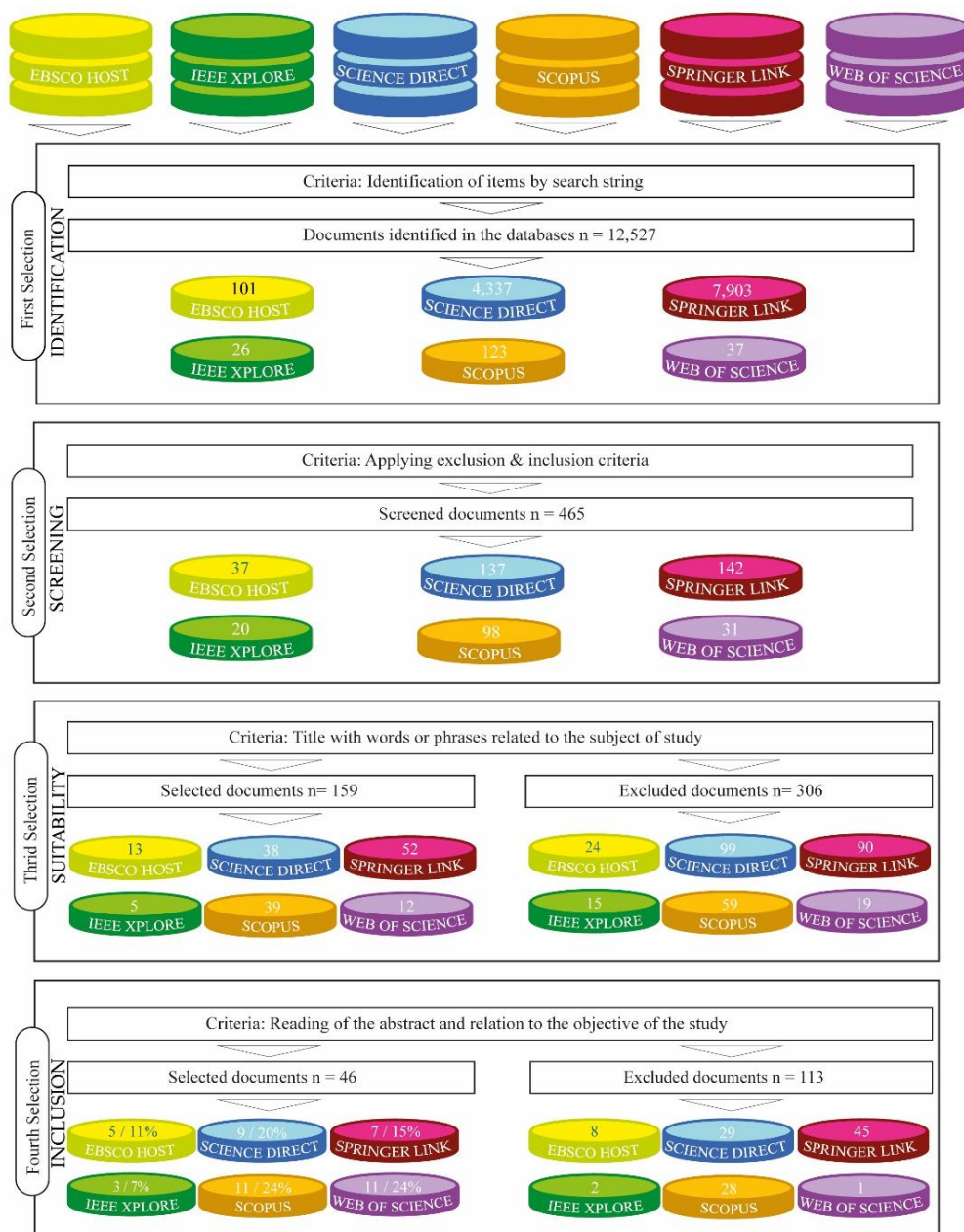


Fig. 10 Diagram of the scientific steps for the selection of scientific articles according to the PRIS-MA methodology

3. Results and Discussion

The first section of the text delves into a bibliometric analysis, meticulously examining 46 articles. The second part explores PD tools, AI techniques implemented in PD, and the advantages of integrating both tools for effective construction project management.

3.1 Bibliometric analysis

VOSviewer is a program that performs bibliometric analysis and shows the connections between journals, researchers, or publications through citation data. By examining the use of keywords, this study sheds light on the relationship between PD tools and AI in the construction sector. Fig. 2 shows the bibliometric map with the connections and associations between 18 groups of keywords. The most used keywords are DP, ML, IA, and Architectural Design; each with 17, 7, 6, and 4 occurrences each respectively.

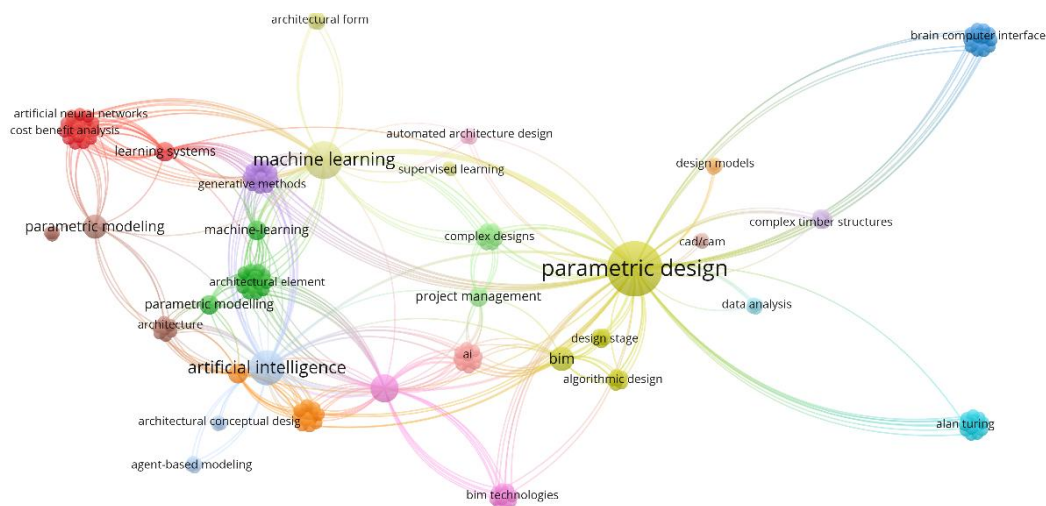


Fig. 11 Bibliometric map of the relationships between keywords

3.2 Manuscript analysis

Six databases were chosen for the article selection process: EBSCO Host, IEEE Xplore, Science Direct, Scopus, Springer Link, and Web of Science. The initial search yielded 12,527 articles, but after applying the agreed criteria and using the Prisma methodology, 46 relevant articles were obtained and included in the research. Scopus and Web of Science had the highest number of articles selected, with 11 documents each, representing 48% of the total. This information is illustrated in Fig. 1.

Figure 3 shows an upward trend in the number of research conducted on the topic at hand since 2018, with a slight decrease in 2023 because only part of the year has elapsed. 2019 and 2022 saw the highest peaks in the number of relevant articles published, with nine articles each. The year 2021 also witnessed a significant contribution, with eight relevant articles, and it is worth mentioning that the Web of Science database had the highest number of articles that year, with four papers. These results suggest a growing interest in the subject among researchers and, in addition, the field is expanding with new knowledge and discoveries.

China and the United States have the highest number of publications, with 12 and 10 articles, respectively, followed by Italy and Australia, with 4 and 3 articles, respectively. The other countries have only 1 to 2 publications each. In addition, Asia and Europe have the highest number of published articles, with 17 and 13 respectively. On the other hand, America, Oceania, and Africa have 11, 4, and 1 publication respectively. All this is shown in Fig. 4.

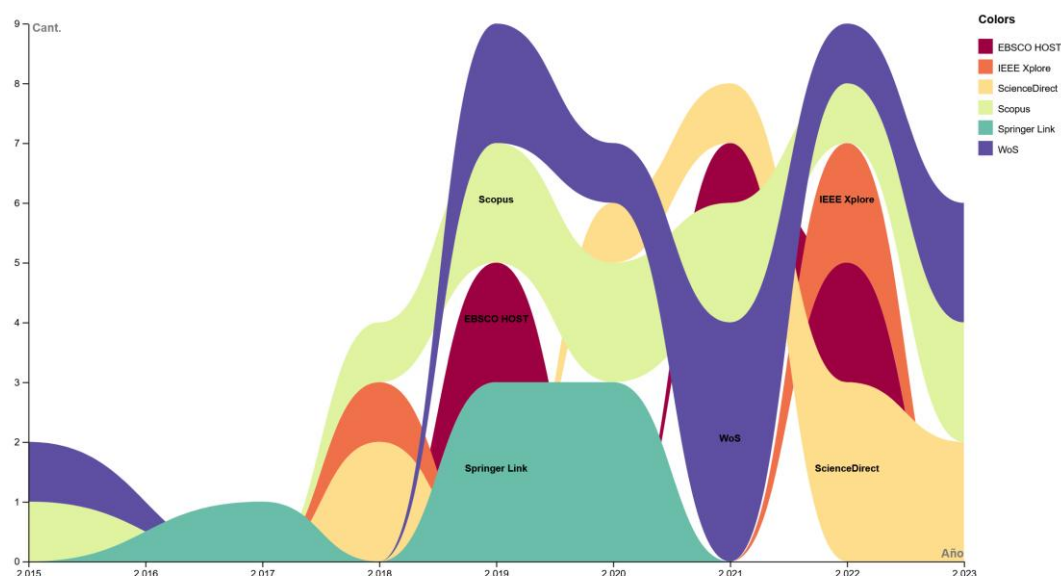


Fig. 12 Number of articles by year of publication

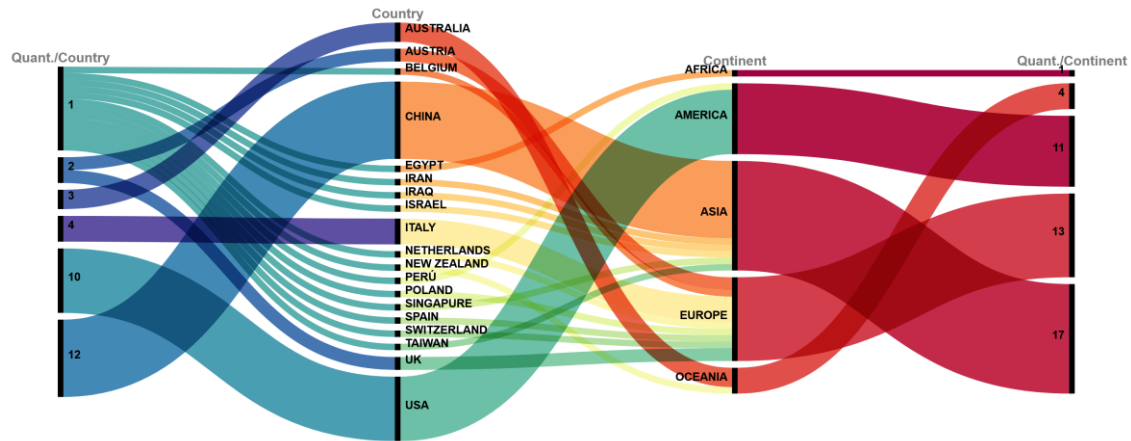


Fig. 13 Number of Articles by country and continent

3.3 PD tools are most frequently used in the construction industry

PD tools allow designers to create digital models that can be modified according to changes in design parameters. This allows them to explore various possibilities and efficiently generate complex shapes and structures. In [14] the following PD tools are identified: Autodesk Inventor, Siemens NX, Dassault CATIA, OpensCAD, Rhinoceros 3D + Grasshopper, Auto-desk Revit + Dynamo. In [13], programs such as CATIA, 3D Studio Max, and Rhinoceros 3D+ Grasshopper are used together with the plugins: Diva, Ladybug, Honeybee, and Galapagos. In [18], various PD tools are shown, and it is concluded that Rhinoceros 3D + Grasshopper is the most demanded design tool in the construction sector. Similarly, SLR identifies Rhinoceros 3D + Grasshopper as the most used PD tool in construction, with the highest impact on the results, followed by Autodesk Revit + Dynamo, as shown in Table III. In addition, 37 of the 56 occurrences related to the use of Rhinoceros software use various plugins to achieve the design objective, as seen in Table 3.

Table 4 Parametric design tools

Item	PD Tool	Occurrences	%	References
1.00	AutoCAD 3D	1	1%	[20]
2.00	CATIA	3	4%	[21], [22], [23]
3.00	TopSolid	1	1%	[24]
4.00	ArchiCAD	1	1%	[25]
5.00	ArchiCAD + PARAM-O	2	2%	[26], [27]
6.00	Autodesk Revit	6	7%	[20], [25], [28], [29], [30], [31]
7.00	Autodesk Revit + Dynamo	12	15%	[20], [21], [22], [26], [32], [33], [34], [35], [36], [37], [38], [39]
8.00	Rhinoceros 3D + Grasshopper	56	68%	(**)

Table 5 Grasshopper plugin occurrences

Item	Plugin	Occurrences	%	References (**)
1	Rhinoceros 3D + Grasshopper	19	34%	[21], [23], [25], [26], [32], [33], [34], [35], [38], [39], [40], [41], [42], [43], [44], [45], [46], [47], [48]
2	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Biomorpher	2	4%	[27], [34]
3	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Colibri	1	2%	[34]
4	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Conduit	1	2%	[34]
5	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Crow	1	2%	[34]
6	Rhinoceros 3D + Grasshopper + DIVA	1	2%	[49]
7	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Dodo	1	2%	[34]
8	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Galapagos	6	11%	[34], [36], [50], [51], [52], [53]
9	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Generator	1	2%	[34]
10	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Genoform	1	2%	[34]
11	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Goat	1	2%	[34]
12	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Honeybee	4	7%	[22], [49], [53], [54]
13	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Karamba	1	2%	[54]
14	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Ladybug	5	9%	[22], [49], [53], [54], [55]
15	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Lunchbox	1	2%	[34]
16	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Monkey	1	2%	[24]
17	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Octopus	3	5%	[34], [53], [54]
18	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Opposum	1	2%	[34]

19	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Owl	1	2%	[34]
20	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Silveryeye	1	2%	[34]
21	Rhinoceros 3D + Grasshopper + StormCloud	1	2%	[34]
22	Rhinoceros 3D + Grasshopper + TT Toolbox	1	2%	[34]
23	Rhinoceros 3D + Grasshopper + Wallace	1	2%	[34]

3.4 AI techniques and/or algorithms most used in the DP of buildings and structures

The integration of PD tools and AI is used to perform more detailed and accurate simulations and analyses. In [17], the most important subfields of AI are studied, such as expert systems, ML, evolutionary design, generative design, Mult objective optimization, and Deep Learning (DL) together with its techniques and algorithms: ANN and CNN. Likewise, in [18], the growing interest in the use of new technologies related to AI, ML, and its various techniques such as ANN, Distributed Constraint Optimization Problem (DCOP), CNN, Convolutional-Deconvolutional Neural Networks (CD-NN), Random Forest (RF), Support Neighbor Machines (SVM), Decision Tree, Fast Forest Regression and Fast Tree Regression; all of them are integrated to the DP tools detailed in the previous point. The present research reveals the different algorithms and their respective subfields of operation; in addition, it highlights the architectures and algorithms most used by designers in the construction sector, namely ANN, Genetic Algorithm (GA), and CNNs; those are presented in Table 5.

Table 6 AI algorithms and their most used fields in parametric design of buildings and structures

IA Field	AI Techniques and/or Algorithms	Occurrences	References
Deep Learning (DL)	Convolutional Neural Networks (CNN)	6	[24], [33], [46], [51], [53], [55]
	Deep Neural Networks (DNN)	1	[56]
	Generative Adversarial Networks (GAN)	4	[24], [43], [53], [57]
	Artificial Neural Networks (ANN)	16	[25], [31], [33], [38], [41], [47], [50], [51], [53], [56], [58], [59], [60], [61], [62], [63]
	Backpropagation Neural Network (BPNN)	2	[45], [58]
	Decision Tree	3	[38], [45], [51]
	Extremely Randomized Trees (ERT)	1	[45]
	Fuzzy C-means	1	[37]
	Genetic Algorithm (GA)	9	[22], [29], [36], [40], [50], [51], [53], [54], [62]
	Gradient Boosting Regression Trees (GBDT)	2	[45], [47]
Machine Learning (ML)	Interactive Evolution Algorithm	2	[27], [34]
	K-means	1	[25]
	K-Nearest Neighbors (KNN)	2	[51], [64]
	Logistic Regression (LR)	1	[51]
	Random Forest (RF)	3	[38], [45], [47]
	Support Vector Machine (SVM)	5	[42], [45], [47], [51], [64]
	Xtreme Gradient Boosting (XGBoost)	1	[51]
	Adaptive Genetic Algorithm (AGA)	1	[64]
	Adaptive Particle Swarm Optimization (APSO)	1	[64]
	Covariance Matrix Adaptation with Evolution Strategy (CMA-ES)	1	[38]
Optimization	Evolutionary Programming	1	[51]
	Evolutionary Strategies	1	[51]
	Genetic Programming	1	[51]
	Interactive Genetic Algorithm (IGA)	2	[27], [50]
	Particle Swarm Optimization (PSO)	2	[50], [51]
	Simple Genetic Algorithm (SGA)	1	[50]
	Simulated Annealing Algorithm	1	[50]

Fig. 5 shows the domains of artificial intelligence, focusing specifically on DL, ML, and optimization. Each domain has its own set of algorithms, which are characteristic of their functions. This visual representation provides a clear and concise illustration of the level of interconnectedness between the use of each algorithm and its relationship to various domains. In addition, Fig. 6 provides a graphical representation of the percentage of occurrences of the algorithms identified in the research. These have been classified according to specific fields of artificial intelligence, providing a visual perspective that highlights the frequency of use of each algorithm in their respective domains. This visual analysis reveals the prevalence and strategic distribution of these algorithms, providing a clear view of their impact in various AI domains.

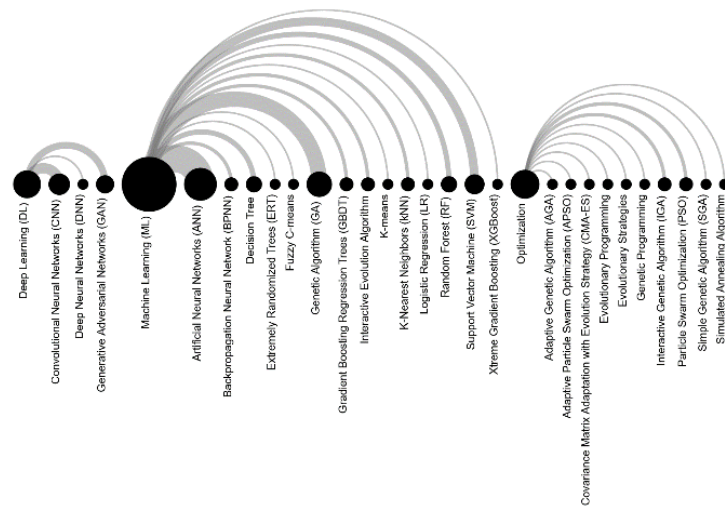


Fig. 14 Relationship between AI fields with their algorithms

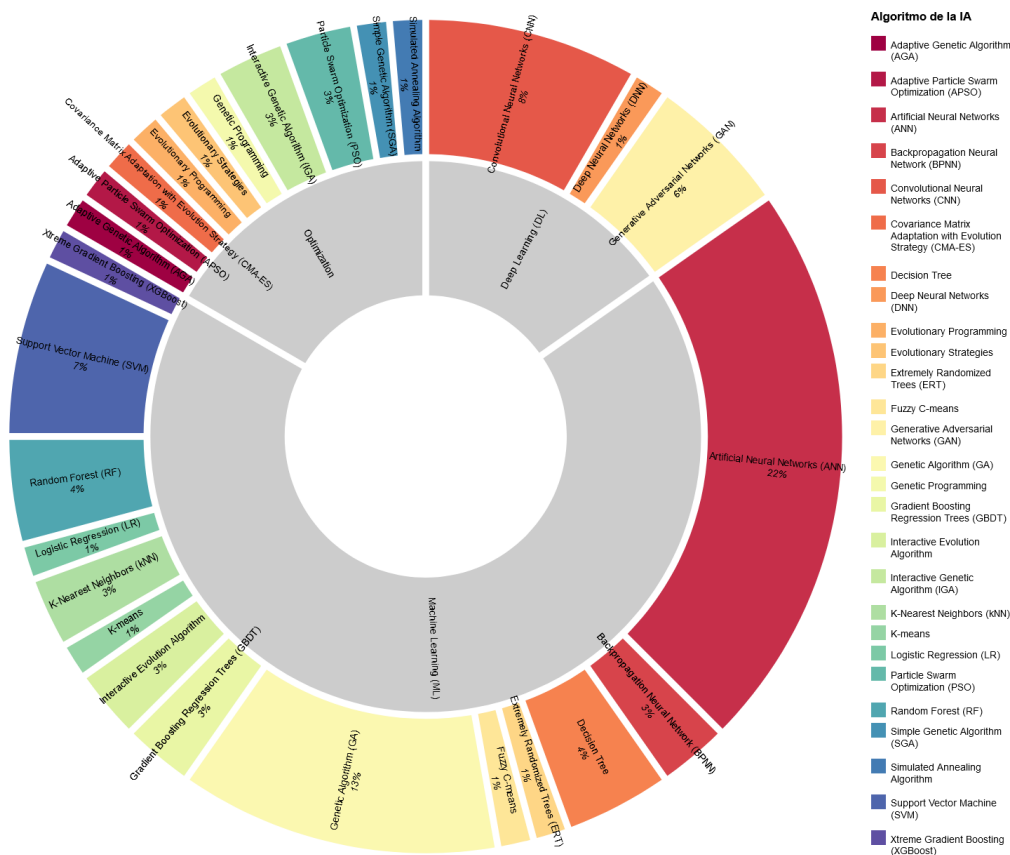


Fig. 15 Algorithms and their percentage of occurrence in the research

3.5 The benefits of integrating PD tools with AI in the construction industry

The integration of PD tools with AI is radically transforming the construction sector. In [16], it is highlighted that the synergy of these tools optimizes the design process and achieves better quality results; likewise, it generates automation in the processes or specific tasks with greater precision and occupies less time and resources. Similarly, in [13], [15], [17], the flexibility to automatic changes and immediate updates of the digital model when the design parameters are modified according to the user's needs are highlighted, allowing the development of a variety of optimal solutions more efficiently. Based on the results of the present research, Table 6 classifies the benefits that encompass all the advantages resulting from the collaboration between PD tools and AI into seven groups.

Table 7 The advantages of integrating PD tools with AI

Benefits	References
Design Optimization: The combination of PD and AI allows a wide range of design options to be automatically explored and optimized. Algorithms can search for solutions that meet multiple criteria, such as energy efficiency.	[22], [24], [25], [26], [27], [29], [31], [34], [35], [36], [38], [40], [42], [45], [50], [51], [53], [54], [56], [57], [58], [59], [60], [61], [62], [63], [64], [65]
Advanced analysis and classification: AI can analyze large data sets from PD tools to identify patterns and trends, helping to make informed decisions and anticipate problems in the design phase.	[22], [26], [33], [36], [37], [41], [45], [46], [55], [56], [58], [63], [65]
Automated Generation: AI can automatically generate designs based on set parameters and constraints, which speeds up the creative process and allows designers to explore more options in less time.	[24], [25], [26], [27], [29], [31], [34], [38], [40], [41], [42], [43], [46], [47], [51], [57], [59], [60], [61], [62], [63]
Customization and Adaptation: AI can tailor DPs to meet specific customer needs and preferences, resulting in unique personalized designs.	[27], [31], [35], [58], [63]
Resource Optimization: Combining PD and AI can optimize the use of resources such as materials and energy, resulting in more sustainable and efficient designs.	[33], [36], [37], [38], [46], [47], [51], [53], [59], [62], [64]
Predictions and Simulations: AI can simulate and predict based on historical and real-time data, making it useful for forecasting how a building will perform under different conditions and anticipating potential problems.	[26], [36], [37], [41], [42], [45], [47], [50], [51], [53], [54], [55], [57], [60]
Error reduction: AI automation and pattern detection can help identify potential design errors before construction, saving time and resources.	[25], [36], [38], [40], [43], [50], [60], [62]

4. Conclusions (Times New Roman, 11 pt, Bold)

The present SLR is developed with the Prisma methodology, in which after applying the search string in the determined databases and, between the years 2015 and 2023, it yields 12,527 articles at first, the same that are submitted to the inclusion and exclusion criteria, resulting in 46 relevant articles that will be included for the research. In the in-depth analysis of the manuscripts collected, the great potential that the integration of the tools under discussion allows is identified.

According to the results of this research, it is concluded and determined the great influence of PD tools and the integration of AI in the construction sector. PD tools allow designers to create adaptive and complex models, with Rhinoceros 3D + Grasshopper being one of the most widely used. Collaboration with AI, which encompasses techniques such as ANNs and CNNs, revolutionizes the design process by enabling detailed simulations and task automation. The benefits of this synergy are grouped into seven categories, including design optimization, task automation, quality improvement, and decision-making efficiency, ultimately driving innovation and efficiency in construction projects. These findings underscore the importance of adopting these technologies in the construction sector to achieve more efficient and higher-quality results.

Limitations of this research include the need for greater depth in explaining how AI algorithms are applied in the construction industry, the generalization of benefits that may vary with circumstances, the lack of quantitative impact assessment, and the possibility that technological advances have changed the relevance of the findings. These limitations point to areas for future research that can provide a more complete and updated understanding of the integration of these technologies in the construction industry.

5. References

- Y. Ikeda, C. M. Herr, D. Holzer, S. Kaijima, and M. J. Kim, "A Parametric Description for Metamorphosis of Islamic Geometric Patterns," *Emerging Experience in Past, Present and Future of Digital Architecture*, Proceedings of the 20th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA 2015) / Daegu 20-22 May 2015, pp. 593-602, pp. 593-602, 2015, doi: 10.52842/CONF.CAADRIA.2015.593.
- Y. Wang and L. Chen, "Architectural and Landscape Garden Planning Integrated with Artificial Intelligence Parametric Analysis," *Security and Communication Networks*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/8577269.
- A. Stals, S. Jancart, and C. Elsen, "Parametric modeling tools in small architectural offices: Towards an adapted design process model," *Des Stud*, vol. 72, p. 100978, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.DESTUD.2020.100978.
- J. Bielski, C. Langenhan, B. Weyand, M. Neuber, V. Eisenstadt, and K.-D. Althoff, "Topological Queries and Analysis of School Buildings Based on Building Information Modeling (BIM) Using Parametric Design Tools and Visual Programming to Develop New Building Typologies".
- T. Teschemacher and K. U. Bletzinger, "CAD-integrated parametric modular construction design," *Engineering Reports*, vol. 5, no. 8, p. e12632, Aug. 2023, doi: 10.1002/ENG2.12632.
- N. Khean et al., "THE INTROSPECTION OF DEEP NEURAL NETWORKS-TOWARDS ILLUMINATING THE BLACK BOX Training Architects Machine Learning via Grasshopper Definitions," 2018.
- J. Cudzik and K. Radziszewski, "Artificial Intelligence Aided Architectural Design".

32. N. Bauyrzhan, B. Sakysh, A. Zhanar, P. Nikolay, K. Ardak, and U. Kumys, "Using Machine Learning to Analyze the Learning Process for Solving Mathematical Problems," *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, vol. 16, no. 21, pp. 114–124, Nov. 2022, doi: 10.3991/IJIM.V16I21.36065.
33. G. Özel and B. Ennemoser, "Interdisciplinary AI A Machine Learning System for Streamlining External Aesthetic and Cultural Influences in Architecture," *Ubiquity and Autonomy - Paper Proceedings of the 39th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture, ACADIA 2019*, pp. 380–391, 2019, doi: 10.1007/978-981-15-6568-7_7/FIGURES/8.
34. M. L. Prasetyo et al., "Face Recognition Using the Convolutional Neural Network for Barrier Gate System," *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, vol. 15, no. 10, pp. 138–153, May 2021, doi: 10.3991/IJIM.V15I10.20175.
35. J. Zhang, N. Liu, and S. Wang, "Generative design and performance optimization of residential buildings based on parametric algorithm," *Energy Build*, vol. 244, p. 111033, Aug. 2021, doi: 10.1016/J.ENBUILD.2021.111033.
36. N. Aso, H. Yanami, and M. Ogawa, "Automatic Parametric Modeling Technique for Structural Design Standardization," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 81031–81041, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3196001.
37. A. Eltaweel and Y. SU, "Parametric design and daylighting: A literature review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 73, pp. 1086–1103, Jun. 2017, doi: 10.1016/J.RSER.2017.02.011.
38. N. Khoshmadi, S. Banihashemi, M. Poshdar, H. Abbasianjahromi, A. Tabadkani, and A. Hajirasouli, "Parametric and generative mechanisms for infrastructure projects," *Autom Constr*, vol. 154, p. 104968, Oct. 2023, doi: 10.1016/J.AUTCON.2023.104968.
39. N. Bushra, "A comprehensive analysis of parametric design approaches for solar integration with buildings: A literature review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 168, p. 112849, Oct. 2022, doi: 10.1016/J.RSER.2022.112849.
40. B. Michelle and M. P. Gemilang, "A Bibliometric Analysis of Generative Design, Algorithmic Design, and Parametric Design in Architecture," *Journal of Artificial Intelligence in Architecture*, vol. 1, no. 1, pp. 30–40, Feb. 2022, doi: 10.24002/JARINA.V1I1.4921.
41. B. Bölek, O. Tural, and H. Özbaşaran, "A systematic review on artificial intelligence applications in architecture," *Journal of Design for Resilience in Architecture and Planning*, vol. 4, no. 1, pp. 91–104, Apr. 2023, doi: 10.47818/DRArch.2023.v4i1085.
42. B. Topuz and N. Çakici Alp, "Machine learning in architecture," *Autom Constr*, vol. 154, p. 105012, Oct. 2023, doi: 10.1016/J.AUTCON.2023.105012.
43. J. J. Yepes-Núñez, G. Urrútia, M. Romero-García, and S. Alonso-Fernández, "Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas," *Rev Esp Cardiol*, vol. 74, no. 9, pp. 790–799, Sep. 2021, doi: 10.1016/J.RECESP.2021.06.016.
44. C. Mocerino, "Digital revolution in efficient self-organization of buildings: towards intelligent robotics," in *2018 Energy and Sustainability for Small Developing Economies (ES2DE)*, 2018, pp. 1–6. doi: 10.1109/ES2DE.2018.8494237.
45. H. Luo, L. Li, and K. Chen, "Parametric modeling for detailed typesetting and deviation correction in shield tunneling construction," *Autom Constr*, vol. 134, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.autcon.2021.104052.
46. F. Bianconi and M. Filippucci, "WOOD, CAD AND AI: Digital modelling as place of convergence of natural and artificial intelligent to design timber architecture," *Lecture Notes in Civil Engineering*, vol. 24, pp. 3–60, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-03676-8_1/FULLTEXT.HTML.
47. J. H. Lee, M. J. Ostwald, and N. Gu, "Design Strategies and Creativity," *Design Thinking: Creativity, Collaboration and Culture*, pp. 33–63, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-56558-9_2.
48. W. He and X. Yang, "Artificial Intelligence Design, from Research to Practice," *Proceedings of the 2019 DigitalFUTURES*, pp. 189–198, 2020, doi: 10.1007/978-981-13-8153-9_17.
49. O. Roman, M. Avena, E. M. Farella, F. Remondino, and A. Spanò, "A semi-Automated approach to model architectural elements in scan-To-bim processes," in *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives, International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, 2023, pp. 1345–1352. doi: 10.5194/isprs-Archives-XLVIII-M-2-2023-1345-2023.
50. S. H. Chen and F. Xue, "Automatic BIM detailing using deep features of 3D views," *Autom Constr*, vol. 148, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.autcon.2023.104780.
51. M. Meloni et al., "Designing origami tessellations composed of quadrilateral meshes and degree-4 vertices for engineering applications," *Autom Constr*, vol. 142, Oct. 2022, doi: 10.1016/j.autcon.2022.104482.
52. K. M. Aljebory and M. Qaislssam, "Developing AI Based Scheme for Project Planning by Expert Merging Revit and Primavera Software," in *16th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices, SSD 2019*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019, pp. 404–412. doi: 10.1109/SSD.2019.8893274.
53. L. S. Marcolino et al., "Agents vote for the environment: Designing energy-efficient architecture," in *AAAI Workshop - Technical Report, AI Access Foundation*, 2015, pp. 115–119. [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84964620228&partnerID=40&md5=0950026c7f45fa1f555b5ea1efdd13aa>
54. L. Wang, B. Zhao, Q. Ye, A. Feng, and W. Feng, "A BIM-Based Data-Driven Modeling Method," in *ICCREM 2021: Challenges of the Construction Industry under the Pandemic - Proceedings of the International Conference on Construction and Real Estate Management 2021*, American Society of Civil Engineers (ASCE), 2021, pp. 319–330. doi: 10.1061/9780784483848.036.
55. H. Abdirad and P. Mathur, "Artificial intelligence for BIM content management and delivery: Case study of association rule mining for construction detailing," *ADVANCED ENGINEERING INFORMATICS*, vol. 50, 2021, doi: 10.1016/j.aei.2021.101414.
56. A. Stals, S. Jancart, and C. Elsen, "Parametric modeling tools in small architectural offices: Towards an adapted design process model," *Des Stud*, vol. 72, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.DESTUD.2020.100978.
57. J. L. Reategui, "Wood wide web design. A computational model to adapt the cities design with mycorrhizal networks," in *2022 IEEE International Humanitarian Technology Conference (IHTC)*, 2022, pp. 108–113. doi: 10.1109/IHTC56573.2022.9998366.
58. N. C. Brown, V. Jusiega, and C. T. Mueller, "Implementing data-driven parametric building design with a flexible toolbox," *Autom Constr*, vol. 118, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.autcon.2020.103252.
59. S. Bakhshi, M. R. Chenaghlo, F. Pour Rahimian, D. J. Edwards, and N. Dawood, "Integrated BIM and DfMA parametric and algorithmic design based collaboration for supporting client engagement within offsite construction," *Autom Constr*, vol. 133, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.autcon.2021.104015.

60. S. Banihashemi, A. Tabadkani, and M. R. Hosseini, "Integration of parametric design into modular coordination: A construction waste reduction workflow," *Autom Constr*, vol. 88, pp. 1–12, Apr. 2018, doi: 10.1016/j.autcon.2017.12.026.
61. K. L. Feng, W. Z. Lu, and Y. W. Wang, "Assessing environmental performance in early building design stage: An integrated parametric design and machine learning method," *Sustain Cities Soc*, vol. 50, 2019, doi: 10.1016/j.scs.2019.101596.
62. B. Ekici, Z. T. Kazanasmaz, M. Turrin, M. F. Tasgetiren, and I. S. Sariyildiz, "Multi-zone optimisation of high-rise buildings using artificial intelligence for sustainable metropolises. Part 1: Background, methodology, setup, and machine learning results," *SOLAR ENERGY*, vol. 224, pp. 373–389, 2021, doi: 10.1016/j.solener.2021.05.083.
63. N. C. Brown and C. T. Mueller, "Quantifying diversity in parametric design: a comparison of possible metrics," *AI EDAM-ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ENGINEERING DESIGN ANALYSIS AND MANUFACTURING*, vol. 33, no. 1, pp. 40–53, 2019, doi: 10.1017/S0890060418000033.
64. D. Fisher-Gewirtzman and N. Polak, "A learning automated 3D architecture synthesis model: demonstrating a computer governed design of minimal apartment units based on human perceptual and physical needs," *Archit Sci Rev*, vol. 62, no. 4, pp. 301–312, Jul. 2019, doi: 10.1080/00038628.2019.1611537.
65. N. C. Brown and C. T. Mueller, "Design variable analysis and generation for performance-based parametric modeling in architecture," *International Journal of Architectural Computing*, vol. 17, no. 1, pp. 36–52, Mar. 2019, doi: 10.1177/1478077118799491.
66. Q. Yang, J. G. Cruz-Garza, and S. Kalantari, "MindSculpt: Using a Brain-Computer Interface to Enable Designers to Create Diverse Geometries by Thinking," in *Association for Computer Aided Design in Architecture Annual Conference, ACADIA 2021*, ACADIA, 2021. [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85135356170&partnerID=40&md5=7eda5c3ba979cfaca05e50f82f260f39e>
67. F. C. Kim and J. Huang, "Perspectival GAN: Architectural form-making through dimensional transformation," in *Proceedings of the International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe, Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe*, 2022, pp. 341–350. [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85139759694&partnerID=40&md5=d2e14801e3b84fac163cfcdad0ede46d>
68. R. R. Yu, N. Gu, M. Ostwald, and J. S. Gero, "Empirical support for problem-solution coevolution in a parametric design environment," *AI EDAM-ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ENGINEERING DESIGN ANALYSIS AND MANUFACTURING*, vol. 29, no. 1, pp. 33–44, 2015, doi: 10.1017/S0890060414000316.
69. Y. He et al., "Hybrid framework for rapid evaluation of wind environment around buildings through parametric design, CFD simulation, image processing and machine learning," *Sustain Cities Soc*, vol. 73, 2021, doi: 10.1016/j.scs.2021.103092.
70. M. Ploszaj-Mazurek, E. Rynska, and M. Grochulska-Salak, "Methods to Optimize Carbon Footprint of Buildings in Regenerative Architectural Design with the Use of Machine Learning, Convolutional Neural Network, and Parametric Design," *Energies (Basel)*, vol. 13, no. 20, 2020, doi: 10.3390/en13205289.
71. C. Y. Yeh and Y. S. Tsay, "Using Machine Learning to Predict Indoor Acoustic Indicators of Multi-Functional Activity Centers," *APPLIED SCIENCES-BASEL*, vol. 11, no. 12, 2021, doi: 10.3390/app11125641.
72. Y. Tong and Z. Xu, "Application of Robotic Arm Technology in Intelligent Construction," *Proceedings of the 2019 DigitalFUTURES*, pp. 331–345, 2020, doi: 10.1007/978-981-13-8153-9_30.
73. Q. B. Liu, X. Han, Y. H. Yan, and J. Ren, "A Parametric Design Method for the Lighting Environment of a Library Building Based on Building Performance Evaluation," *Energies (Basel)*, vol. 16, no. 2, 2023, doi: 10.3390/en16020832.
74. Y. Zhang and G. Yang, "Optimization of the Virtual Scene Layout Based on the Optimal 3D Viewpoint," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 110426–110443, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3214206.
75. M. L. Castro Pena, A. Carballal, N. Rodríguez-Fernández, I. Santos, and J. Romero, "Artificial intelligence applied to conceptual design. A review of its use in architecture," *Autom Constr*, vol. 124, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.autcon.2021.103550.
76. L. Wang, P. Janssen, and G. Ji, "Reshaping design search spaces for efficient computational design optimization in architecture," in *Proceedings of the 10th International Conference on Computational Creativity, ICC3 2019, Association for Computational Creativity (ACC)*, 2019, pp. 100–107. [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85094314541&partnerID=40&md5=dfab669b61556e5805c63dbc3c0c8e16>
77. Y. J. Lu, W. Wu, X. C. Geng, Y. C. Liu, H. Zheng, and M. M. Hou, "Multi-Objective Optimization of Building Environmental Performance: An Integrated Parametric Design Method Based on Machine Learning Approaches," *Energies (Basel)*, vol. 15, no. 19, 2022, doi: 10.3390/en15197031.
78. A. Buffi and G. M. Angelini, "Adaptive timber towers. an evolutionary prototype for the 21st century skyscraper," *Lecture Notes in Civil Engineering*, vol. 24, pp. 971–987, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-03676-8_39/FULLTEXT.HTML.
79. A. Sebestyen and J. Tyc, "Machine Learning Methods in the Energy Simulations for Architects and Designers The implementation of supervised machine learning in the context of the computational design process," in *Proceedings of the International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe, Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe*, 2020, pp. 613–622. [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85124656924&partnerID=40&md5=429dd859c9fb66e5c4a26eac27ca6d84>
80. D. Bolojan, "Creative AI: Augmenting Design Potency," *Architectural Design*, vol. 92, no. 3, pp. 22–27, May 2022, doi: 10.1002/AD.2809.
81. P. Veloso and R. Krishnamurti, "Spatial synthesis for architectural design as an interactive simulation with multiple agents," *Autom Constr*, vol. 154, p. 104997, Oct. 2023, doi: 10.1016/J.AUTCON.2023.104997.
82. Y. Wang and L. Chen, "Architectural and Landscape Garden Planning Integrated with Artificial Intelligence Parametric Analysis," *Security and Communication Networks*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/8577269.
83. M. Nourbakhsh, J. Irizarry, and J. Haymaker, "Generalizable surrogate model features to approximate stress in 3D trusses," *Eng Appl Artif Intell*, vol. 71, pp. 15–27, May 2018, doi: 10.1016/j.engappai.2018.01.006.
84. H. H. Elmousalami, A. H. Elyamany, and A. H. Ibrahim, "Predicting Conceptual Cost for Field Canal Improvement Projects," *J Constr Eng Manag*, vol. 144, no. 11, 2018, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001561.
85. A. Sebestyen, U. Hirschberg, and S. Rasoulzadeh, "Using deep learning to generate design spaces for architecture," *International Journal of Architectural Computing*, 2023, doi: 10.1177/14780771231168232.

-
86. C. A. Tzivelekis, L. S. Yiotis, N. A. Fountas, and A. A. Krimpenis, "Parametrically automated 3D design and manufacturing for spiral-type free-form models in an interactive CAD/CAM environment," *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, vol. 11, no. 2, pp. 223–232, May 2017, doi: 10.1007/S12008-015-0261-8/FULLTEXT.HTML.
 87. G. Brugnaro, A. Figliola, and A. Dubor, "Negotiated materialization: Design approaches integrating wood heterogeneity through advanced robotic fabrication," *Lecture Notes in Civil Engineering*, vol. 24, pp. 135–158, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-03676-8_4/FULLTEXT.HTML.
 88. D. Wang and F. H. Chang, "Application of machine learning-based BIM in green public building design," *Soft comput.*, vol. 27, no. 13, pp. 9031–9040, 2023, doi: 10.1007/s00500-023-08162-4.
 89. C. Lee, S. Shin, and R. R. A. Issa, "Classification of a Free-Form Surface by Parametric Design and Machine Learning," in *Construction Research Congress 2020: Project Management and Controls, Materials, and Contracts - Selected Papers from the Construction Research Congress 2020*, American Society of Civil Engineers (ASCE), 2020, pp. 777–783. [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85096759116&partnerID=40&md5=4a1fa3fd04389f18f5146ca3536c5239>

Research Type (Original)

Agriculture Robot Using Image Processing

Narayan Ghimire^{1*}, Sony Shrestha², Yubaraj Pariyar³

^{1,2,3} National College of Engineering, Tribhuvan University

Correspondent author: narayanghimire122@gmail.com

Abstract

Keywords:

Machine Learning
Internet of Things
Agricultural Robot
Disease Detection
Convolutional Neural Networks
Mechanical Tasks

Background: Agriculture is a cornerstone of the economy, but traditional farming is labor-intensive and time-consuming. Advances in technology, such as Convolutional Neural Networks (CNNs) and robotics, can help address challenges like disease detection, weed control, and labor shortages. Tomatoes, a key crop, benefit from proper management using these innovations.

Objective: This project aims to design and develop an agriculture robot using IoT and Machine Learning to automate farming tasks, detect tomato plant diseases, and manage weeds more efficiently.

Methods: The robot is controlled by an ESP32 microcontroller connected via Wi-Fi for real-time monitoring. The system uses CNNs for disease detection in tomato plants, along with a custom-trained dataset using the TensorFlow framework. Mechanical arms perform tasks like seeding, watering, spraying fertilizers, and harvesting. A user interface for disease detection was designed for real time disease detection.

Results: The model achieved an accuracy of 95.0% for disease detection, 95.56% for fruit detection, and 95.14% for plant detection. These results highlight the effectiveness of the robot in managing tomato crops.

Conclusion: The agriculture robot provides a comprehensive solution to key farming challenges, enhancing efficiency through automation and improving crop health monitoring. The integration of IoT and ML offers a pathway toward sustainable and profitable agriculture, particularly in managing tomatoes. Further improvements and scaling could expand its application to other crops and farming tasks.

1. Introduction

Agriculture plays a crucial role in the economic stability of nations, yet traditional farming methods are often labor-intensive, time-consuming, and environmentally unsustainable. The advent of agricultural robots, integrated with modern and advanced technologies like Convolutional Neural Networks (CNNs), offers a transformative approach to modernize agricultural practices. These technologies address the inefficiencies and environmental concerns associated with manual labor and excessive chemical inputs [1].

Agricultural robots, or agribots, have been introduced to tackle various farming challenges, including disease detection, weed management, and soil condition monitoring. Tomatoes, a major crop, are particularly benefited by these advancements. Traditional methods of disease detection and weed control are laborious and require specialized skills. By utilizing computer vision and machine learning techniques, these tasks can be performed more efficiently, by saving time and reducing the need for skilled labor. The integration of Internet of Things (IoT) and Machine Learning (ML) into agriculture enhances productivity by automating repetitive tasks and improving the accuracy of crop management [2]. This is crucial in addressing several challenges faced by farmers, including labor shortages, climate change, and reduced soil fertility. Robotics in agriculture not only boosts efficiency but also offers potential environmental benefits by reducing the reliance on chemical inputs [3].

Conventional farming is hindered by challenges such as extreme weather, disease, and weeds. Additionally, the lack of advanced irrigation methods and accurate soil testing can lead to low productivity [4]. The shortage of labor further exacerbates these issues, highlighting the need for automated solutions. So, the aim of this project is to design and develop an agricultural robot prototype using IoT and ML

technologies. The objectives include improving farm management through remote control and enhancing weed and disease management in tomato plants using image processing. Agricultural robots have the potential to revolutionize farming by increasing productivity, profitability, and environmental sustainability. They address pressing issues such as labor shortages and environmental pollution, making them a valuable asset in modern agriculture.

2. Literature Review

The agriculture robot came in existence since 1974 built by Eli Whitney which was able to isolate the cotton seed from the cotton fibre and it has the record of creating up to 50 pounds of cotton in one day [5]. The team of Amrita Sneha et.al. have developed a robot that can perform operations like humidity sensing, automatic ploughing and seed dispensing. The AVR AtMega Microcontroller is used for the monitoring and control. The robot tills the entire field and then proceeds to perform the ploughing operation while simultaneously performing the operation of dispensing the seeds on the tilled soil [6]. P. usha et. Al. discusses a robot system used for cultivating agricultural land without the use of manpower. The main aim is to reduce the work of the farm labourers and increase the productivity in any given span of time [7]. The authors in Tanveer et Al. elaborate the use of new technologies to increase the farm yield. The paper discusses use of latest electronic technology based on use of Microcontrollers and GSM [8]. In the report written by Dhavale et al. Arduino Uno Atmega 328p Microcontroller have been used for controlling the robot. Esp3266 wifi module is used for the communication. A soil moisture sensor is used for checking the water content in the soil [9]. The author Golakotta et al. expressed the concept of Internet of Things is used with the help of Wi-Fi module CC3000 operated on adafruit-IO free server with the help of android application. It is Equipped with self-contained wireless processor that simplifies internet connectivity [10]. Object oriented algorithms is proposed to detect the weed in the agricultural field [11]. A comprehensive and critical survey on image-based plant segmentation techniques is presented. In this context, “segmentation” refers to the process of classifying an image into plant and non-plant pixels [12]. Author proposed “Crop and weed detection based on texture and size features and automatic spraying of herbicides” they developed the image processing algorithm for yield finding and management of weed [13].

The report by Cheng et al. provides an overview of agricultural robots used for crop management. It discusses various types of Agribots, including autonomous vehicles, robotic arms, and drones, and their applications in tasks such as seeding, spraying, and harvesting. The review also highlights the challenges and future prospects of Agribot’s technology [14]. Other author (Parihar et al. 2016) paper presents a comprehensive review of robotics in agriculture and forestry. It covers different types of Agribots, their applications in field operations, and the benefits they offer in terms of labor reduction, increased efficiency, and improved crop yield. The review also discusses the challenges faced in implementing Agribot technology and possible solutions [15]. The article published by Hannan et al. on agricultural robotics and their potential in addressing challenges in the agriculture sector. It discusses the use of robotics in tasks such as planting, weeding, and harvesting, along with the integration of advanced technologies like computer vision and machine learning. The review also highlights the economic and environmental benefits of Agribots [16]. The prototype of disease detection and seeding robots was introduced earlier with minimal functionalities that was designed on the basis of field operations [17].

So, the model of the agribot is more functionable than the above reviewed projects and journals. Along with mechanical tasks, it could be designed to detect the abnormality in the plants. With advance sensing with accurate information on soil condition, crop health and environmental factors, it is designed to make intelligent decisions and optimize agricultural practices. The deep learning algorithm with CNN has been used which is more than 90% efficient to provide the best result.

3. Methodology

The system block diagram (see Fig. 1) consists of an ESP32 as a microcontroller which acts as the main part of the system, because controlling of all sorts of components take place using the microcontroller. Here, in case of the vehicle, it is manual, which is controlled by using esp32 Bluetooth module, which is integrated in the esp32 board along with Wi-Fi module. So, by using the Bluetooth module and the signals generated by the modules, the portion of the vehicle is mobile by the help of the gear DC motors. Along with that, the Wi-Fi module in the board acts as a connectivity between the devices and the server of the esp32, from where the mechanical part such as moving of moisture sensor to the soil and DHT22 sensor towards the surroundings take place by the help of the servo motors driving at certain angle. When esp32 reads the data from the moisture sensor and if the moisture of the soil seems low, then the mini-DC water pump sprayed the water in the field. An ultrasonic sensor is used to detect the water level. Since, the position of the ultrasonic is pre-set in the mechanical model, it is programmed as, when the water level is found to be 2cm, then the dc motor stops irrigating the field. In the designed model, the ultrasonic was set at 5cm above, so if the distance is found to be 3cm from water surface, the irrigation stops.

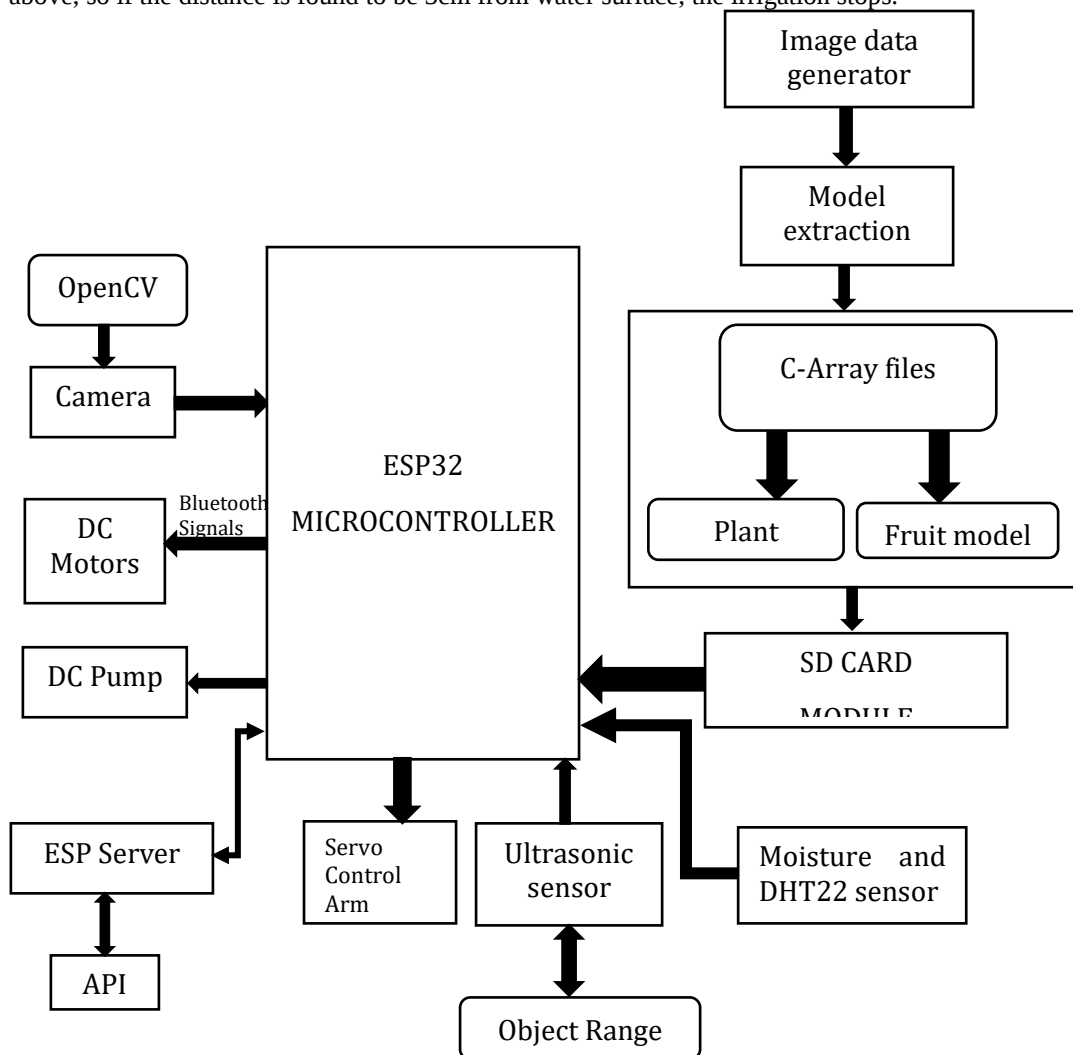


Fig. 1: System Block Diagram

Mathematically,

Original sensor position = 5cm above the ground

Required Level of the water = 2 cm

So, the water level can be determined as: original sensor position – level of water

i.e. (5-2) cm = 3cm (irrigation stops).

Here, the robotic arm is drive by the OpenCV mechanism. For this purpose, a memory module is installed with the micro-SD card, which gets connected to the esp32 using connectors as a jumper wires. The SD card is loaded with the C array files of the trained model. Now, by using the camera and the OpenCV library to detect real time objects i.e. fruit and plant, the detected objects are examined by matching them with the model's images. Further that, the arm responds if it detects the fruits. For the weeds to get selected, if the tomato plant matches the model's file, it is considered as not a weed and vice versa. Image Data Generator is used for getting the input of the original data and further, it transforms the transformation of this data on a random basis and gives the output resultant containing only the data that is newly transformed. After picking up the fruit and the weed, using the gripper controlled by servos, the elbow position of the servo gets rotated in -90 degree from its original position, where the basket is pre-set for the accumulation of the weeds and fruits. An ultrasonic sensor is used to detect the range of those objects, so that the servo moves to that range.

3.1. Algorithm and Flowchart

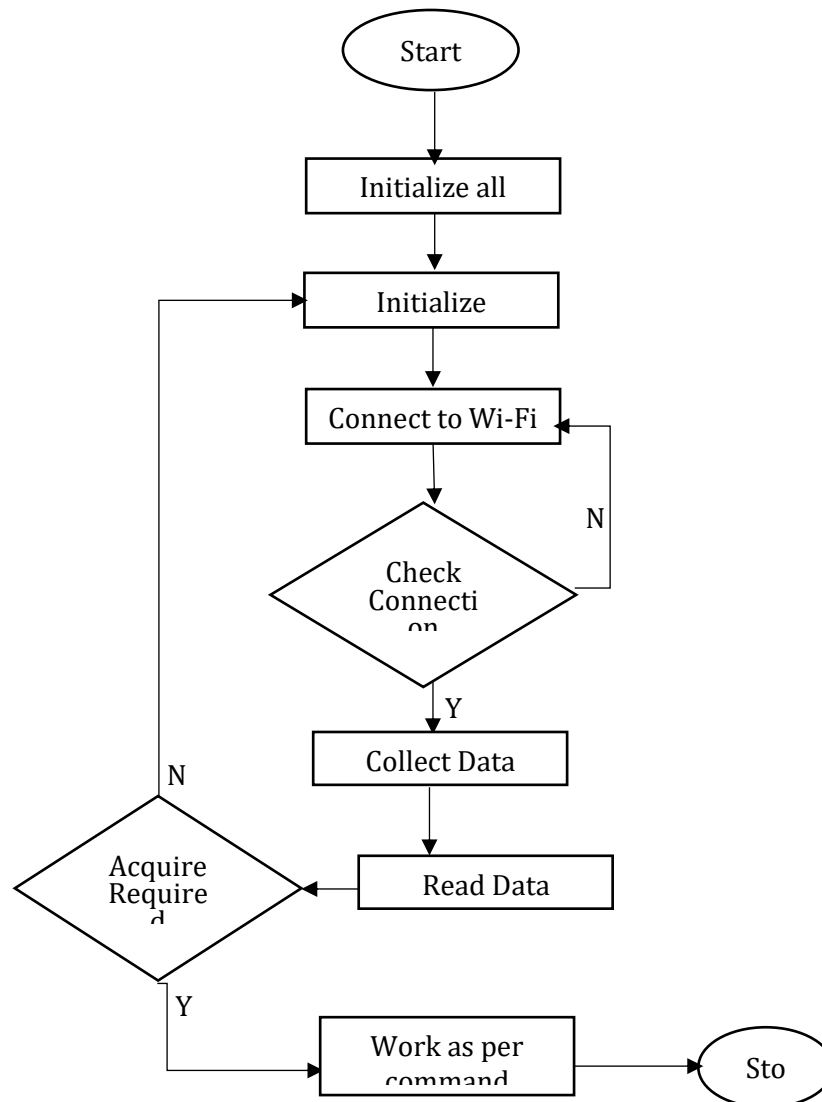


Fig. 2: Flowchart of Machinery part

3.2. Image processing

In this model, the image processing is done to detect the weeds among the crops and disease in leaves of a plant. Manual work for detecting the crop and weed takes a long time and more effort. So, by using the approaches like image processing, it can be easily handled in short period of time. The CNN model can be used to train the dataset of the weed and crop. The provided input image gets categorized and classified once the training is completed [11]. The convolution layer is used to extract the features from the image. The Rectified Linear Unit (ReLU) activation function is used to convolutional layer. It helps to

break up the linearity even further, compensating any linearity that may be imposed on an image during convolution process by introducing non-linearity. The ReLU aids in avoiding the exponential growth of the computation required to run the neural networks [18]. CNNs are trained to recognize and extract the best features from images that are relevant to the problem.

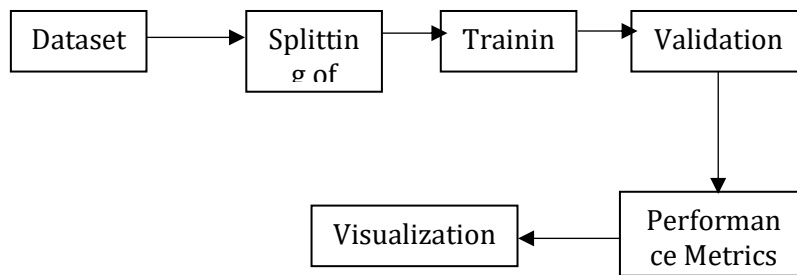


Fig. 3: Model Performance

Firstly, the dataset is collected which is then split into two parts which can be 72% for training and 28% for the validation and testing. After that, the model is trained by using transfer learning technique or from scratch. The performance metrics are used for the classification of the images, such as particular plant disease or weeds. Finally, the visualization techniques are used to detect or classify the images. Since, the tomato has been prioritized, the tomato's images are used to compare, which is trained from the dataset. Then, the bot operates on it based on instructions provided. The figure below (see Fig. 4) represents the step-by-step process for the detection of disease and plants.

3.3. Object Detection flowchart

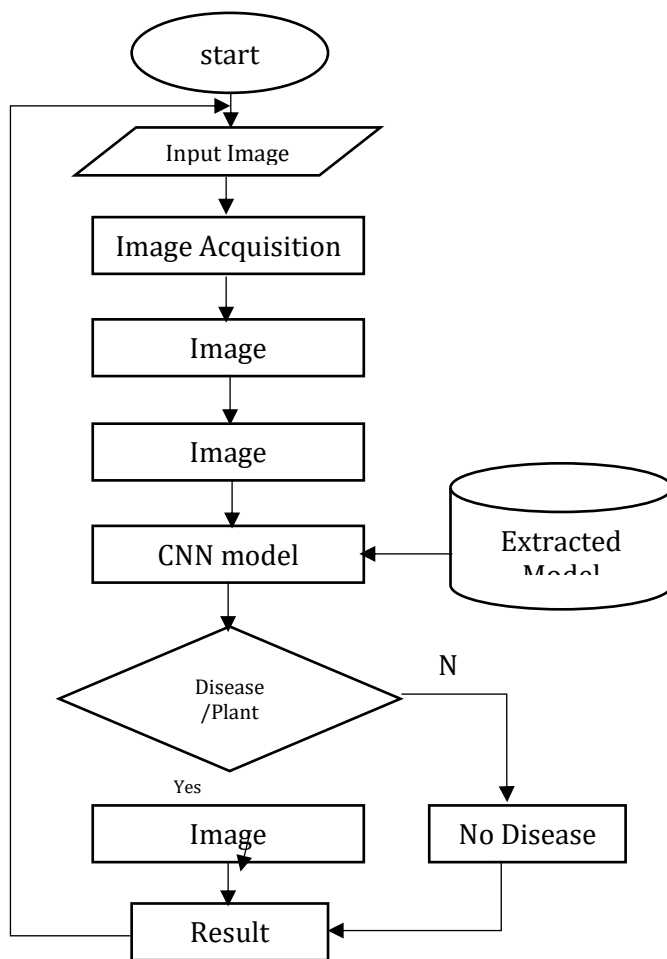


Fig. 4: Object Detection Flowchart

3.4. Arm Design

The working mechanism of an arm can be seen in the figure below (see Fig. 5). An arm will be used for the picking of tomatoes and to pull the weeds around the tomatoes. For this purpose, fingers on the arm will be designed, made up of plastic. To enable the grip settings, the servo motor will be used on the joint of the fingers. There could be a certain splash or shakes while picking the tomato directly, which can badly affect the plant, so to avoid it, the combinational handle of fingers will be attached to servo, which act like an elbow. After taking grip on fruit of plant, the servo will make the hand rotate in certain angle, due to which the tomato gets rid of the stem easily. Also, for the weed the same process can be done. Now, to accumulate the picked tomatoes, a basket can be set by designing a handle in the bot, so that it will be easy for the hand to set up the rotation in the predetermined angle and leave the tomato from the grip.

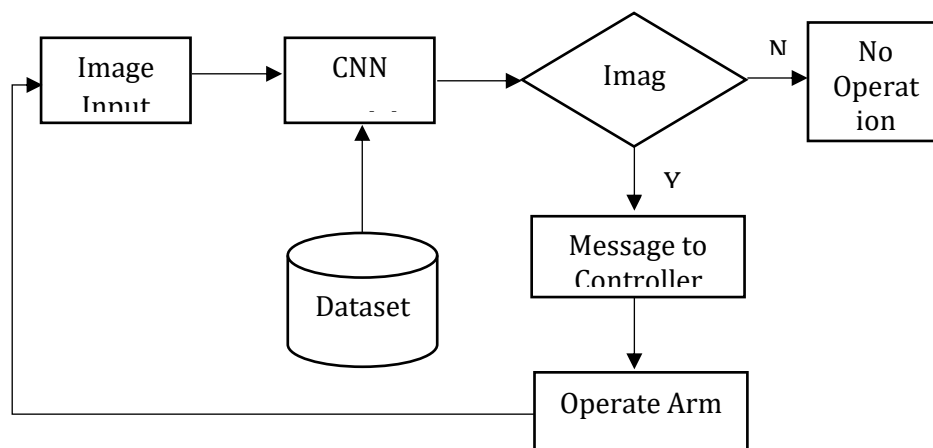


Fig. 5: Flowchart of Arm Technology

5. Result

From the designed model, the output regarding the prediction of diseases among the leaves of tomato, prediction of plants and fruits have been done. It can be seen that (see Fig. 6) the prediction of the disease in leaves of the plant is good with significant prediction percentage. The robot model has been designed along with arms (see Fig. 12).

The samples obtained of the predictions are shown as:

True lbl : Leaf-mold
 Pred lbl : Leaf-mold
 Conf : 99.99%



True lbl : Tomato_Tomato_mosaic_virus
 Pred lbl : Tomato_Tomato_mosaic_virus
 Conf : 99.9%



True lbl : Fall1
Pred lbl : Fall1
Conf : 99.94%



True lbl : NoFruit
Pred lbl : NoFruit
Conf : 80.93%



Fig. 6: Result of prediction using trained model

The API was designed to detect the tomato diseases on real time using the mobile camera. The result obtained can be shown as:

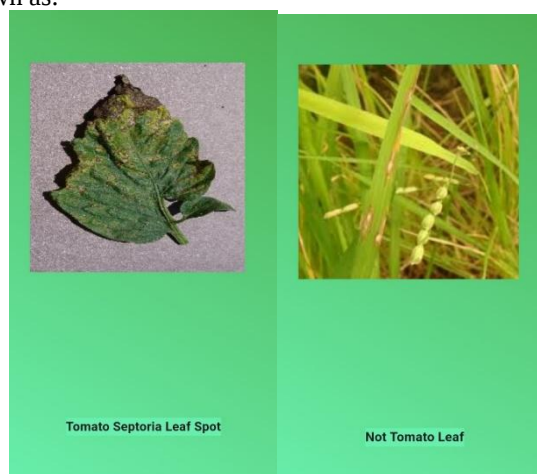


Fig. 7: Result of disease detection



Fig. 8: Disease detection UI

5. Discussion

A comprehensive dataset of tomato images, including both healthy and diseased plants, was accumulated. The machine learning model, developed and trained using the TensorFlow framework,

achieved a 95.0% accuracy (see Fig. 9) in detecting tomato plant diseases. The user interface for disease detection was designed using Flutter (see Fig. 8), with the system also reaching 95.56% accuracy in fruit detection (see Fig. 10) and 95.14% accuracy in plant identification (see Fig. 11). This high level of accuracy enables early disease detection, which can significantly reduce crop loss.

In addition to the smart detection capabilities, the robot handles various mechanical functions. It is designed for seeding, watering, spraying fertilizers, ploughing, and harvesting. These operations are managed by an ESP32 microcontroller, which also allows for real-time monitoring and control via IoT integration. By automating these essential tasks, the robot addresses common challenges in agriculture, such as labor shortages and time-consuming manual processes.

This combination of advanced mechanical systems and machine learning-driven detection provides a holistic solution for modern farming, increasing efficiency and reducing the need for manual intervention. Future improvements could involve expanding the system's capabilities to work with other crops and adapting it to different environmental conditions.

5.1. Training and Validation Graphs

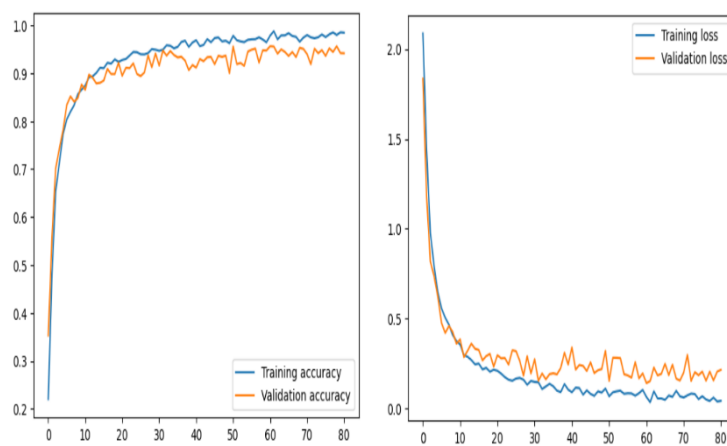


Fig. 9: Disease Detection

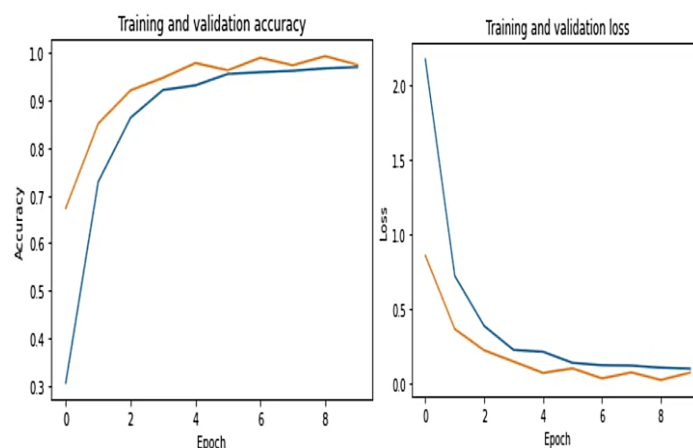


Fig. 10: Fruit Detection

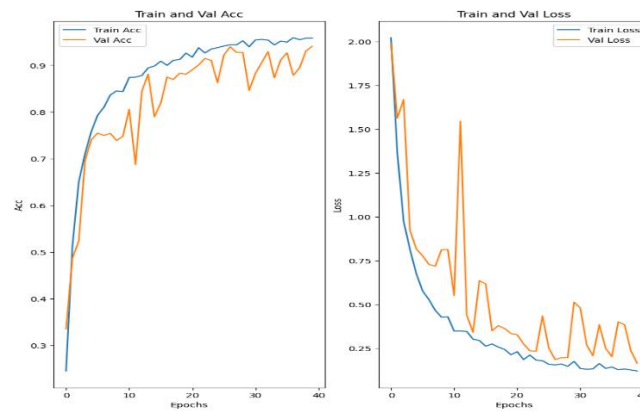


Fig. 11: *plant detection*

6. Conclusion

In conclusion, the development of the Agricultural Robot using Image Processing represents a significant advancement in the field of agriculture. Through the integration of robotics and sophisticated image processing techniques, the project provided an autonomous solution for tasks such as plant disease detection, tomato fruit detection, weed detection along with the help of an arm to pick the fruit, DC water pump to irrigate the farm.

The agribot detected diseases gaining the F1 score of 95.0%, alongside the plant and fruit were detected with an accuracy of 95.56% and 95.14% respectively.

The robot's hardware, including its chassis board, cameras, microcontroller, and additional sensors, was carefully selected and integrated to ensure optimal performance in diverse agricultural environments. As technology continues to advance, this project serves as a foundation for future innovations in precision agriculture.

References

- [1] A. K. T. K. S. K. A. J. M. W. Pranesh Kulkarni, "Plant disease detection using image processing," *arXiv.org*, 2021.
- [2] T. D. Khadijeh Bazargani, "Automation impact on agriculture, opportunities challenges and economic effects," *Research gate*, vol. 2, no. 33, p. 13, 2024, doi: <https://doi.org/10.3390/robotics13020033>
- [3] J. G. B.L. Steward, "The use of agriculture robots in weed management and control," *Robotics and Automation for improving agriculture*, pp. 161-186, 2019, doi: <https://doi.org/10.19103/AS.2019.0056.13>
- [4] D. S. N. P. Tanha Talaviya, "Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimisation of irrigation and application of pesticides and herbicides," *Artificial Intelligence in agriculture*, vol. 4, pp. 58-73, 2020 , doi: <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2020.04.002>
- [5] J. Reddy, "Agricultural Robots Advantages, Automation, History, Future," *Agri Farming*, Feb. 20, 2019. <https://www.agrifarming.in/agricultural-robots-advantages-automation-history-future>
- [6] S. A. Amrita, E. Abirami, A. Ankita, R. Praveena, and R. Srimeena, "Agricultural Robot for automatic ploughing and seeding," 2015 IEEE Technological Innovation in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR), Jul. 2015, doi: <https://doi.org/10.1109/tiar.2015.7358525>.
- [7] N. V. Usha P., "Design and Implementation of Seeding AGricultural Robot", 2015.
- [8] A. C. D. P. Abdullah Tanveer, "Automated Farming Using Microcontroller and Sensors," *International Journal of Scientific Research and Management Studies*, 2015.
- [9] S. K. B. P. Renuka Dhavale, "Digging and Seed sowing agribot," 2021.
- [10] A. Golakotta, "Agribot-A multipurpose Agriculture robot," *India Conference (INDIACON)*, pp. 1-4, 2011, doi: <https://doi.org/10.1109/INDCON.2011.6139624>.
- [11] F. H. Berge TW, "Evaluation of an algorithm for automatic detection of broad-leaved weeds in spring cereals," vol. 9, no. 6, pp. 391-405, 2008, doi: <https://doi.org/10.1007/s11119-008-9083-z>.
- [12] M. G. Esmael Hamuda, "A survey of image processing techniques for plant extraction and segmentation in the field," *Compute. Electron.Agricult*, vol. 125, pp. 184-199, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.04.024>
- [13] A. Amruta, "Crop and weed detection based on texture and size features and automatic spraying herbicides," *International Journal of Advance Research*, 2016.
- [14] L. Z. Q Zhang, "Agricultural robots for crop management: a review", 2019, doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture8030028>.
- [15] J. Billingsley, "Robotics in agriculture and forestry," *Research Gate*, pp. 1065-1077, 2008, doi: [10.1007/978-3-540-30301-5_47](https://doi.org/10.1007/978-3-540-30301-5_47).
- [16] S. I. Mohammaed Hasanuzzaman, "A review on agricultural robotics", 2018, doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy8100200>.
- [17] N. M. C. H. S. Spyros Fountas, "Agriculture Robots for Field Operation," *Sensors 2020*, vol. 20, no. 9, 2020, doi: <https://doi.org/10.3390/s20092672>.
- [18] A. V. M. R. Hema M.S., "Weed Detection Using Convolutional Neural Network," *BOHR International Journal of Intelligent Instrumentation and Computing*, vol. 1, no. 1, pp. 39-42, 2022, doi: <https://doi.org/10.54646/bijiac.007>.
- [19] Tirthajyoti, "ML with python," <https://readthedocs.org/projects/machine-learning-with-python/>, 2023.
- [20] "https://randomnerdtutorials.com/esp32-web-server-arduino-ide/".

Research Type (Original)

Análisis Comparativo de la Felicidad en el Trabajo entre el Personal Docente de Planta, Ocasional y Catedrático de la Universidad de la Amazonia

Adriana Patiño-Mejía^{1*}, Carolina Castro-Chaguala², Hernan Romero-Reyes³

^{1,2,3} Universidad de la Amazonia, Florencia, Colombia

Autor correspondal: ad.patino@udla.edu.co

Información del artículo	Resumen
Palabras clave: Felicidad en el trabajo Profesores Clima laboral Tipo de contrato ECLO	<i>Antecedentes:</i> A pesar de esta creciente concienciación sobre la felicidad en el trabajo, faltan investigaciones empíricas específicas que aborden este tema en el contexto de la Universidad de la Amazonia y su profesorado. Si bien se han realizado estudios generales sobre la satisfacción laboral en el ámbito universitario, no se dispone de información sólida sobre la felicidad en el trabajo del profesorado de esta institución. <i>Objetivo:</i> El objetivo de esta investigación fue analizar la felicidad laboral de los docentes de tiempo completo, medio tiempo y tiempo clase de la Universidad de la Amazonia de la ciudad de Florencia - Caquetá en el año 2024. <i>Métodos:</i> El diseño de la investigación fue transversal no experimental, con un enfoque cuantitativo. Para evaluar la felicidad en el trabajo se aplicó la Evaluación del Clima Laboral en las Organizaciones (ECLO) como instrumento psicométrico que mide 10 componentes diferentes que influyen directamente en la vida laboral. <i>Resultados:</i> Los principales resultados indican que, a pesar de las diferencias en los tipos de contrato y los beneficios asociados, no existen variaciones significativas en los niveles de felicidad en el trabajo entre los distintos grupos de profesores. <i>Conclusiones:</i> El tipo de relación no afecta el componente de felicidad en el trabajo, la muestra global de profesores evaluados dio una puntuación directa de 17,47, es decir, un rango de evaluación "Sobresaliente" de felicidad en el trabajo, así mismo, individualmente, los profesores, aunque tenían un rango de evaluación "Sobresaliente", dieron puntuaciones directas diferentes, los catedráticos puntuaron 17,84, los profesores de plantilla puntuaron 17,16 y los profesores ocasionales puntuaron 16,87.
Article info	Abstract
Keywords: Happiness at work Teachers Work climate Type of contract ECLO	<i>Background:</i> Despite this growing awareness of happiness at work, there is a lack of specific empirical research addressing this topic in the context of the Universidad de la Amazonia and its faculty. While there have been general studies on job satisfaction in the university setting, there is no solid information available on the happiness at work of the faculty at this institution. <i>Objective:</i> The objective of this research was to analyze the happiness at work of the full-time teachers, part-time and class-time of the Universidad de la Amazonia in the city of Florencia - Caquetá in the year 2024. <i>Methods:</i> The research design was non-experimental cross-sectional, with a quantitative approach. To evaluate happiness at work, the Evaluation of Work Climate in Organizations (ECLO) was applied as a psychometric instrument that measures 10 different components that directly influence work life. <i>Results:</i> The main results indicate that, despite differences in contract types and associated benefits, there is no significant variation in the levels of happiness at work among the different groups of teachers.

Conclusions: The type of relationship does not affect the happiness at work component, the overall sample of teachers evaluated gave a direct score of 17.47, that is, an “Outstanding” evaluation range of happiness at work, likewise, individually, the teachers, although they had an “Outstanding” evaluation range, gave different direct scores, the professors scored 17.84, the staff teachers scored 17.16 and the occasional teachers scored 16.87.

1. Introducción

El presente trabajo surge como respuesta a la necesidad de comprender y abordar las dimensiones de la felicidad en el trabajo entre el personal docente de la Universidad de la Amazonía (planta, ocasional y catedrático). La falta de investigación desde el punto de vista psicológico crea un vacío de conocimiento que limita la capacidad de la institución para optimizar su gestión de recursos humanos y garantizar un ambiente laboral que promueva el bienestar de los empleados.

Según [1], la felicidad en el trabajo se alcanza cuando se experimenta un estado de flujo, que es un estado de concentración total y disfrute en el que la persona se siente completamente inmersa en la tarea que está realizando. También, [2] dice que “la felicidad en el trabajo va más allá de la mera satisfacción laboral”. Propone un enfoque basado en el “bienestar auténtico”, que incluye el compromiso, las relaciones, el significado, los logros y las emociones positivas en el lugar de trabajo. Hay escasa literatura sobre la felicidad en el trabajo y casi no se ha escrito sobre la felicidad organizacional. Esta última se define como la capacidad que una organización desarrolla de manera intencionada para generar bienestar subjetivo en sus empleados y obtener una ventaja competitiva que sea difícil de replicar. Por otro lado, la felicidad en el trabajo se refiere a las acciones individuales y las relaciones que las personas establecen en su entorno laboral para mejorar su bienestar o su percepción de felicidad dentro de la organización [3].

Actualmente, el tema de felicidad en el trabajo ha cobrado relevancia, si bien es significativo para todos los trabajadores, en los docentes es más significativo, ya que su bienestar laboral puede influir directamente en la calidad educativa y el desempeño académico de los estudiantes. Elementos como el crecimiento profesional, la estabilidad, relación con los compañeros y superiores, pasan desapercibidos y que pueden llegar a ser más importantes que un salario, siendo este último uno de los pensamientos más erróneos que se tienen frente al concepto de felicidad en el trabajo. Si uno encuentra la manera de emplear con frecuencia las fortalezas características en el trabajo, y también considera que éste contribuye al bienestar general, posee una vocación. El trabajo pasa de ser un pesado medio a una gratificación. El aspecto de la felicidad que mejor se comprende durante la jornada laboral es la fluidez: sentirse totalmente a gusto con uno mismo en el trabajo [2].

Las instituciones de educación superior, como la Universidad de la Amazonia, desempeñan un papel crucial en la formación de futuras generaciones y a su vez generando conocimiento. Para cumplir con su misión y alcanzar sus objetivos, estas instituciones dependen en gran medida del desempeño de los trabajadores. Sin embargo, la satisfacción laboral y la felicidad en el trabajo del grupo de empleados son aspectos que a menudo se pasan por alto y/o no se abordan de manera adecuada. De ahí que, se formuló la siguiente pregunta ¿Cuál es el nivel de felicidad en el trabajo entre el personal docente de planta, ocasionales y catedráticos pertenecientes a la Universidad de la Amazonia de la ciudad de Florencia – Caquetá?

2. Revisión de Literatura

En Perú, [4] realizaron una investigación que lleva por título “Felicidad laboral y praxis didáctica en docentes universitarios”, teniendo como objetivo determinar la relación entre la felicidad laboral y praxis didáctica en docentes de una universidad pública peruana. Mediante un enfoque cuantitativo con una muestra de 61 docentes, la significancia obtenida de 0.000 respalda la hipótesis de que existe una relación entre la felicidad laboral y la praxis en docentes. Es relevante destacar que el valor de Rho de Spearman indica una relación moderada y positiva, con un coeficiente de 0.403. Dado que hay una conexión entre las variables estudiadas, se sugiere que la felicidad laboral y la praxis didáctica en docentes se interrelacionan de manera sinérgica, mejorando así la calidad educativa. Al comprender y promover esta relación, no solo se favorece el bienestar del docente, sino que también se enriquece la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, generando un ciclo virtuoso que fortalece el sistema educativo.

En Madrid, [5] realizaron un estudio que lleva por título “Inteligencia Emocional como Predictor de Satisfacción en Docentes de Infantil y Primaria”, como objetivo tenían realizar una descripción de la

percepción de unos docentes de la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM) sobre su satisfacción laboral y personal, así como explorar las posibles relaciones entre estos constructos y su Inteligencia Emocional Percibida (IEP). Los participantes realizaron tres (3) cuestionarios de manera autoadministrada, y posteriormente los datos fueron analizados a través de métodos descriptivos, correlacionales y de regresión lineal. Los resultados arrojaron que los evaluados mostraron un nivel medio de Satisfacción Laboral y una Felicidad Subjetiva considerada "notablemente alta"; las correlaciones entre las tres variables analizadas resultaron significativas y las ecuaciones de regresión indicaron que la IEP actúa como un predictor moderado del bienestar laboral y personal de los docentes.

Por último, en México [6] realizaron un estudio titulado "Clima y satisfacción laboral como predictores de la felicidad en el trabajo en una muestra de funcionarios del sector salud mexicano", su objetivo era analizar el impacto del clima organizacional y la satisfacción laboral en la felicidad subjetiva en el trabajo, específicamente en trabajadores de centros de salud pública en Sonora, México. Se utilizó un modelo de ecuaciones estructurales para evaluar la relación entre estas variables. Los resultados revelaron que existe una relación positiva entre la satisfacción laboral, el clima organizacional y la felicidad subjetiva, la investigación destaca que un clima laboral positivo puede mejorar la satisfacción y el bienestar de los empleados, lo que a su vez influye en su rendimiento. Así mismo, se destaca la importancia de gestionar adecuadamente estos factores para prevenir problemas de salud mental entre los trabajadores, quienes enfrentan altos niveles de estrés y agotamiento. Finalmente, concluyen que se debe fomentar un buen clima organizacional y aumentar la satisfacción laboral son estrategias clave para promover la felicidad en el trabajo, especialmente en el sector salud, donde las condiciones laborales pueden ser desafiantes.

Inicialmente, [7] realizaron un artículo de investigación que lleva por nombre "*Estudio exploratorio del nivel de felicidad en profesores universitarios: Universidad de los Llanos, Colombia*". El propósito de este estudio es identificar los niveles y aspectos que inciden en la felicidad y el trabajo de los profesionales de la Universidad de Los Llanos. Se incluyeron un total de 239 cuestionarios, teniendo en cuenta la ubicación, capacidad y tipo de trabajo. Enfoque cuantitativo e inferencial, para conocer el concepto de felicidad por parte de los docentes. En términos generales, los resultados muestran que los docentes tienen un nivel satisfactorio de felicidad y que las principales variables que contribuyen a su felicidad son los clientes (estudiantes), la familia y la espiritualidad.

Otro estudio realizado por [8] titulado "Sobre la relación entre felicidad, satisfacción laboral y compromiso organizacional docente en una institución educativa de Medellín", donde combina el análisis cualitativo, cuantitativo y correlacional sobre la felicidad experimentada por los docentes participantes, se examina su vínculo con la satisfacción en el trabajo y el compromiso con la organización. Se utilizaron tres (3) instrumentos de medición acreditados a nivel internacional, para la medición de la felicidad se utilizó el instrumento The Pemberton Happiness Index (PHI) versión en español [9], para medir la satisfacción laboral se utilizó la Escala de Satisfacción Laboral-Versión para Profesores (ESL-VP) [10], con las variables molares externas de [11] que lo complementan y para medir el compromiso organizacional docente se utilizó el Utrecht Work Engagement Scale (UWES) de Schaufeli & Bakker (2004) en su versión en español [12]. La muestra docente está compuesta por 24 docentes. Finalmente, se identificó que existe una relación significativa entre felicidad, satisfacción laboral y compromiso organizacional.

También, [13] realizaron un artículo de investigación documental que lleva por nombre "La felicidad en el trabajo: entre el placer y el sentido". Su propósito es mostrar los principales elementos de la propuesta de Martin Seligman en su libro "la auténtica felicidad", y su aporte al campo de la psicología del trabajo y las organizaciones, especialmente en términos de bienestar, satisfacción y salud mental laboral. El método utilizado es la revisión de la literatura. Los resultados muestran que el concepto de felicidad está asociado a las experiencias placenteras; sin embargo, la verdadera felicidad en el mundo del trabajo es una combinación de placer, compromiso y sentido de la actividad realizada. Los hallazgos muestran que la base de la felicidad en el trabajo es una elección personal que va más allá del proceso de felicidad.

Por último, [14] en su artículo titulado "Relación entre felicidad en el trabajo y desempeño laboral: análisis bibliométrico, evolución y tendencias" busca realizar un análisis bibliométrico, con el objetivo de identificar el progreso en la literatura acerca de la conexión entre la felicidad en el trabajo y el rendimiento laboral. Se llevaron a cabo los análisis utilizando los programas sci2 [15], gephi [16], vosviewer [17] y bibliometrix [18]. Hasta la fecha, se han publicado 404 documentos en Web of Science y 532 en Scopus. Entre los hallazgos más destacados se encuentran: los países (Estados Unidos y España), las universidades (Valencia y California), las revistas (Journal Happiness Studies y Frontiers in Psychology), así como autores en Scopus (Sonja Lyubomirsky) y en WOS (Andrés Salas). Como principal contribución, se identificó que la literatura resalta cuatro clústeres en el estudio del HPW: felicidad internacional y economía; felicidad en la vida y rendimiento; felicidad, compromiso y desempeño laboral; y enfoques

emergentes sobre la relación entre felicidad y rendimiento, coincidiendo en que la satisfacción en la vida y laboral es el constructor de felicidad más investigado.

3. Metodología

Para el desarrollo de la investigación se hizo uso del instrumento psicométrico “Evaluación del Clima Laboral en Organizaciones (ECLO)”, propiedad de la empresa [19], su método de aplicación es virtual mediante el sistema de evaluación [20], este instrumento ha sido diseñado para analizar diez (10) componentes clave que influyen directamente en el bienestar y la satisfacción de los colaboradores del cual se distribuye de la siguiente manera: comunicación, liderazgo, trabajo en equipo, cultura organizacional, recompensas, motivación, branding corporativo, employer experience (experiencia del empleado), sentido de pertenencia y felicidad en el trabajo, siendo este último el componente a analizar, al final de la evaluación se incluye una pregunta adicional denominada Net Promoter Score (NPS), la cual se realiza con el objetivo de medir la satisfacción o el nivel de recomendación de los evaluados hacia su entorno laboral. Cada uno de los componentes cuenta con un banco de 20 ítems, del cual fueron suministrados de manera aleatoria al colaborador un total de 5 ítems para cada componente permitiendo una recolección de información más completa y respetando las leyes de aleatoriedad propuestos psicométricamente para disminuir el sesgo investigativo. Los rangos de evaluación se clasifican en, óptimo, destacado, admisible, vulnerable y desfavorable, tal cual se presenta en la tabla 1.

Tabla 1 Rangos de evaluación

Valores	Puntos
Óptimo	18 - 20
Destacado	16 – 17.99
Admisible	13 – 15.99
Vulnerable	10 – 12.99
Desfavorable	5 – 9.99

Los resultados obtenidos en cada componente permitirán que la organización comprenda la percepción de los empleados sobre diversos aspectos del clima laboral. Los rangos de evaluación (óptimo, destacado, admisible, vulnerable y desfavorable) proporcionan una visión clara de las áreas de fortaleza y aquellas que requieren mejoras en el entorno de trabajo, estos valores asignados se aprecian en la tabla 2.

Tabla 2 Valores asignados por ítems

Valores	Puntos
S (Siempre)	4
VV (Varias Veces)	3
PC (Pocas Veces)	2
N (Nunca)	1

El componente felicidad en el trabajo puede alcanzar un puntaje máximo de 20 puntos, sumando los valores de los 5 ítems, estos valores se presentan en la tabla 3.

Tabla 3 Valores asignados del ítem NPS

Valores	Puntos
Promotores	9 – 10
Pasivos	7 – 8
Detractores	0 – 6

4. Resultados

El realizar un análisis comparativo de la felicidad en el trabajo entre el personal docente, aborda problemáticas actuales en el ámbito organizacional, ya que las investigaciones sobre el tema en la región son escasas, de manera que se genere acción en la institución, que permitirá identificar a la población docente que presentan bajos niveles de felicidad laboral sin tener que llegar a afectar la calidad de vida de los trabajadores y tener un impacto directo en la productividad.

Además, al tratar este tema, se busca identificar los factores que contribuyan a la felicidad en el trabajo, que no necesariamente es debido al tipo de vinculación sino por el ejercicio laboral en sí,

desprendiéndose un poco del pensamiento de que por tener cierto tipo de contratación se es más o menos feliz.

Si la profesión docente tiene un fuerte componente moral, si exige un compromiso activo y positivo con las nuevas generaciones, si ha de contribuir a la felicidad de los alumnos, si ha de mantener el optimismo y la esperanza en el futuro de las nuevas generaciones y de la humanidad, no queda más remedio que admitir que el agente de esta actividad, el profesor, ha de sentirse partícipe de este proyecto y, en consecuencia, ha de vivir y transmitir una cierta forma de felicidad en su actividad docente. Y sólo puede sentirse feliz en su trabajo si le gusta, si se siente satisfecho con él, si encuentra sentido a la educación de sus alumnos. [21].

Avanzando en el tema, la cantidad de encuestados obtenidos que son 214 docentes, aunque inferior a la meta inicial de 382, es representativa de aquellos miembros de la comunidad universitaria interesados en participar y su selección a través de una selección al azar [22]. Dada la naturaleza voluntaria de la encuesta y la comunicación realizada a través de correo electrónico y número personal, se considera que los datos recopilados ofrecen una visión valiosa sobre las percepciones del personal.

En la primera tabla 4 se representa el muestreo poblacional, el número de población participante, el grupo poblacional objetivo y el total de encuestas obtenidas.

Tabla 4 Muestreo poblacional

Categoría	Población	Muestra Poblacional	Encuestados obtenidos
Docentes de planta	101	80	26
Docentes ocasionales	173	119	72
Docentes catedráticos	349	183	116
Total	623	382	214

El análisis de la felicidad laboral en los docentes de la Universidad de la Amazonia se centra en evaluar su bienestar y satisfacción en el entorno de trabajo. Este estudio es fundamental para comprender cómo los distintos factores del ambiente laboral influyen en la percepción de felicidad de los docentes, lo que a su vez puede tener un impacto significativo en su rendimiento, motivación y en la calidad de la educación que brindan. Basándonos en los resultados obtenidos de la prueba ECLO, específicamente en el componente de felicidad en el trabajo, en la tabla 5 se presenta la matriz de resultados.

Tabla 5 Matriz general de resultados en felicidad laboral de docentes en la Universidad de la Amazonia

Resultados	General	Docentes de Planta	Docentes Ocasionales	Docentes Catedráticos
Óptimo	44%	36%	36.6%	45.4%
Destacado	35.4%	40%	29.6%	40.7%
Admisible	17.6%	24%	29.6%	13.9%
Vulnerable	2.0%		2.8%	
Desfavorable	1.0%		1.4%	
Total, por componente	17.47% Destacado	17.16% Destacado	16.87% Destacado	17.84% Destacado

Para comparar los niveles de felicidad laboral entre los docentes de planta, ocasionales y catedráticos de la Universidad de la Amazonia, es útil observar cómo se distribuyen los resultados en las diferentes categorías de felicidad: “Óptimo”, “Destacado”, “Admisible”, “Vulnerable”, y “Desfavorable”.

- Docentes de Planta: Aunque tienen un porcentaje menor en la categoría “Óptimo” (36%) en comparación con los docentes ocasionales (36.6%) y catedráticos (45.4%), los docentes de planta tienen un porcentaje mayor en la categoría “Destacado” (40%) en comparación con los docentes

ocasionales (29.6%). Esto podría indicar que, aunque los docentes de planta no alcanzan el nivel más alto de felicidad laboral (“Óptimo”) con la misma frecuencia, una mayor proporción de ellos se encuentra en un nivel positivo general (“Destacado”).

- Docentes Ocasionales: Tienen un nivel ligeramente superior en la categoría “Óptimo” (36.6%) comparado con los docentes de planta (36%), pero son superados significativamente por los catedráticos (45.4%). Sin embargo, tienen un porcentaje considerable en la categoría “Admisible” (29.6%), lo que sugiere que una parte significativa de este grupo no experimenta niveles tan altos de felicidad laboral como los otros grupos.
- Docentes Catedráticos: Presentan el porcentaje más alto en la categoría “Óptimo” (45.4%), lo que sugiere que este grupo es el más feliz laboralmente. También tienen el porcentaje más bajo en la categoría “Admisible” (13.9%), indicando que menos docentes catedráticos se encuentran en un nivel medio de satisfacción.

A pesar de que los docentes de planta muestran un nivel de felicidad laboral ligeramente superior al de los docentes ocasionales, la diferencia es mínima, siendo apenas del 0.6% (36% en docentes de planta frente a 36.6% en docentes ocasionales en la categoría “Óptimo”). Esta diferencia tan reducida no es lo suficientemente significativa como para concluir de manera contundente que los docentes de planta son considerablemente más felices que los docentes ocasionales.

En cambio, al comparar los niveles de felicidad laboral de los docentes de planta con los de los docentes catedráticos, la diferencia es más notable. Los docentes catedráticos tienen un 45.4% en la categoría “Óptimo”, lo cual representa una diferencia del 9.4% en comparación con los docentes de planta y un 8.8% en comparación con los docentes ocasionales. Esta diferencia más amplia sugiere que los docentes catedráticos experimentan niveles de felicidad laboral más elevados que los otros grupos. Por lo tanto, mientras que la diferencia en felicidad laboral entre docentes de planta y ocasionales es mínima y no significativa, la diferencia entre docentes de planta y catedráticos es mayor y más destacada.

Este análisis tiene importantes implicaciones para la gestión y las políticas de recursos humanos de la Universidad de la Amazonia. La universidad podría considerar políticas que promuevan la estabilidad y felicidad laboral entre todos los grupos de docentes, especialmente para los docentes ocasionales que muestran una mayor variabilidad en sus niveles de felicidad laboral.

Como resultado, aunque existen algunas diferencias en los niveles de felicidad laboral entre los distintos grupos de docentes en la Universidad de la Amazonia, estas diferencias no son lo suficientemente significativas para hacer afirmaciones contundentes, especialmente entre docentes de planta y ocasionales. Sin embargo, las diferencias más marcadas entre los docentes de planta y los catedráticos sugieren que no importa el tipo de contratación tenga el evaluado, esto no determina el nivel de felicidad laboral en el trabajador.

4.1. Análisis Encuesta Net Promoter Score

Al final de la prueba ECLO, se incluye una pregunta adicional (¿Recomendaría esta empresa a familiares y amigos como un buen lugar para trabajar?), con una escala tipo Likert, denominada Net Promoter Score (NPS) en la cual los participantes calificaron de 0 a 10 a la Universidad de la Amazonia. Este término fue acuñado por [23], el cual, tiene como objetivo medir la satisfacción de los clientes y evaluar la probabilidad de que estos recomienden la empresa, marca, producto o servicio a otros. Así mismo, [24], nos habla de cómo los resultados se clasifican en tres (3) categorías, permitiendo calcular el resultado:

- Promotores: Son aquellos participantes que calificaron su experiencia con puntajes altos (9 o 10 en la escala Likert). Estos individuos están altamente satisfechos y es probable que hablen positivamente de su entorno laboral.
- Pasivos: Son los encuestados que dieron una calificación media (7 u 8 puntos). Estos participantes están satisfechos, pero no tan entusiasmados como los Promotores. No son considerados negativos, pero tampoco son activamente positivos.
- Detractores: Estos son los participantes que calificaron su experiencia con puntajes bajos (0 a 6 puntos). Estos trabajadores se muestran insatisfechos y pueden influir negativamente en la percepción del entorno laboral.

A continuación, en la tabla 6 se presentan los resultados NPS.

Tabla 6 Resultados NPS general de la Universidad de la Amazonia

Resultados	General	Docentes de planta	Docentes ocasionales	Docentes catedráticos
Promotores	75.2%	64%	73.2%	81.48%
Pasivos	19.6%	32%	19.7%	18.5%
Detractores	5.2%	4%	7%	0%
Total, NPS	70%	60%	66.20%	81.42%

De este modo, se evidencia que en general, el 75.2% de los encuestados son Promotores, entre los diferentes tipos de docentes, los catedráticos tienen el mayor porcentaje de Promotores (81.48%), seguidos por los docentes ocasionales (73.2%) y los docentes de planta (64%).

El porcentaje general de pasivos arroja un valor del 19.6%, invirtiéndose el orden, donde ahora son los docentes de planta (32%) quienes tienen el mayor puntaje y los docentes catedráticos (18.5%) quienes tienen el puntaje más bajo.

Finalmente, el puntaje general de los detractores es de 5.2%, los docentes ocasionales tienen el mayor porcentaje de detractores (7%), de segundo los docentes de planta (4) y los docentes catedráticos (0%) no presenta detractores.

5. Discusión

Una vez analizado los puntajes directos que arrojó el personal docente de la Universidad de la Amazonia, se tomaron otras investigaciones como puntos de referencia para el estudio comparativo, donde se encuentra congruencia con esta investigación.

Así mismo, el estudio realizado por [7], donde realizaron un artículo de investigación que lleva por nombre “Estudio exploratorio del nivel de felicidad en profesores universitarios: Universidad de los Llanos, Colombia”, donde buscaban conocer el nivel y los aspectos que influyen en la felicidad laboral de los docentes de la Universidad de los Llanos, llegaron a la conclusión de que, sin importar su estado civil, el sexo, nivel de educación y el tipo de contratación se sienten felices en su trabajo, coincidiendo en que sus docentes catedráticos y de planta tienen un mejor nivel de felicidad respecto a los ocasionales, sus resultados se encuentran en un nivel satisfactorio de acuerdo con la escala de interpretación, además, de sus seis (6) variables: estudiantes, clima laboral, familia, aspectos laborales, situación económica y espiritual sus principales variables que contribuyen a su felicidad son los estudiantes, familia y espiritualidad.

Finalmente, el artículo de investigación realizado por [13], el cual realizaron un artículo de investigación documental que lleva por nombre “La felicidad en el trabajo: entre el placer y el sentido”, donde mediante una investigación documental basados en el libro La Auténtica Felicidad del autor Martin Seligman, en el cual a pesar de que no es un estudio cuantitativo, muestra hallazgos que la base de la felicidad en el trabajo es una elección personal que va más allá del placer, como concluyen en su estudio:

Pero la felicidad tiene que ver, desde nuestro punto de vista, más con el ser que con el tener. En este sentido, no es lo mismo tener un trabajo que ser feliz en el trabajo o sentirse feliz con el trabajo realizado.

6. Conclusiones

De acuerdo con nuestra investigación se concluye que la muestra general de docentes evaluados dio un puntaje directo de 17.47, es decir, un rango de evaluación “Destacado” de felicidad en el trabajo, así mismo, de forma individual, los docentes, aunque tuvieron un rango de evaluación “Destacado”, arrojaron diferentes puntajes directos, los docentes de planta puntuaron 17.16, los docentes ocasionales puntuaron 16.87 y los docentes catedráticos puntuaron 17.84. Como resultado de lo anterior, se encontró que el tipo de vinculación no incide en el componente de felicidad en el trabajo, donde los docentes catedráticos quienes tienen un tipo de contratación a término fijo (no mayor a 4 meses), fueron quienes reflejaron un mayor puntaje directo, mientras que los docentes de planta quienes tienen un tipo de contratación a tiempo completo (trabajo permanente) quedaron de segundos.

Así mismo, se concluye que existe diferencia entre los niveles de felicidad de los docentes, representados mediante diferencias estadísticas, que, aunque no reflejan una diferencia significativa, igualmente existe una diferencia porcentual.

Por otro lado, el desarrollo de esta investigación brinda aportes tanto teóricos como prácticos. No solo abordó la brecha de conocimiento existente, sino que también brinda información valiosa sobre este instrumento válido para medir la felicidad en el trabajo en el ámbito universitario. Este estudio permitió evaluar el componente de felicidad en el trabajo de una población específica, revelando hallazgos significativos para la literatura y sentando las bases para futuras investigaciones.

Finalmente, los resultados de la encuesta NPS, se puede concluir:

- La mayoría de los docentes, en todas las categorías, se identifican como Promotores, lo que indica un alto nivel de satisfacción y una actitud positiva hacia su entorno laboral. Esto se refleja en un NPS positivo en todos los grupos.
- Los docentes catedráticos muestran el mayor nivel de satisfacción con un NPS de 81.42, lo cual sugiere que este grupo percibe su entorno laboral de manera muy favorable. Este grupo también tiene el mayor porcentaje de Promotores (81.48%) y ningún detractor, lo que refuerza la percepción positiva.
- Aunque todos los grupos muestran niveles de satisfacción positiva, los docentes de planta tienen el NPS más bajo (60) y el porcentaje más alto de pasivos (32%). Esto podría indicar una baja satisfacción o felicidad laboral.
- A pesar de que se podría esperar que los docentes de planta, debido a la estabilidad de su contrato laboral fijo, sean más felices y, por lo tanto, recomienden más trabajar en la Universidad de la Amazonia, los resultados de la encuesta muestran lo contrario. Este grupo tiene el menor porcentaje de Promotores (64%) y el NPS más bajo (60) en comparación con los docentes ocasionales y catedráticos. Esta discrepancia sugiere que, a pesar de la seguridad laboral, otros factores podrían estar influyendo negativamente en su percepción del entorno de trabajo.

Como en cualquier otra investigación, tuvimos una limitación, que debemos mencionar para que en futuras investigaciones se tenga en cuenta.

Se evidencio poca disposición a participar dada la cantidad de evaluados, para la fecha de la realización de la investigación, la universidad cuenta con un total de 623 docentes, los cuales se dividen en 101 docentes de planta, 173 docentes ocasionales y 349 docentes catedráticos; inicialmente se eligieron solo los docentes de planta y ocasionales, para un total de 274 docentes, de ellos solo respondieron 26 docentes de planta y 72 docentes ocasionales, por ello, para su versión final se añadieron los docentes catedráticos a la investigación, del cual solo respondieron 116, para un total de 214 docentes encuestados, pese a no alcanzar el número de muestra deseado, se mantiene un nivel de confiabilidad aceptable del estudio, ya que se realizaron otros procedimientos, “Los procedimientos más utilizados para determinar la confiabilidad mediante un coeficiente son: 1) medida de estabilidad (confiabilidad por test-retest), 2) método de formas alternativas o paralelas, 3) método de mitades partidas (split-halves) y 4) medidas de consistencia interna” [25] dando una estabilidad al estudio.

Por otro lado, se recomienda profundizar las variables que afectan la felicidad laboral, como el equilibrio entre la vida personal y profesional, las oportunidades de crecimiento y desarrollo, el reconocimiento laboral, el clima organizacional, entre otros. Esto ayudaría a identificar áreas específicas de mejora para aumentar la felicidad y lealtad de los docentes de la Universidad de la Amazonia.

Así mismo, también se debe tener en cuenta el tiempo de labor que llevan los docentes en la Universidad, es decir, su antigüedad, ya que puede estar influyendo en ellos, el estar acostumbrados a un ritmo de trabajo. Por ejemplo, a pesar de que un docente es catedrático (contrato termino fijo no mayor a 4 meses) no quiere decir que no lleva trabajando en la Universidad alrededor de 1 o más años.

Finalmente, se recomienda implementar evaluaciones periódicas y seguimiento a sus resultados, así mismo, generar un programa donde se reconozca el buen desempeño y motivación, reforzando el lazo entre los docentes y la universidad. Esto se verá reflejado en el rendimiento académico de los estudiantes

8. Referencias

[1] M. Csikszentmihalyi, *Fluir (Flow) Una psicología de la felicidad*, Barcelona: Kairós, 1996.

-
- [2] M. Seligman, *La Auténtica Felicidad*, Barcelona: Ediciones B, S.A, 2003.
- [3] I. Fernández, *Felicidad organizacional: Cómo construir felicidad en el trabajo*, Santiago, Chile: B Chile, 2015.
- [4] W. E. Valverde Alva, «Felicidad laboral y praxis didáctica en docentes universitarios,» *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas*, vol. 4, n° 1, pp. 22 - 28, 2024.
- [5] B. García Domingo y J. QuintanalDíaz, «Inteligencia Emocional como Predictor de Satisfacción en Docentes de Infantil y Primaria,» *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educació (REICE)*, vol. 20, n° 4, pp. 51 - 68, 2022.
- [6] O. S. Federico Valle, F. J. Díaz Pincheira y M. E. Carrasco Garcés, «Clima y satisfacción laboral como predictores de la felicidad en el trabajo en una muestra de funcionarios del sector salud mexicano,» *Contaduría y Administración*, vol. 69, n° 4, pp. 231 - 253, 2023.
- [7] D. Torres Flórez, Y. Y. Castañeda Romero and W. F. Salgado Cifuentes, "Estudio exploratorio del nivel de felicidad en profesores universitarios: Universidad de los Llanos, Colombia," *Praxis*, vol. 19, no. 1, pp. 56 - 68, 2023.
- [8] A. L. Rodríguez Leudo y V. Raga Rosaleny, «Sobre la relación entre felicidad, satisfacción laboral y compromiso organizacional docente en una institución educativa de Medellín,» *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, vol. 17, n° 2, pp. 117 - 142, 2021.
- [9] G. Hervás y C. Vázquez, «Construction and validation of a measure of integrative well-being in seven languages: The Pemberton Happiness Index,» *Health and Quality of Life Outcomes*, vol. 11, n° 1, p. 66, 2013.
- [10] D. Anaya Nieto y J. M. Suárez Riveiro, «Satisfacción laboral de los profesores de Educación Infantil, Primaria y Secundaria. Un estudio de ámbito nacional,» *Revista de Educación*, n° 344, pp. 217 - 243, 2007.
- [11] D. Anaya Nieto y E. López Martín, «Satisfacción laboral del profesorado de educación secundaria,» *Revista de Investigación Educativa*, vol. 33, n° 2, pp. 435 - 452, 2015.
- [12] H. Valdez Bonilla y C. Ron Murguía, «Escala Utrecht de Engagement en el Trabajo,» 2011. [En línea]. Available: https://www.wilmarschaufeli.nl/publications/Schaufeli/Test%20Manuals/Test_manual_UWES_Espanol.pdf.
- [13] N. R. Porras Velásquez y L. C. Parra D'aleman, «La felicidad en el trabajo: entre el placer y el sentido,» *Equidad y Desarrollo*, vol. 1, n° 34, 2019.
- [14] P. A. Erazo Muñoz y M. I. Riaño Casallas, «Relación entre felicidad en el trabajo y desempeño laboral: análisis bibliométrico, evolución y tendencias,» *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, n° 64, pp. 241 - 280, 2021.
- [15] D. M. Lewis y K. M. Alpi, «Bibliometric Network Analysis and Visualization for Serials Librarians: An Introduction to Sci2,» *Serials Review*, vol. 43, n° 3 - 4, pp. 239 - 245, 2017.
- [16] M. Bastian, S. Heymann y M. Jacomy, «Gephi : An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks,» *International Conference on Web and Social Media (ICWSM)*, vol. 3, n° 1, pp. 361 - 362, 2009.
- [17] U. A. Bukar, M. S. Sayeed, S. F. A. Razak, S. Yogarayan, O. A. Amodu y R. A. R. Mahmood, «A method for analyzing text using VOSviewer,» *MethodsX*, vol. 11, n° 102 - 339, 2023.
- [18] M. Aria y C. Cuccurullo, «bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis,» *Journal of Informetrics*, vol. 11, n° 4, pp. 959 - 975, 2017.
- [19] *Proyectando líderes Consultores RH*, «Proyectando líderes, Consultorio Psicológico, Consultorias SGSST,» 2022. [En línea]. Available: <https://proyectandolideres.org/>.
- [20] *MiGeSSTion*, «Sistema de Evaluación de Riesgo Psicosocial,» 2021. [En línea]. Available: <https://migesstion.com/>.
- [21] Á. Marchesi Ullastres, *Sobre el bienestar de los docentes: Competencias, emociones y valores*, Madrid: Alianza, 2007.
- [22] T. Otzen y C. Manterola, «Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio,» *International Journal of Morphology*, vol. 35, n° 1, pp. 227 - 232, 2017.
- [23] F. F. Reichheld, «The One Number You Need to Grow,» *Harvard Business Review*, vol. 81, 12 2003.
- [24] X. M. P. E. Experience, «qualtrics,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.qualtrics.com/es/gestion-de-la-experiencia/cliente/net-promoter-score/>.
- [25] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado and M. d. P. Baptista Lucio, *Metodología de la Investigación Sexta Edición*, México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V, 2014.

Research Type (Original)

Impacto de la actividad física como detonante o regulador de los niveles de estrés laboral en los profesionales universitarios de la alcaldía de Florencia Caquetá

Paula Gisela Perdomo Semanate¹, Karen Tatiana Cabrera Acosta², Hernan Romero-Reyes^{3*}

^{1,2,3} Universidad de la Amazonia, Florencia, Colombia

Autor correspondal: he.romero@udla.edu.co

Información del artículo	Resumen
Palabras clave: Actividad física Estrés laboral. Salud mental. Profesionales universitarios. Salud física.	<i>Antecedentes:</i> El estrés laboral es una de las grandes problemáticas que los empleados presentan en sus lugares de trabajo, convirtiéndose en una razón por la cual las empresas se han interesado en estudiar, contemplando tener una perspectiva integral en donde cobra importancia la salud física y mental de los trabajadores, pero también el desarrollo y rendimiento de las empresas. <i>Objetivo:</i> La presente investigación tiene como objetivo determinar el impacto que tiene la actividad física como detonante o regulador sobre los niveles de estrés laboral en los profesionales universitarios de la Alcaldía de Florencia Caquetá. <i>Métodos:</i> El estudio se desarrolló bajo la metodología cuantitativa con enfoque descriptivo de corte transversal. Para la recolección de datos se empleó la Escala de Estrés Laborales de Gray-Toft y Col para evaluar el nivel de estrés en los trabajadores, junto con el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) para medir su nivel de actividad física. <i>Resultados:</i> Los resultados obtenidos sugieren que la mayor cantidad de personas que presentan un nivel de estrés independientemente de la clasificación (ausencia de estrés, nivel mínimo, nivel manejable y elevado estrés), presentan un nivel bajo de actividad física, y que a medida que va aumentando el nivel de actividad física, disminuye la cantidad de personas con relación a sus niveles de estrés. <i>Conclusiones:</i> Se puede concluir que la actividad física si influye dentro de los niveles de estrés laboral de los trabajadores, sin embargo, a la hora de analizar las correlaciones y de forma general, es baja.
Article info	Abstract
Keywords: Physical activity Stress at work. Mental health. University professionals. Physical health.	<i>Background:</i> Work-related stress is one of the major problems that employees present in their workplaces, becoming a reason why companies have become interested in studying it, contemplating having an integral perspective where the physical and mental health of the workers becomes important, but also the development and performance of the companies. <i>Objective:</i> The aim of this research is to determine the impact of physical activity as a trigger or regulator on the levels of work-related stress in university professionals of the Florencia Caquetá City Council. <i>Methods:</i> The study was developed under the quantitative methodology with a descriptive cross-sectional approach. For data collection, the Gray-Toft et al. Job Stressors Scale was used to assess the level of stress in workers, together with the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) to measure their level of physical activity. <i>Results:</i> The results obtained suggest that the greatest number of people who present a level of stress regardless of the classification (no stress, minimal level, manageable level and high stress), present a low level of physical activity, and that as the level of physical activity increases, the number of people in relation to their stress levels decreases. <i>Conclusions:</i> It can be concluded that physical activity does have an influence on the levels of work-related stress of the workers, however, when analysing the correlations and in general, it is low.

1. Introducción

El estrés laboral se ha convertido en una constante preocupación en la sociedad actual, principalmente debido al aumento de las demandas y presiones a las que se enfrentan las personas dentro de sus entornos laborales. Este fenómeno no solo afecta la productividad y el rendimiento laboral de los empleadores, sino que también, tiene consecuencias perjudiciales para su salud física y el bienestar psicológico [1].

Además, el Gobierno Nacional con la creación de la tabla de Riesgos laborales según el decreto 1477 de 2014 por medio del Ministerio de Trabajo, en el apartado 4 expone los agentes de riesgos psicosociales, donde los síntomas de estrés pueden manifestarse en diversas formas, incluyendo diagnósticos de trastornos, agotamiento emocional y problemas de salud física, lo que sugiere la importancia de abordar esta problemática de manera efectiva [2], también, se menciona la ley 1616 de 2013, Atención Integral en Salud Mental en el ámbito del Sistema General de Seguridad Social en Salud [3].

En este contexto, se han identificado diversas estrategias que permiten mitigar los efectos negativos que genera el estrés, siendo la actividad física una de las opciones más viables. Para muchas personas, el ejercicio regular puede actuar como un regulador del estrés, ayudando a liberar tensiones acumuladas y promoviendo una sensación de bienestar. La actividad física no solo facilita la producción de endorfinas, que son hormonas que mejoran el estado de ánimo, sino que también proporciona un espacio para la desconexión y la relajación, aspectos que son relevantes para contrarrestar esa presión laboral [4]. Sin embargo, es fundamental reconocer que este efecto no es universal; mientras que algunas personas experimentan beneficios significativos, otras pueden sentir que el ejercicio, genera un mayor agotamiento y cansancio. Esta respuesta depende de múltiples factores, como el tipo de actividad física, la intensidad del ejercicio y el contexto individual de cada trabajador. Por lo tanto, es importante tener en cuenta que la actividad física puede resultar contraproducente para algunos, aumentando la sensación de fatiga y estrés en lugar de reducirla [5].

La presente investigación analizó el impacto de la actividad física como un potencial regulador de los niveles de estrés en el contexto laboral. A través de esta investigación, se evaluó cómo la práctica de ejercicio influye en los profesionales universitarios de la Alcaldía de Florencia, Caquetá. Los resultados obtenidos permiten comprender la incidencia de la actividad física en la gestión del estrés laboral, destacando sus beneficios y sus limitaciones. Este análisis proporciona información valiosa que puede ser utilizada para desarrollar estrategias efectivas que promuevan el bienestar psicológico en el ámbito laboral, y de este modo, se busca no solo mejorar la salud mental de los empleados, sino también optimizar su rendimiento en el lugar de trabajo.

2. Revisión de Literatura

A nivel internacional se destaca la investigación realizada por Obregón [6] denominada “Propuesta de investigación para la implementación de un Programa de Activación Física para disminuir el Estrés Laboral en docentes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)”. Un trabajo que tiene como finalidad contribuir a la disminución del estrés laboral de los docentes de la ESPOCH. Por lo cual la investigadora definió al estudio de tipo analítico-sintético y deductivo-inductivo, utilizando encuestas a los docentes de la ESPOCH para indagar acerca de las manifestaciones del estrés laboral que ellos experimentan, entrevista en profundidad a los docentes de la ESPOCH con la finalidad de clarificar sus vivencias laborales condicionantes del estrés laboral y la técnica de Historia de Vida, para ahondar en las particularidades y especificidades individuales del estrés laboral en cada uno de los docentes y las vías más propicias para salir del estrés laboral. La investigadora encontró que los docentes se encuentran desanimados, faltos de motivación por su trabajo, inmersos en tareas administrativas que ocupan la mayor parte de su tiempo y de su mente, se resta importancia a la labor académica y realmente las funciones del docente no se cumplen a cabalidad, el docente en este contexto no puede ejercer una influencia educativa benéfica en sus estudiantes. De este modo, Obregón concluyó que el estrés no solo afecta al docente, sino también al alumno, su aprendizaje y el medio en el que se está desarrollando, generan un descontrol que deteriora la calidad de vida laboral, personal, física y mental.

A nivel nacional, destaca la investigación realizada García et.al [7] denominada “Impacto del estrés laboral en la institución financiera cooperativa FAVI de la universidad tecnológica de Pereira”. Un estudio que tiene como fin medir el estrés laboral de la Institución Financiera Cooperativa FAVI y dar a conocer al gerente, secretarías y demás funcionarios los agentes de amenaza a los que están diariamente expuestos. Por lo que los autores definieron el estudio de tipo empírico analítico, no experimental y descriptivo evaluativo, utilizando encuestas, reuniones de sensibilización y una prueba validada para medir

el riesgo psicosocial y sensibilidad al estrés. Los autores encontraron que uno de los factores psicosociales a analizar es el de las relaciones humanas ya que un 50% de los miembros piensa que este es alto. Por lo tanto, García et.al concluyen que el estrés es uno de los causantes directos e indirectos de las enfermedades coronarias, pulmonares, la cirrosis, el suicidio y día tras día se confirman los efectos adversos del estrés; el objetivo no consiste en escapar a él, sino en aprender como canalizarlo y controlarlo, además, dentro del ámbito laboral es necesario realizar los cambios necesarios para eliminar los factores estresores laborales.

A nivel regional, destaca la investigación realizada por Torres et.al [8] titulada “Influencia de los niveles de estrés en el desempeño laboral de los colaboradores del Almacén Sandraagro en el departamento Caquetá”. Una investigación que tiene como propósito explicar la influencia de los niveles de estrés en el desempeño laboral de los colaboradores del Almacén Sandraagro de la ciudad de San Vicente del Caguán Caquetá. Por lo cual, los investigadores definieron al estudio de tipo descriptivo y enfoque cuantitativo, utilizando un cuestionario para la evaluación del estrés y una evaluación del desempeño laboral. Los investigadores encontraron que, en el cuestionario de estrés, más de la mitad de los datos se agrupan en Alto con un 40 % y Muy alto con un 33 %, mientras que el nivel medio tiene un 27 %. Los niveles de estrés dentro de los colaboradores de la empresa Sandraagro son predominantemente Altos. Por consiguiente, Torres, Colorado & Gaviria concluyeron que los colaboradores de la empresa Sandraagro en su totalidad, tantos cargos jefes profesionales y técnicos presentan niveles medios y Muy Altos de estrés, mostrando una diferencia en los cargos operativos y auxiliares, que reflejan un nivel de estrés con tendencia predominante de alto y muy altos. Entre ellos las mujeres muestra un porcentaje mayor de altos y muy alto niveles de estrés a diferencia que los hombres, que presentan niveles medios y altos.

3. Metodología

Esta investigación está guiada bajo un enfoque de tipo cuantitativo. Además, es un estudio descriptivo de corte transversal, ya que, según Sampieri, et.al [9] “se utiliza la recolección y análisis de datos en un momento único para responder a la pregunta de investigación”, en este estudio sería el impacto que tiene la Actividad Física en el Estrés Laboral.

3.1. Población y muestra

La población es “el conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación” y la muestra “es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación” [10]. Por tal motivo, la Alcaldía de Florencia – Caquetá está compuesta por un total de 304 empleados, siendo 176 la población perteneciente a todas las dependencias.

En tal sentido, se utilizó la técnica de muestreo probabilístico [11] para la selección aleatoria de los participantes, con un nivel de confianza del 94% y un nivel de error del 5%, por consiguiente, la muestra estará representada por 102 profesionales universitarios de las 13 secretarías y demás oficinas asesoras de la Alcaldía de Florencia Caquetá, a quienes se aplicarán los siguientes instrumentos.

3.2. Pruebas y/o instrumentos

En la presente investigación se aplicará el instrumento de evaluación psicológica Escala de estresores laborales de Gray-Toft y Col, compuesta por 48 ítems con escala ordinal tipo Likert de frecuencia, donde sus categorías de respuesta son: nunca (0), alguna vez (1), frecuentemente (2), muy frecuentemente (3); la validez de contenido fue respaldada por expertos en el área que revisaron el instrumento para asegurar que cubriera los principales factores que podrían contribuir al estrés laboral y los estudios reportan coeficientes alfa de Cronbach que indican una buena consistencia interna. En general, los valores de alfa oscilan entre 0.80 y 0.90, lo que sugiere que las diferentes dimensiones de la escala están adecuadamente interrelacionadas [12].

De igual manera, se aplicará el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), el cual es utilizado para medir el nivel de actividad física en una persona. El IPAQ en su versión corta consta de 7 preguntas. Centrado principalmente en la cantidad de tiempo que se pasa realizando algún tipo de actividad física en general. Este cuestionario se clasifica de forma categórica, en bajo, moderado o alto mediante la distribución de los niveles de actividad física. El IPAQ ha sido validado en diversas poblaciones y contextos culturales de Latinoamérica, lo que indica que cubre adecuadamente las diferentes formas de actividad física y es aplicable en distintos entornos; y los coeficientes alfa de Cronbach del IPAQ son generalmente altos, lo que sugiere una buena consistencia interna del instrumento. Los valores de alfa varían, pero suelen oscilar entre 0.7 y 0.9 [13].

4. Resultados

4.1. Resultados de Escala de Estresores Laborales de Gray-Toft y Col

La tabla 1 muestra la clasificación que los autores Gray-Toft y Col les han dado a los niveles de estrés laboral presentados en la prueba Escala de Estresores Laborales para su posterior interpretación, siendo así ausencia de estrés de 1 a 25 puntos, nivel mínimo de estrés 26 a 43 puntos, estrés manejable 44 a 57 puntos, elevado nivel de estrés 58 a 74 puntos, nivel alto de estrés 75 a 85 puntos y muy alto nivel de estrés 86 a 100 puntos; además, se incluyó el criterio de Invalidada que corresponde a aquellas pruebas que no fueron contestadas de la forma correcta.

Tabla 7 Clasificación de los niveles de estrés laboral para su interpretación

Escala	Estresores Laborales
1 a 25	Ausencia de estrés
26 a 43	Nivel mínimo de estrés
44 a 57	Estrés manejable
58 a 74	Elevado nivel de estrés
75 a 85	Nivel alto de estrés
86 a 100	Muy alto nivel de estrés
00	Invalidada

Por otra parte, y basado en esta escala se clasificó a cada uno de los usuarios de la Alcaldía basado en los puntajes globales obtenidos a la hora de aplicar los instrumentos de Gray Toft y Col tal como se muestran en la tabla 2.

Tabla 8 Clasificación por usuario y puntaje en la escala de estresores laborales

Usuario	Puntaje	Usuario	Puntaje	Usuario	Puntaje
1.	33	35.	33	69.	58
2.	31	36.	33	70.	56
3.	37	37.	27	71.	45
4.	72	38.	57	72.	56
5.	66	39.	61	73.	31
6.	54	40.	54	74.	54
7.	55	41.	50	75.	56
8.	48	42.	44	76.	68
9.	46	43.	40	77.	50
10.	36	44.	27	78.	42
11.	38	45.	59	79.	36
12.	46	46.	44	80.	30
13.	41	47.	48	81.	52
14.	58	48.	52	82.	33
15.	56	49.	31	83.	31
16.	58	50.	68	84.	29
17.	62	51.	00	85.	66
18.	58	52.	00	86.	30
19.	29	53.	46	87.	24
20.	49	54.	45	88.	26
21.	00	55.	36	89.	35
22.	38	56.	46	90.	40
23.	49	57.	53	91.	37
24.	44	58.	29	92.	54

25.	37	59.	44	93.	74
26.	37	60.	36	94.	51
27.	32	61.	61	95.	42
28.	71	62.	48	96.	43
29.	32	63.	50	97.	61
30.	39	64.	48	98.	47
31.	50	65.	43	99.	38
32.	73	66.	32	100.	00
33.	35	67.	47	101.	38
34.	37	68.	00	102.	00

La fig. 1 muestra los porcentajes obtenidos en los resultados de la escala de Estresores Laborales de Gray Toft y Col, teniendo como un 100% inicial a 102 profesionales universitarios pertenecientes a las diferentes dependencias de la Alcaldía Municipal de Florencia Caquetá, pero, considerando que un 6,86% corresponden a pruebas invalidadas debido a diferentes situaciones que se presentaron como ausencia del trabajador y poca participación de los mismos, los cuales no se representan dentro de la gráfica; por lo tanto, el 100% de la muestra se reduce a 95 profesionales universitarios, siendo así el 1% de la muestra correspondiente al nivel de ausencia de estrés, 19% elevado nivel de estrés, 37% estrés manejable, 43% nivel mínimo de estrés, 0% nivel alto de estrés y 0% muy alto nivel de estrés.

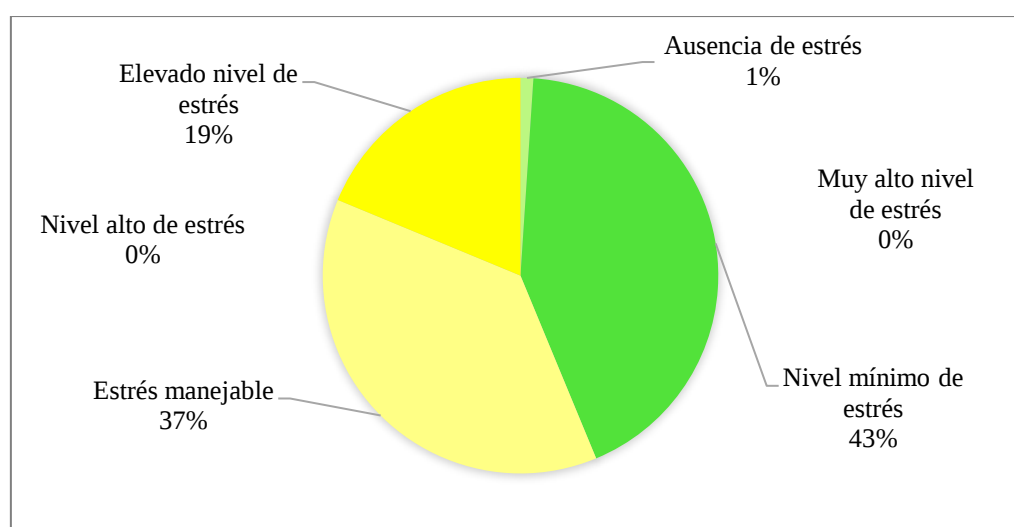


Fig. 16 Porcentajes de la Escala de Estresores Laborales de Gray Toft y Col.

4.2 Resultados de Cuestionario Internacional de Actividad Física IPAQ

La tabla 3 permite identificar la clasificación de los niveles de actividad física del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), el cual es un instrumento con validez y confiabilidad que permite la evaluación de personas entre 18 y 69 años. Esta prueba se clasifica de 0 a 600 puntos como bajo nivel de actividad física, de 601 a 1499 puntos moderado nivel de actividad física y de 1500 a 3000 puntos alto nivel de actividad física; de igual forma se incluyó el criterio de Invalidada que corresponde a aquellas pruebas que no fueron realizadas de la forma adecuada.

Tabla 9 Clasificación de los niveles de Actividad física.

Escala	Clasificación niveles de Actividad física IPAQ
0 a 600	Nivel de Actividad física Bajo
601 a 1499	Nivel de Actividad física Moderado
1500 a 3000	Nivel de Actividad física Alto
00	Invalidada

Nota: Elaboración propia. Basado en Cuestionario Internacional de Actividad Física IPAQ

Por otro lado, y basado en esta escala se clasificó a cada uno de los profesionales universitarios de la Alcaldía de Florencia Caquetá, basado en los puntajes globales que se obtuvieron a la hora de aplicar el instrumento denominado Cuestionario Internacional de Actividad Física. Cada nivel está representado por un color que permite visualmente identificar los resultados bajo, moderado y alto nivel de actividad física tal como se muestran en la tabla 4.

Tabla 10 Clasificación por usuario y puntaje obtenido en el IPAQ

<i>Usuario</i>	<i>Puntaje</i>	<i>Usuario</i>	<i>Puntaje</i>	<i>Usuario</i>	<i>Puntaje</i>
1.	2373	35.	438	69.	438
2.	132	36.	396	70.	2068
3.	756	37.	1036	71.	2295
4.	2540	38.	1135	72.	0
5.	1980	39.	758	73.	0
6.	1272	40.	410	74.	7365
7.	396	41.	457	75.	2457
8.	657	42.	0	76.	5040
9.	1980	43.	396	77.	0
10.	495	44.	914	78.	2068
11.	912	45.	0	79.	1878
12.	2220	46.	594	80.	1299
13.	1584	47.	975	81.	8655
14.	264	48.	810	82.	1299
15.	782	49.	594	83.	8655
16.	1318	50.	0	84.	198
17.	132	51.	00	85.	0
18.	527	52.	00	86.	1155
19.	106	53.	3127	87.	198
20.	693	54.	2904	88.	2712
21.	00	55.	132	89.	0
22.	0	56.	0	90.	2754
23.	438	57.	66	91.	495
24.	0	58.	1442	92.	3474
25.	396	59.	0	93.	74
26.	495	60.	0	94.	00
27.	3497	61.	0	95.	1224
28.	1230	62.	5047	96.	0
29.	1584	63.	2292	97.	3546
30.	0	64.	7384	98.	396
31.	0	65.	1158	99.	0
32.	73	66.	0	100.	00
33.	678	67.	99	101.	198
34.	198	68.	00	102.	00

La fig. 2 muestra los porcentajes obtenidos en los resultados del Cuestionario Internacional de Actividad Física, teniendo como un 100% inicial a 102 profesionales universitarios pertenecientes a las diferentes dependencias de la Alcaldía Municipal de Florencia Caquetá, pero, considerando que un 6,86% corresponden a pruebas invalidadas debido a diferentes situaciones que se presentaron como ausencia del trabajador y mala praxis, los cuales no se representan dentro de la gráfica; por lo tanto, el 100% de la

muestra se reduce a 95 profesionales universitarios, siendo así el 51% de la muestra correspondiente al nivel bajo de actividad física, 21% moderado nivel de actividad física, 28% alto nivel de actividad física.

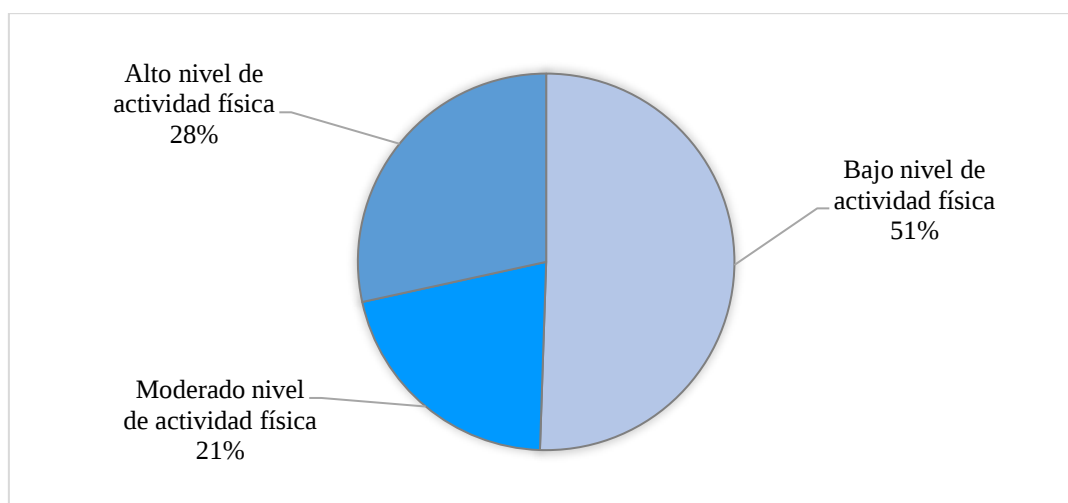


Fig. 17 Porcentajes Niveles de Actividad Física IPAQ.

4.3. Resultados entre estrés laboral y actividad física.

En la tabla 5 se muestra toda la información de los datos obtenidos de la Escala de Estrés Laborales de Gray Toft y COL y el Cuestionario Internacional de Actividad Física. De este modo, permite poder hacer una comparación entre cada usuario e identificar los resultados obtenidos de cada una de las pruebas para lograr establecer su relación.

Nota: La tabla 5 se debe leer de izquierda a derecha, siendo así la primera columna el número de usuario que fue encuestado, la segunda columna el sexo de cada usuario, la tercera columna es el resultado bruto de la escala de Estrés laborales de Gray Toft y Col, en la cuarta columna están los resultados transformados de estrés laboral que se clasifican en 6 intervalos: Ausencia de estrés, nivel mínimo de estrés, estrés manejable, elevado nivel de estrés, nivel alto de estrés y muy alto nivel de estrés; por otra parte, está la columna cinco donde se muestran los resultados brutos de actividad física del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), seguidamente la columna seis donde se muestran los resultados transformados de actividad física que se clasifican en 3 intervalos: Bajo, moderado y alto; así sucesivamente la columna siete contiene los resultados de las enfermedades de base de los usuarios, entre las que se encuentra la hipertensión, diabetes, cefalea, hernia cervical e hipotiroidismo; y por último, en la columna ocho se muestra el tipo de deporte donde se agrupan en 4 categorías para que el procesamiento de datos sea mejor, los deportes que practican los encuestados son: Gimnasio donde se incluye el spinning, correr, caminar y deportes de contacto como fútbol, rugby, voleibol, boxeo.

Tabla 11 Tabla de datos generales de los profesionales universitarios encuestados.

Id usuario	Sexo	Resultado estrés general	Resultados transformados estrés laboral	Resultado actividad física	Resultados transformados actividad física	Enfermedades de base	Tipo de deporte
P1	M	33	Nivel mínimo de estrés	2373	Alto	No	Gimnasio
P2	M	31	Nivel mínimo de estrés	132	Bajo	No	No
P3	M	37	Nivel mínimo de estrés	756	Moderado	No	Correr
P4	F	72	Elevado nivel de estrés	2540	Alto	No	Gimnasio
P5	M	66	Elevado nivel de estrés	1980	Alto	No	No
P6	M	54	Estrés manejable	1272	Moderado	No	Gimnasio
P7	M	55	Estrés manejable	396	Bajo	No	No
P8	F	48	Estrés manejable	657	Moderado	No	Caminar
P9	F	46	Estrés manejable	1980	Alto	No	No

P10	M	36	Nivel mínimo de estrés	495	Bajo	No	No
P11	M	38	Nivel mínimo de estrés	912	Moderado	No	No
P12	M	46	Estrés manejable	2220	Alto	No	No
P13	F	41	Nivel mínimo de estrés	1584	Alto	No	No
P14	F	58	Elevado nivel de estrés	264	Bajo	No	No
P15	M	56	Estrés manejable	782	Moderado	No	No
P16	F	58	Elevado nivel de estrés	1318	Moderado	No	Gimnasio
P17	M	62	Elevado nivel de estrés	132	Bajo	Hipertensión	No
P18	M	58	Elevado nivel de estrés	527	Bajo	No	Gimnasio
P19	F	29	Nivel mínimo de estrés	106	Bajo	No	No
P20	F	49	Estrés manejable	693	Moderado	No	Caminar
00	00	00	00	00	00	00	00
P22	F	38	Nivel mínimo de estrés	0	Bajo	No	No
P23	M	49	Estrés manejable	438	Bajo	No	Deporte de contacto
P24	F	44	Estrés manejable		Bajo	Cefalea	No
P25	F	37	Nivel mínimo de estrés	396	Bajo	No	No
P26	M	37	Nivel mínimo de estrés	495	Bajo	No	No
P27	M	32	Nivel mínimo de estrés	3497	Alto	No	Gimnasio
P28	M	71	Elevado nivel de estrés	1230	Moderado	No	Caminar
P29	M	32	Nivel mínimo de estrés	1584	Alto	No	Si
P30	F	39	Nivel mínimo de estrés	0	Bajo	No	No
P31	M	50	Estrés manejable	0	Bajo	No	No
P32	M	73	Elevado nivel de estrés	73	Bajo	No	Si
P33	F	35	Nivel mínimo de estrés	678	Moderado	No	No
P34	M	37	Nivel mínimo de estrés	198	Bajo	Diabetes	Correr
P35	M	33	Nivel mínimo de estrés	438	Bajo	No	No
P36	M	33	Nivel mínimo de estrés	396	Bajo	No	Gimnasio
P37	M	27	Nivel mínimo de estrés	1036	Moderado	No	Gimnasio
P38	M	57	Estrés manejable	1135	Moderado	No	Gimnasio
P39	F	61	Elevado nivel de estrés	758	Moderado	No	Deporte de contacto
P40	M	54	Estrés manejable	410	Bajo	No	No
P41	F	50	Estrés manejable	457	Bajo	No	No
P42	F	44	Estrés manejable	0	Bajo	No	No
P43	F	40	Nivel mínimo de estrés	396	Bajo	No	Caminar
P44	F	27	Nivel mínimo de estrés	914	Moderado	No	Si
P45	F	59	Elevado nivel de estrés	0	Bajo	No	No
P46	F	44	Estrés manejable	594	Bajo	Hipertensión	Caminar
P47	M	48	Estrés manejable	975	Moderado	No	Correr
P48	F	52	Estrés manejable	810	Moderado	No	Gimnasio
P49	F	31	Nivel mínimo de estrés	594	Bajo	No	No
P50	M	68	Elevado nivel de estrés	0	Bajo	No	No
00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00

P53	M	46	Estrés manejable	3127	Alto	No	Gimnasio
P54	M	45	Estrés manejable	2904	Alto	No	Gimnasio
P55	F	36	Nivel mínimo de estrés	132	Bajo	No	No
P56	F	46	Estrés manejable	0	Bajo	No	Caminar
P57	F	53	Estrés manejable	66	Bajo	No	No
P58	F	29	Nivel mínimo de estrés	1442	Moderado	No	No
P59	M	44	Estrés manejable	0	Bajo	No	Deporte de contacto
P60	M	36	Nivel mínimo de estrés	0	Bajo	No	No
P61	M	61	Elevado nivel de estrés	0	Bajo	No	No
P62	F	48	Estrés manejable	5047	Alto	No	Gimnasio
P63	F	50	Estrés manejable	2292	Alto	No	Gimnasio
P64	F	48	Estrés manejable	7384	Alto	No	Gimnasio
P65	M	43	Nivel mínimo de estrés	1158	Moderado	No	Deporte de contacto
P66	M	32	Nivel mínimo de estrés	0	Bajo	No	No
P67	F	47	Estrés manejable	99	Bajo	No	No
00	00	00	00	00	00	00	00
P69	F	58	Elevado nivel de estrés	438	Bajo	Diabetes	Caminar
P70	M	56	Estrés manejable	2068	Alto	No	Gimnasio
P71	M	45	Estrés manejable	2295	Alto	Hipertensión	Caminar
P72	M	56	Estrés manejable	0	Bajo	No	No
P73	F	31	Nivel mínimo de estrés	0	Bajo	No	No
P74	M	54	Estrés manejable	7365	Alto	No	Gimnasio
P75	F	56	Estrés manejable	2457	Alto	No	Deporte de contacto
P76	M	68	Elevado nivel de estrés	5040	Alto	Hipertensión	Gimnasio
P77	M	50	Estrés manejable	0	Bajo	No	Caminar
P78	F	42	Nivel mínimo de estrés	2068	Alto	No	Gimnasio
P79	M	36	Nivel mínimo de estrés	1878	Alto	No	Deporte de contacto
P80	M	30	Nivel mínimo de estrés	1299	Moderado	No	Gimnasio
P81	F	52	Estrés manejable	8655	Alto	No	Caminar
P82	F	33	Nivel mínimo de estrés	1299	Moderado	No	Caminar
P83	M	31	Nivel mínimo de estrés	8655	Alto	No	Gimnasio
P84	F	29	Nivel mínimo de estrés	198	Bajo	Hipertensión	No
P85	F	66	Elevado nivel de estrés	0	Bajo	No	No
P86	M	30	Nivel mínimo de estrés	1155	Moderado	No	Caminar
P87	F	24	Ausencia de estrés	198	Bajo	No	Gimnasio
P88	M	26	Nivel mínimo de estrés	2712	Alto	Hernia cervical	Caminar
P89	F	35	Nivel mínimo de estrés	0	Bajo	Hipotiroidismo	Caminar
P90	F	40	Nivel mínimo de estrés	2754	Alto	No	Gimnasio
P91	F	37	Nivel mínimo de estrés	495	Bajo	No	No
P92	M	54	Estrés manejable	3474	Alto	No	Deporte de contacto
P93	M	74	Elevado nivel de estrés	74	Bajo	No	Gimnasio

00	00	00	00	00	00	00	00
P95	M	42	Nivel mínimo de estrés	1224	Moderado	No	No
P96	M	43	Nivel mínimo de estrés	0	Bajo	No	Gimnasio
P97	F	61	Elevado nivel de estrés	3546	Alto	No	No
P98	F	47	Estrés manejable	396	Bajo	No	No
P99	F	38	Nivel mínimo de estrés	0	Bajo	No	Gimnasio
00	00	00	00	00	00	00	00
P101	M	38	Nivel mínimo de estrés	198	Bajo	No	Caminar
00	00	00	00	00	00	00	00

Por otra parte, la tabla 6 representa la cantidad de usuarios y resultados brutos del cruce de datos de las pruebas de estrés laboral y actividad física aplicadas a los profesionales universitarios de la Alcaldía de Florencia Caquetá; y en la tabla 7 se presentan los resultados convertidos en porcentajes para sintetizar cada uno de los ítems de las pruebas con relación a cada uno de los usuarios para una mejor comprensión.

Tabla 12 Cruce de Resultados Estrés Laboral y Actividad Física por usuarios

Niveles de Estrés	Niveles de actividad física		
	Bajo	Moderado	Alto
Ausencia de estrés	1	0	0
Nivel mínimo de estrés	21	9	11
Estrés manejable	17	12	6
Elevado nivel de estrés	10	5	3
Nivel alto de estrés	0	0	0
Muy alto nivel de estrés	0	0	0
Total	95		

Tabla 13 Porcentajes Cruce de Resultados Estrés Laboral y Actividad Física.

Niveles de estrés	Niveles de actividad Física			Total
	Bajo	Moderado	Alto	
Ausencia de estrés	1,05%	0%	0%	1,05%
Nivel mínimo de estrés	22,1%	9,47%	11,6%	43,17%
Estrés manejable	17,89%	12,63	6,31%	36,83%
Elevado nivel de estrés	10,5%	5,3%	3,15%	18,95%
Nivel alto de estrés	0%	0%	0%	0%
Muy alto nivel de estrés	0%	0%	0%	0%
Total	95			100%

4.4. Resultados tablas cruzadas por variables

La tabla 8 nos indica que la correlación según los índices de Pearson y Spearman entre el estrés laboral y la actividad física es positiva pero débil, y el valor de significancia nos indica que no hay una correlación significativa entre las variables, por lo tanto, se sugiere que el estrés laboral no está directamente relacionado en los niveles de actividad física de los encuestados.

Tabla 14 Tabla cruzada resultados transformados estrés laboral * resultados transformados actividad física

		Resultados transformados – Actividad física			
		Bajo	Moderado	Alto	Total
Resultados transformados – Estrés Laboral	Ausencia de estrés	1	0	0	1
	Nivel mínimo de estrés	22	11	9	42
	Estrés manejable	15	7	13	35
	Elevado nivel de estrés	10	3	4	17

		Total	48	21	26	95
Medidas simétricas						
		Valor	Error estándar asintótico	T aproximada ^b	Significación aproximada	
Intervalo por intervalo	R de Pearson	0,044	0,100	0,430	,669 ^c	
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	0,050	0,101	0,484	,630 ^c	
N de casos válidos		95				

La tabla 9 nos indica que la correlación según Pearson entre estas dos variables es muy débil y negativa, y según Spearman indica una correlación muy débil y positiva. Esto sugiere que, en esta población, el estrés laboral no se relaciona de manera clara con la presencia de enfermedades de base debido a que es una población reducida quienes refieren tener algún antecedente.

Tabla 15 Tabla cruzada resultados transformados estrés laboral * enfermedades de base.

		Enfermedades de base						
		Ninguna	Hipertensión	Cefalea	Diabetes	Hernia cervical	hipotiroidismo	Total
Resultados transformados – Estrés Laboral	Ausencia de estrés	1	0	0	0	0	0	1
	Nivel mínimo de estrés	38	1	0	1	1	1	42
	Estrés manejable	32	2	1	0	0	0	35
	Elevado nivel de estrés	14	2	0	1	0	0	17
	Total	85	5	1	2	1	1	95

La tabla 10 nos indica que la correlación según Pearson y Spearman es muy débil y positiva entre estas dos variables, sin embargo, no hay correlación significativa entre las variables, por lo tanto, en esta población estudiada, el tipo de deporte referido por los profesionales universitarios no parece influir en los niveles de estrés laboral según los resultados obtenidos de la aplicación de los dos instrumentos.

Tabla 16 Tabla cruzada resultados transformados estrés laboral * tipo de deporte.

		Tipo de deporte					
		No	Gimnasio	Correr	Caminar	Deportes de contacto	Total
Resultados transformados estrés laboral	Ausencia de estrés	0	1	0	0	0	1
	Nivel mínimo de estrés	20	10	2	6	4	42
	Estrés manejable	13	10	1	7	4	35
	Elevado nivel de estrés	8	5	0	2	2	17
	Total	41	26	3	15	10	95

		Medidas simétricas			
		Valor	Error estándar asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada
Intervalo por intervalo	R de Pearson	0,022	0,100	0,213	,832 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	0,029	0,101	0,278	,781 ^c
N de casos válidos		95			

La tabla 11 indica que la correlación según los índices de Pearson entre el sexo y el estrés laboral es prácticamente nula y la significación muestra que no hay una relación estadísticamente significativa

entre estas variables; y el coeficiente de Spearman nos indica una correlación muy baja, es decir, no hay evidencia que nos permita sugerir que el sexo esté relacionado con los niveles de estrés laboral en esta muestra.

Tabla 17 Tabla cruzada sexo * resultados transformados estrés laboral

		Resultados transformados – Estrés Laboral				Total
		Ausencia de estrés	Nivel mínimo de estrés	Estrés manejable	Elevado nivel de estrés	
Sexo	Masculino	0	23	18	9	50
	Femenino	1	19	17	8	45
	Total	1	42	35	17	95
Medidas simétricas						
		Valor	Error estándar asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada ,955 ^c	
Intervalo por intervalo	R de Pearson	-0,006	0,103	-0,056		
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	0,001	0,103	0,012	,990 ^c	
N de casos válidos		95				

En la tabla 12 se encuentra que en el coeficiente de correlación de Pearson hay una relación negativa débil entre el sexo y el tipo de actividad física, y la significancia no es estadísticamente significativa; y el coeficiente de correlación de Spearman también nos indica una relación baja desde una perspectiva ordinal, es decir, evaluando el orden de las categorías, por lo tanto, la correlación entre el sexo y los resultados de actividad física es muy débil.

Tabla 18 Tabla cruzada sexo * resultados transformados de actividad física.

Resultados transformados – Actividad Física					
		Bajo	Moderado	Alto	Total
Sexo	Masculino	23	12	15	50
	Femenino	25	9	11	45
	Total	48	21	26	95

La tabla 13 nos indica que en el coeficiente de correlación de Pearson positiva pero débil entre el sexo y las enfermedades de base, y la significancia no es estadísticamente significativa; y el coeficiente de correlación de Spearman también nos indica una relación baja al evaluar la relación ordinal entre las variables, por lo tanto, la correlación entre el sexo y los resultados de actividad física es muy débil ya que la mayoría de los participantes no tienen un antecedente de enfermedad.

Tabla 19 Tabla cruzada sexo * enfermedades de base.

		Enfermedades de base						Total
		Ninguna	Hipertensión	Cefalea	Diabetes	Hernia cervical	hipotiroidismo	
Sexo	Masculino	45	3	0	1	1	0	50
	Femenino	40	2	1	1	0	1	45
	Total	85	5	1	2	1	1	95
Medidas simétricas								

		Valor	Error estándar asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada
Intervalo por intervalo	R de Pearson	0,041	0,101	0,395	,694 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	0,021	0,103	0,202	,840 ^c
	N de casos válidos	95			

En la tabla 14 se encuentra que en el coeficiente de correlación de Pearson hay una relación negativa muy débil entre el sexo y el tipo de deporte que practican los participantes, y la significancia nos indica que la relación no es estadísticamente significativa; y el coeficiente de correlación de Spearman también nos indica una relación baja desde una perspectiva ordinal al evaluar el orden de las categorías de los deportes, por lo tanto, la correlación entre el sexo y el tipo de deporte es muy débil y no permite concluir que haya una relación real entre estas variables.

Tabla 20 Tabla cruzada sexo * tipo de deporte.

		Tipo de deporte					
		No	Gimnasio	Correr	Caminar	Deportes de contacto	Total
Sexo	Masculino	18	16	3	6	7	50
	Femenino	23	10	0	9	3	45
	Total	41	26	3	15	10	95
Medidas simétricas							
			Valor	Error estándar asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada	
Intervalo por intervalo	R de Pearson	-0,096	0,101	-0,930		,355 ^c	
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	-0,129	0,102	-1,253		,213 ^c	
N de casos válidos		95					

5. Discusión

La hipótesis inicial se basó en que las personas que realizaban algún tipo de actividad física si se verían influenciadas de algún modo en sus niveles de estrés laboral, sin embargo, se hizo una demarcación al tener en cuenta la amplitud de los conceptos, de esta manera, se decidió determinar la actividad física como un posible detonante o regulador en los niveles de estrés laboral de los trabajadores, es decir, que la actividad física incrementaría los niveles de estrés laboral o por el contrario, permitiría reducir el riesgo, sin embargo, no se descarta la idea que tal vez la realización de actividad física podría no generar ningún tipo de impacto y/o correlación entre las dos variables.

Dentro de los resultados obtenidos se puede determinar que la actividad física si influye dentro de los niveles de estrés laboral de los trabajadores, sin embargo, a la hora de analizar las correlaciones y encontrar que de forma general es baja, se tiene en cuenta la significancia positiva hallada, que, aunque es en poca medida, logra que se determine que la actividad física podría ser un posible regulador en los niveles de estrés laboral. Por otro lado, al analizar los antecedentes, se puede percibir la relación de estas dos variables, tal como lo menciona el autor Ucciardello [14] en su investigación titulada “Beneficio de la actividad física en el estrés laboral”, un estudio que demuestra que el tener hábitos saludables beneficia a las personas en su condición física y en la capacidad de enfrentar situaciones de manera eficaz. Sin embargo, dado el hallazgo de la presente investigación en donde las correlaciones no fueron las más significativas, se determina que posiblemente en esos estudios, al medir actividad física, se hayan tenido en cuenta otro tipo de variables como intensidad o frecuencia u otras variables que, al ser correlacionadas con estrés laboral, dieran como resultado una mayor relación entre sí, tal como se menciona en Obando, et.al [15],

que dentro de su investigación se presenta una disminución considerable de los niveles de estrés, pero en este caso, si se tiene en cuenta variables como frecuencia y tiempo.

De este modo, dentro del estudio también se tienen en cuenta el análisis y cruce de estos resultados con variables como sexo, tipo de actividad física (correr, gimnasio, caminar, deportes de contacto, etc), enfermedades preexistentes (diabetes, hipertensión, etc), esto, con el fin de determinar si alguna de estas variables son un factor influyente a la hora de determinar si la actividad física es un detonante o regulador en gran medida y de manera significativa con respecto al estrés laboral.

Seguidamente, a la hora de hacer un cruce de tablas de las variables tipo de deporte (algún deporte en específico) y estrés laboral, se tiene en cuenta que este tipo de actividad física (deporte) no influye de manera significativa, tal como también se menciona en la investigación realizada por Banguero, et.al [16] titulada “Análisis de la influencia que genera la actividad física en el estrés en entornos laborales”. Una investigación para analizar la influencia de la actividad física en el estrés de entornos laborales, con base en la revisión de literatura actualizada, donde se concluye que la inclusión de actividad física en el ámbito administrativo da múltiples beneficios, se mostró que la promoción de la salud en el trabajo es una medida efectiva para disminuir el ausentismo laboral, la obesidad y minimizar la pérdida de productividad. De esta manera, Banguero, et.al concluyeron que, si es necesario incrementar la actividad física de las personas para disminuir los niveles de estrés.

Por otro lado, al cruzar sexo con enfermedades de base, se encuentra que cada uno de los sujetos que mencionan tener un antecedente de enfermedad puntúan entre mínimo y elevado sus niveles de estrés, lo que quiere decir que, si tienen estrés, sin embargo, en cuanto al sexo los dos presentan por igual, cinco enfermedades de base las mujeres y cinco los hombres. En resumen, tampoco existe una relación estadísticamente significativa entre el sexo y las enfermedades de base en esta muestra de 95 personas debido a que la mayoría de los participantes no tiene enfermedades de base, y los coeficientes de correlación son extremadamente bajos. Sin embargo, se logra analizar este factor y se encuentra que dentro de esas enfermedades la que más destaca es la hipertensión, tres hombres y dos mujeres, donde se establece una hipótesis que plantea que una de las razones por las que estas personas puntúan un nivel de estrés entre mínimo y elevado, puede llegar a ser una consecuencia de su enfermedad de base, tal cual se menciona en una revista cubana de higiene y epidemiología “desde el punto de vista científico la influencia del estrés como factor de riesgo asociado a la hipertensión ha sido un tema polémico hasta la actualidad, tal como se evidencia en los informes del Joint National Committee on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure de los Estados Unidos (JNC)”, en este estudio se menciona que esta enfermedad podría llegar a exacerbar los niveles de estrés en la persona, siendo manifestado igual en su entorno laboral. No obstante, se plantea la idea de indagar en futuros estudios acerca de la incidencia de este tipo de enfermedades dentro de los niveles de estrés y de igual manera, el grado de influencia que puede causar la realización de actividad física en los niveles de estrés laboral, de esta manera la actividad física sea vista “como parte del tratamiento integral al paciente hipertenso se deberán diseñar estrategias psicoeducativas para desarrollar habilidades de afrontamiento al estrés y dotarlo de recursos que le permitan atenuar su efecto nocivo desde el punto de vista clínico y psicológico” [17], y así mismo, le permita ser un regulador dentro de los niveles de estrés laboral.

Por último, esta investigación tuvo como resultado conocer que la actividad física si es un regulador que influye medianamente dentro de los niveles de estrés laboral de los profesionales universitarios de la alcaldía de Florencia Caquetá, sin embargo, en los hallazgos se encontró que el tipo de deporte no tiene ninguna significancia dentro del estudio, por lo tanto, según los deportes que mencionan los trabajadores que aplicaron la prueba no tienen influencia directa a la hora de disminuir los niveles de estrés laboral, no obstante, existen estudios que demuestran que la realización de otro tipo de actividad física puede generar un impacto positivo a la hora de disminuir el estrés laboral, como se menciona en un artículo publicado en la Revista Colombiana de Psicología, donde se menciona que “las estrategias para la reducción del estrés laboral, basadas en el mindfulness, y en el qi gong, han evidenciado resultados satisfactorios en la salud integral de las personas sanas y en la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés laboral, como son los problemas digestivos, circulatorios, respiratorios y musculares” [18], esto quiere decir que este tipo de actividad física puede generar un mayor impacto mayor a la hora de determinar si la actividad física puede ser un regulador del estrés laboral. Como sugerencia, se propone enfatizar sobre este tipo de estudios, también aplicarlo a trabajadores que necesariamente no tengan que ser profesionales universitarios para poder hacer una comparación con este estudio y determinar las posibles diferencias o similitudes entre ambos estudios, también, tal como se menciona en Romero et.al [19] “los trabajadores con menor edad y menos carga laboral son más propensos a desarrollar estrés que los que llevan más tiempo desempeñándose en su cargo y eso se puede solucionar mediante actividad física o

técnicas de relajación”, de este modo, se permite hacer énfasis en las diferentes maneras de poder darle un manejo y posibles soluciones a este problema.

Dentro de los resultados obtenidos se puede determinar que la actividad física influye dentro de los niveles de estrés laboral de los trabajadores, pero también, que al tener en cuenta el análisis de estos resultados con variables como sexo, tipo de actividad física (correr, gimnasio, caminar, deportes de contacto, etc), enfermedades preexistentes (diabetes, hipertensión, etc) puede ser un factor influyente a la hora de determinar si la actividad física es un detonante o regulador en los niveles de estrés laboral de los trabajadores.

6. Conclusiones

Se obtienen como resultados la presencia de estrés laboral en los profesionales universitarios de la Alcaldía de Florencia Caquetá independientemente del nivel de actividad física que practiquen, también, aproximadamente la mitad de la muestra presentan un nivel bajo de actividad física, lo que quiere decir que en su mayoría no realizan ningún tipo, siendo la otra mitad dividida entre los que realizan de una manera moderada y alta respecto a su nivel de actividad física.

Por lo tanto, se puede concluir que la actividad física si influye dentro de los niveles de estrés laboral de los trabajadores, sin embargo, a la hora de analizar las correlaciones y encontrar que de forma general es baja, se tiene en cuenta la significancia positiva hallada, que, aunque es baja, puede ser un indicador de algo que debe seguir siendo estudiado más a fondo. No obstante, con lo anteriormente mencionado se concluye que la actividad física si es un posible regulador de los niveles de estrés laboral, sin embargo, en esta muestra, el tipo de deporte y el sexo, no guardan ninguna relación con esta variable, a menos que sean deportes con una intensidad y frecuencia determinada que asocien tener un impacto directo dentro de los niveles de estrés laboral.

Por último, se menciona la idea de explorar otras variables que podrían estar influyendo en el estrés laboral y la actividad física, como el tiempo de ocio, hábitos de vida, y características sociodemográficas, ya que el tipo de deporte como tal no guarda ninguna relación con esta variable, al igual que el sexo. Además, se puede inferir que si es necesario incluir la actividad física en las personas, por esto es indispensable divulgar el beneficio de lo que esto genera en las personas, psico educando con profesionales calificados en promoción de calidad de vida; de esta manera, como lo menciona Ramón, et.al [20] en su estudio denominado “Estrés laboral y actividad física en empleados”, donde concluye y hace énfasis en el gran reto para los prestadores de servicios de salud y los encargados de velar por el cuidado de la salud en el trabajo, ya que la presencia de estrés laboral es inevitable, pero si se logra una disminución con relación a los niveles de actividad física en cada uno de ellos.

8. Referencias

- [1] M, Chiang et.al. Factores psicosociales, stress y su relación con el desempeño: comparación entre centros de salud, vol. 21(N° 2), (p. 111 – 128). Maracay, Venezuela: Redalyc.org. 2013 [en línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3758/375839307002.p>
- [2] Consultor Salud. Nueva tabla de enfermedades laborales Decreto 1477 de 2014: Consultor salud, SAS. 2014 [en línea]. Disponible en: <https://consultorsalud.com/nueva-tabla-de-enfermedades-laborales-decreto-1477-de-2014/#:~:text=El%20Gobierno%20Nacional%20ha%20expe>
- [3] Ministerio de Salud y Protección Social, Gobierno Nacional. Por medio de la cual se expide la ley de salud mental y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Colombia: Ministerio de Salud. 2013 [en línea]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/ley-1616-del-21-de-enero-2013.pdf>
- [4] APA. Los atenuadores de estrés del cerebro. Georgia, Estados Unidos: American Psychological Association. 2008 [en línea]. Disponible en: <https://www.apa.org/topics/exercise-fitness/ejercicio>
- [5] Z, Madaria. Posibles riesgos de la actividad física. Urduliz, España: Fundación Española del Corazón. 2018 [en línea]. Disponible en: <https://fundaciondelcorazon.com/ejercicio/conceptos-generales/3155-posibles-riesgos-de-la-actividad-fisica.html>
- [6] A, Obregón. Propuesta de investigación para la implementación de un Programa de Activación Física para disminuir el Estrés Laboral en docentes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Riobamba, Ecuador: Dilemas Contemporáneos: Educación, Política Y Valores. 2019 [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.46377/dilemas.v29i1.1906>
- [7] C, García et.al. Impacto del estrés laboral en la Institución Financiera FAVI de la Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Risaralda: Repositorio UTP. 2007 [en línea]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/items/79694501-a59a-45d3-88a2-48b191c09422>

- [8] A, Torres et.al. Influencia de los niveles de estrés en el desempeño laboral de los colaboradores del Almacén Sandraagro en el departamento Caquetá. San Vicente del Caguán, Caquetá: Repositorio Universidad ECCI. 2020 [en línea]. Disponible en: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/831>
- [9] R, Sampieri et.al. Metodos-comunicacion.sociales.uba.ar. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires. 2003 [en línea]. Disponible en: <http://metodos-comunicacion.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/219/2014/04/Hernandez-Sampieri-Cap-1.pdf>
- [10] P. López. Población Muestra Y Muestreo: Scielo. 2004 [en línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>
- [11] C, Ortega. ¿Cómo realizar un muestreo probabilístico?. Seattle, Estados Unidos: QuestionPro. 2023 [en línea]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/como-realizar-un-muestreo-probabilistico/>
- [12] July. Escala de estresores laborales (Test): Scribd. 2015 [en línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/291659185/Escala-de-Estresores-Laborales-Test>
- [13] D, Salamanca et.al. Métodos de evaluación de la actividad física en adultos. Métodos Subjetivos para la Evaluación del Nivel de Actividad Física en Adultos Mayores Latinoamericanos. Bogotá, Colombia: Repositorio.usta.edu.co. 2021 [en línea]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/31647/2021SalamancaDaniel.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- [14] Ucciardello. Beneficio de la actividad física en el estrés laboral. Buenos Aires, Argentina: Universidad Torcuato Di Tella. 2015 [en línea]. Disponible en: <https://repositorio.utdt.edu/handle/20.500.13098/2097>
- [15] M, Obando et.al. Efecto de las actividades físicas en la disminución del estrés laboral. Cuba: Revista Cubana de Medicina General Integral. 2017 [en línea]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=79152>
- [16] Banguero, et.al. Análisis de la influencia que genera la actividad física en el estrés en entornos laborales. Santander, Colombia: Repositorio UTS. 2020 [en línea]. Disponible de: <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/4914>
- [17] O, Pérez. El estrés como factor de riesgo de la hipertensión arterial esencial. Cuba: Revista cubana de Higiene y Epidemiología. 2004 [en línea]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-30032005000100007&script=sci_arttext&tlng=pt
- [18] L, Oblitas. Incidencia de mindfulness y qi gong sobre el estado de salud, bienestar psicológico, satisfacción vital y estrés laboral. Barranquilla, Colombia: Revista Colombiana de Psicología. 2017 [en línea]. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.15446/rcp.v26n1.54371>
- [19] G, Romero et.al. Correlación entre el Estrés Laboral y Actividad Física en Trabajadores Administrativos de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa. Arequipa, Perú: Universidad Católica de Santa Maria. 2017 [en línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/9807b8cb-c378-4c5b-9a86-c44835cb5a06>
- [20] G, Ramón et.al. Estrés laboral y actividad física en empleados, v.10. Scielo. 2014 [en línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/dpp/v10n1/v10n1a10.pdf>

Research Type (Case Study)

Cuidados de Enfermería en Pacientes Pediátricos Crónicos Complejos y la Aplicación del Dispositivo Leandro en un Estudio de Caso

Soledad Quispe-Apaza ^{1*}, Miriam Vargas-Vilela², Judith Veizaga-Arías³, Aida Lanza-Morales⁴

¹Hospital del Niño “Dr. Ovidio Aliaga Uría”, La Paz, Bolivia

²Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia

³Hospital de la Mujer, La Paz, Bolivia

⁴CESIM, La Paz, Bolivia

Autor correspondal: soledadquispeap@live.com

Información del artículo	Resumen
	<i>Antecedentes:</i> Los cuidados de enfermería en pacientes pediátricos crónicos complejos presentan un desafío importante en la actualidad. Este estudio presenta una primera experiencia en la aplicación del dispositivo Leandro en un paciente pediátrico crónico complejo. <i>Objetivo:</i> Describir el impacto de los cuidados de enfermería en un paciente pediátrico con condición crónica compleja portador del dispositivo Leandro, basado en un caso clínico. <i>Método:</i> El estudio es de carácter exploratorio, descriptivo y de corte transversal. Se presenta el caso de una paciente pediátrica crónica compleja con cardiopatía congénita, hospitalizada en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital del Niño Dr. Ovidio Aliaga Uría en La Paz, Bolivia. <i>Resultados:</i> Los cuidados de enfermería implementados con la utilización del dispositivo Leandro fueron evaluados en términos de su impacto en la calidad de vida y manejo del paciente pediátrico en estado crítico. <i>Conclusiones:</i> Los cuidados de enfermería en pacientes pediátricos crónicos complejos en Bolivia, específicamente en la ciudad de La Paz, son comparables a los estándares internacionales. El caso clínico fue descrito según la clasificación del Clinical Risk Group, destacando la importancia del rol de la enfermería en el manejo integral del paciente crítico.
<i>Palabras clave:</i> Cuidado Pediátrico Crónico, Cuidados Intensivos Dispositivo Leandro	
Article info	Abstract
	<i>Background:</i> Nursing care in complex chronic pediatric patients presents a major challenge today. This study presents a first experience in the application of the Leandro device in a complex chronic pediatric patient. <i>Objective:</i> To describe the impact of nursing care in a pediatric patient with a complex chronic condition using the Leandro device, based on a clinical case. <i>Methods:</i> The study is exploratory, descriptive and cross-sectional. We present the case of a complex chronic pediatric patient with congenital heart disease, hospitalized in the Intensive Care Unit of the Hospital del Niño Dr. Ovidio Aliaga Uría in La Paz, Bolivia. <i>Results:</i> Nursing care implemented with the use of the Leandro device was evaluated in terms of its impact on the quality of life and management of the critically ill pediatric patient. <i>Conclusions:</i> Nursing care in complex chronic pediatric patients in Bolivia, specifically in the city of La Paz, is comparable to international standards. The clinical case was described according to the Clinical Risk Group classification, highlighting the importance of the role of nursing in the comprehensive management of the critically ill patient.
<i>Keywords:</i> Chronic Pediatric Care, Intensive Care Leandro Device	

1. Introducción

Los pacientes pediátricos con enfermedades crónicas complejas representan un desafío significativo para el sistema de salud, ya que requieren una atención multidisciplinaria y cuidados de enfermería especializados. En el contexto de la unidad de cuidados intensivos, la integración de tecnologías avanzadas es crucial para la mejora del manejo clínico y la calidad de vida de estos pacientes. En este

sentido, el dispositivo endotraqueal Leandro ha emergido como una herramienta innovadora que facilita el proceso de succión y deglución en pacientes con patologías respiratorias y dificultades asociadas, optimizando la intervención enfermera y reduciendo complicaciones de la vía aérea.

Este estudio describe la experiencia inicial en la implementación del dispositivo Leandro en un paciente pediátrico con una condición crónica compleja, hospitalizado en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital del Niño Dr. Ovidio Aliaga Uría, en La Paz, Bolivia. El objetivo principal es evaluar el impacto de su uso en los cuidados de enfermería y en la mejora de la condición clínica del paciente, en términos de su manejo respiratorio y calidad de vida. A través de un enfoque exploratorio y descriptivo, este estudio busca proporcionar evidencia sobre los beneficios de este dispositivo, contribuyendo así al conocimiento en el manejo de pacientes pediátricos crónicos complejos en contextos de alta complejidad, como el de Bolivia, donde la implementación de tecnologías médicas avanzadas es cada vez más crucial para el cuidado infantil.

La Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) es el escenario donde se brinda atención especializada a pacientes en estado crítico, tanto agudos como crónicos, con la expectativa de que su condición sea reversible. Estos pacientes presentan procesos fisiopatológicos avanzados, que a menudo han sido refractarios a tratamientos previos, lo que requiere un manejo altamente tecnificado (Ver tabla 1). Sin embargo, esta tecnificación ha desplazado, en muchos casos, el enfoque humanista de la atención médica, priorizando el aspecto biológico y deshumanizando los cuidados [1]. Los cuidados paliativos pediátricos son cuidados activos totales del cuerpo, la mente y el espíritu del niño incluyendo también el apoyo a la familia, comienzan cuando se diagnostica una enfermedad amenazante para la vida y continuar independientemente de si el niño recibe o no tratamiento de la propia enfermedad.

Tabla 21 Esquema de la clasificación Clínica Risk Group (19)

	No crónico (CRG1,2)	Crónico Episódico (CRG 3,4)	Crónico Permanente (CRG 5)	Crónico complejo (CRG 6,7,9)	Neoplasias (CRG 8)
Descripción	Condiciones agudas menor de un año	Menor de 1 año Episódicos Potencialmente curable Que perdure en adulto	Condición crónica Más grave Afectación perdurable	Afectación crónica Significativa en mayor o igual a 2 sistemas, o condiciones de tecnología	Neoplasias en tratamiento activo
Ejemplos	Fractura Neumonía Apendicitis	Sibilancias Recurrentes trastornos de conducta	Diabetes tipo I Cardiopatía congénita	Parálisis cerebral infantil Fibrosis quística Encefálica y EPOC	Leucemia Tumores óseos

Es importante reconocer el punto de inflexión por el que un paciente pediátrico precisa atención específica por un equipo de cuidados paliativos, ya que desde ese momento ha de cambiar todo el planteamiento de diagnóstico, monitorización, tratamiento y cuidado del paciente. La importancia que debería tener la dimensión espiritual en la atención sanitaria se ve claramente reflejada en la definición de cuidados paliativos que propuso la OMS en 1990 como el cuidado activos y total de los pacientes portadores de enfermedades que no responden a tratamiento curativo (enfatisando que) el control del dolor y de otros síntomas, así como la atención de aspectos psicológicos, sociales y espirituales es primordial[2].

En su entusiasmo por la cura de enfermos en ocasiones la medicina moderna ha desatendido su función humanitaria parecería afirmar que si se puede encontrar la curación (¿quién necesita de cuidados?). Esta opinión no podría estar más equivocada los cuidados no consisten simplemente en manifestar preocupación conmiseración y disposición a hablar con el paciente; comprenden también la capacidad para hablar y escuchar de un modo que demuestra conocimiento de los servicios sociales y asistenciales necesarios para ayudar al paciente y a su familia a afrontar una amplia gama de problemas no médicos que pudieran acompañar como normalmente ocurre a su padecimiento, de sobra está decir que otro de los ingredientes fundamentales para un buen cuidado es la excelencia técnica[3].

La OMS, define los cuidados paliativos como un enfoque que mejora la calidad de vida de los pacientes y familiares que se están enfrentando a los problemas asociados a una enfermedad potencialmente mortal a través de la prevención y el alivio del sufrimiento realizando una identificación temprana y una

evaluación adecuada y aplicando tratamientos para el dolor y otros problemas físicos, psicosociales y espirituales[4] .

Los cuidados paliativos pediátricos son definidos como el cuidado total y activo de cuerpo, mente y espíritu del niño y comprometen el soporte de la familia y tienen una reciente evolución en el mundo, solo el 7% de las atenciones en cuidados paliativos en niños y el 97% de ellos viven en países de muy ingresos económicos[1]. En los últimos años, se ha observado un aumento notable en el número de pacientes pediátricos crónicos complejos (PCC) en las UCI. Estos pacientes, que suelen tener más de tres diagnósticos, estadías hospitalarias prolongadas y alta dependencia tecnológica, representan un desafío significativo para el sistema de salud. La mejora de los tratamientos médicos y quirúrgicos, junto con los avances tecnológicos, ha permitido una mayor supervivencia de niños con enfermedades potencialmente mortales. No obstante, como resultado, ha crecido el número de pacientes pediátricos con enfermedades crónicas, quienes a menudo requieren cuidados intensivos y prolongados [5]. Los PCC son aquellos que presentan múltiples enfermedades crónicas que generan fragilidad y una gran dependencia, así como limitaciones funcionales, lo que exige un uso intensivo de recursos médicos[6]. En países como Estados Unidos, esta población representa el 10% de los ingresos pediátricos, pero consume hasta el 80% del presupuesto hospitalario, debido a sus frecuentes reingresos, largas estancias hospitalarias y la necesidad de un seguimiento multidisciplinario[7].

Dentro de los PCC, se distingue una categoría más severa, los llamados pacientes crónicos catastróficos. Estos pacientes dependen permanentemente de tecnología médica, como la diálisis, respiradores o nutrición parenteral, o padecen enfermedades graves que dominan su cuadro clínico, como el estado vegetativo. Además, presentan alta morbilidad, graves limitaciones funcionales y un profundo impacto en la dinámica familiar, relacionado con el sufrimiento asociado a las enfermedades orgánicas[8].

En Bolivia, particularmente en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos del Hospital del Niño "Dr. Ovidio Aliaga Uría" de La Paz, se enfrenta una problemática similar. Este hospital de referencia nacional recibe entre 30 y 40 pacientes críticos pediátricos al mes, muchos de los cuales son crónicos complejos. La complejidad de estas condiciones muchas veces prolonga la estancia de los pacientes, debido a complicaciones como infecciones asociadas a la atención en salud, lo que puede derivar en la desatención de aspectos psicoafectivos y habilidades de empatía, además de incrementar aún más la carga sobre el sistema de salud [9] . El dispositivo orotraqueal Leandro ha sido diseñado para mejorar la fijación de los tubos orotraqueales en estos pacientes, contribuyendo a la estabilidad y seguridad del manejo de la vía aérea en aquellos que dependen de ventilación mecánica prolongada.

En ese entendido el propósito es describir el impacto del dispositivo Leandro en un paciente crónico complejo pediátrico, aplicado por enfermeras capacitadas, buscando aliviar el sufrimiento con el fin de estimular el reflejo de succión, deglución, disminuir el dolor, la ansiedad, el estrés, favorecer al neurodesarrollo y mejorar la calidad de vida. A nivel local aún no se cuenta con políticas relacionadas al tema del cuidado de los pacientes crónicos pediátricos; favorecer y contribuir a su difusión y reflexionar sobre los aspectos éticos [2].

Este artículo tiene como objetivo describir el impacto del dispositivo Leandro en pacientes pediátricos crónicos complejos, aplicado por enfermeras capacitadas, y su contribución a la mejora de la calidad de vida tanto del paciente como de su familia. Asimismo, se explora su relación con los cuidados paliativos, un enfoque integral que busca humanizar la atención médica, alineándose con los principios de pioneros como Cicely Saunders y Jean Watson, quienes promovieron una atención empática y centrada en la persona, hasta el final de la vida.

2. Metodología

2.1. Diseño del estudio

Este estudio adopta un enfoque de caso clínico, un diseño de investigación cualitativo que permite la obtención de información profunda, concreta y contextual sobre un tema específico. En este caso, se centra en un paciente pediátrico crónico complejo portador del dispositivo de fijación orotraqueal Leandro, internado en la unidad de cuidados intensivos pediátricos del Hospital del Niño "Dr. Ovidio Aliaga Uría".

Este diseño es ideal para describir las características clínicas y los efectos observados en este tipo de paciente con una estancia prolongada de más de tres meses. El estudio es de naturaleza descriptiva y observacional, proporcionando una comprensión detallada de las implicaciones del uso del dispositivo Leandro en el paciente[10].

Este estudio se realizó bajo un diseño observacional descriptivo, tipo estudio de caso, enfocado en un paciente pediátrico con múltiples comorbilidades (síndrome de Down, cardiopatía congénita y desnutrición grave) que requirió soporte ventilatorio con el dispositivo orotraqueal Leandro. El objetivo del estudio fue evaluar el impacto del dispositivo en la estabilización respiratoria, prevención de lesiones orales y apoyo al manejo clínico general.

Para el estudio de caso propuesto, se recurre al paradigma cualitativo, puesto que el método proporciona un marco adecuado para aproximar y abordar las múltiples y complejas realidades que se presentan en las Unidades de Cuidados Intensivos.

El estudio de caso como método, proporciona el acceso a los datos acerca de las percepciones de los actores involucrados, por medio de un proceso de observación cuidadoso, que permite una ruptura de las preconcepciones relacionados con el estudio [11]. De acuerdo con Pérez, (1994), el estudio de caso es una metodología de análisis que, en términos cualitativos, permite alcanzar conclusiones de fenómenos reales individualizados y únicos.

El estudio de caso es un método útil para analizar diferentes situaciones clínicas, identificar puntos fuertes y débiles de la relación de cuidado establecida por la enfermera y plantear soluciones y estrategias para mejorarlo.

2.2. Recolección de datos

La recolección de datos se basó en la revisión exhaustiva del expediente clínico del paciente, donde se registraron tanto los antecedentes personales como familiares, junto con los diagnósticos médicos actualizados y el tratamiento administrado. La información se obtuvo de las hojas de indicaciones médicas, registros de enfermería y notas clínicas, los cuales documentan el seguimiento clínico, las intervenciones realizadas y el impacto del uso del dispositivo Leandro.

Para asegurar la rigurosidad de los datos, se incluyeron todas las observaciones relacionadas con el estado nutricional, parámetros vitales, complicaciones asociadas, y la evolución del paciente a lo largo del tiempo.

El estudio de caso está centrado en el uso del dispositivo de fijación orotraqueal Leandro en un paciente pediátrico con múltiples patologías complejas ingresado en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP) del Hospital del Niño "Dr. Ovidio Aliaga Uría".

El paciente, nació con síndrome de Down y una cardiopatía congénita compleja, incluyendo un canal auriculoventricular completo tipo Rastelli y otras complicaciones asociadas, lo que ha dificultado su evolución clínica. El paciente fue transferido desde el Hospital de la Mujer debido a una pobre ganancia de peso y desnutrición aguda grave. Desde su ingreso, requirió múltiples intervenciones, como el uso de oxigenoterapia, nutrición parenteral total (NPT), diuréticos y soporte ventilatorio mecánico. A pesar de estos esfuerzos, el progreso fue limitado, particularmente en términos de ganancia de peso y manejo de su patología cardíaca.

El dispositivo orotraqueal Leandro se utilizó durante 25 días en el paciente como parte del manejo ventilatorio. Se evaluó su impacto en la prevención de lesiones bucales, su estabilidad y su contribución al manejo del paciente críticamente enfermo. Se observó una adecuada tolerancia a su uso, sin lesiones en las comisuras bucales, y una mejoría en la estabilidad respiratoria con ventilación asistida. Sin embargo, el paciente seguía necesitando cirugía correctiva cardíaca, la cual solo será viable una vez alcance un peso adecuado.

Este caso subraya la importancia de un manejo integral en pacientes pediátricos crónicos con patologías complejas, así como la utilidad del dispositivo Leandro para mejorar la calidad de vida en estos casos delicados.

2.3. Población de estudio

Se seleccionó un caso clínico de un paciente del Hospital del Niño en la ciudad de La Paz, Bolivia. El caso corresponde a una paciente femenina, de nacionalidad boliviana, con los siguientes detalles:

- Número de Historia Clínica (HC): 301678
- Fecha de nacimiento: 23 de noviembre de 2023
- Residencia actual: El Alto, La Paz
- Fecha de internación: 11 de enero de 2024

- Sala: Neonatología

2.4. Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterios de inclusión: Paciente pediátrico con diagnóstico de cardiopatía congénita, bajo soporte ventilatorio y que requiere el uso del dispositivo orotraqueal Leandro durante su tratamiento en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN).

Criterios de exclusión: Pacientes con otras complicaciones graves no relacionadas con la función respiratoria o que no requieran soporte ventilatorio invasivo.

2.5. Variables de estudio

Las variables analizadas incluyeron tanto datos clínicos como fisiológicos y de manejo del paciente durante su hospitalización:

- Variable principal: Eficiencia del dispositivo orotraqueal Leandro en el soporte respiratorio del paciente.
- Variables secundarias:
- Estabilidad hemodinámica: Frecuencia cardíaca, presión arterial, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno.
- Prevención de complicaciones: Aparición de lesiones orales y estado de la mucosa durante el uso del dispositivo.
- Tolerancia nutricional: Aporte nutricional enteral y parenteral, ganancia de peso.
- Estado neurológico y metabólico: Evaluación de signos neurológicos, balances de fluidos, electrolitos y estado metabólico general.
- Complicaciones relacionadas al dispositivo: Lesiones tegumentarias, infecciones o cualquier otra complicación vinculada con el uso del dispositivo.

2.6. Procedimiento

El estudio se realizó en el transcurso de la hospitalización del paciente desde su ingreso en enero de 2024 hasta julio de 2024. Se recogieron datos retrospectivos y prospectivos en las siguientes áreas:

2.6.1. Historia Clínica

Se realizó una revisión exhaustiva de la historia clínica del paciente, abarcando antecedentes personales, familiares, así como la evolución de la enfermedad desde el nacimiento hasta el momento de la intervención con el dispositivo orotraqueal Leandro.

El 11 enero del presente año ingresa el paciente al Hospital del Niño con antecedentes de ser producto de la segunda gesta obtenido por cesárea con 42 semanas de gestación; desde el nacimiento presenta estigmas Down, durante la internación en el Hospital de la Mujer la paciente no logra aumentar de peso. Desde el nacimiento presentó desaturación, requiriendo aporte de oxígeno suplementario valorado por cardiología que diagnostica la presencia de cardiopatía congénita compleja de tipo canal aurículo-ventricular, la poca ganancia de peso y por la presencia de estado nutricional catalogado con desnutrición aguda grave, siendo las causas para la transferencia al Hospital del Niño.

Se inició cobertura antibiótica debido al estado nutricional en base a cefotaxima por la desnutrición grave. Se prosigue con la instalación de CVC para administración de NPT y la administración de dobutamina como inotrópico para mejorar la perfusión general. Dada la condición de paciente intercurrente con datos de sobrecarga hídrica, se incrementó dosis de diuréticos.

2.6.2. Uso del Dispositivo Leandro

El dispositivo orotraqueal Leandro se instaló al paciente debido a la necesidad de ventilación mecánica invasiva por su deterioro respiratorio. Se documentó la evolución clínica del paciente, incluyendo la duración del uso del dispositivo, parámetros ventilatorios y signos de complicaciones asociadas al mismo.

El dispositivo de fijación orotraqueal Leandro fue el principal instrumento de intervención, diseñado para mejorar la calidad de vida del paciente pediátrico portador de tubo endotraqueal durante períodos prolongados. Este dispositivo proporciona estabilidad en la fijación del tubo endotraqueal, previniendo lesiones en las comisuras bucales y facilitando la succión no nutritiva, la cual ha sido documentada como una práctica que reduce el dolor, el estrés y mejora el confort del paciente.

El impacto del dispositivo Leandro fue monitoreado a través de la observación directa de los siguientes indicadores: el tiempo de uso, la evolución del peso del paciente, la estabilidad hemodinámica, la respuesta al estímulo de succión no nutritiva, y la prevención de complicaciones asociadas al uso prolongado de dispositivos de fijación orotraqueal, tal cual se aprecia en la tabla 2.

Tabla 22 Instrumento de monitorización de las ventajas del dispositivo Leandro en paciente pediátrico crónico complejo-unidad de cuidados intensivos pediátricos Hospital del niño Dr. Ovidio Aliaga Uría, 2024

Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	Día 21	Día 22	Día 23	Día 24	Día 25	
LEANDRO																									
VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	VM	
TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	TET	
R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	
Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	Succión	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	deglució	
n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	
lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	lesión	
comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	comisura	
labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	labial	
FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	FC90-107	
FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	FR-38-42	
SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	SP02-88-90%	
Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	
CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	CVC	
SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	SOG	
SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	SV	
NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	NPT	
NENTE RAL		NENTE RAL	0	NENTE RAL	0	NENTE RAL	0	NENTE RAL	0	NENTE RAL	0	NENTE RAL	0	NENTE RAL	0	NENTE RAL	0	NENTE RAL	0	NENTE RAL	0	NENTE RAL	0	NENTE RAL	
P=2200 KG	X	X	X	X	X	X	P=3300 KG		X	X	X	X	X	3420KG	X	X	X	X	X	P=3320 KG		X	X	P=3340 KG	

Nota: 1 Paciente con estancia de 217 días, se aplicó el dispositivo de fijación de tubo endotraqueal Leandro del día 1 al 25 con chupón de silicona, monitoreado mediante un instrumento de seguimiento de elaboración propia, las dimensiones de observación: Reflejo de succión y deglución, lesiones en la comisura labial, confort evaluado con las constantes Frecuencia Cardíaca FC con rango de 90 -107, Frecuencia Respiratoria de 38 - 42, Saturación de Oxígeno de 88 - 90%, la evaluación del peso (P) 3 veces por semana; Iniciando con 2,200 kg, el ascenso fue lento, el rango obtenido fue de 3,320 - 3,620 Kg., esta disparidad secundariamente se relacionó con el gasto energético debido al soporte ventilatorio con modalidad Mandatorio sincrónica intermitente(SIMV) según el tiempo de estancia con dispositivos invasivo.

2.6.3. Evaluaciones Clínicas Periódicas

Se llevaron a cabo evaluaciones médicas diarias del estado respiratorio, cardiovascular, neurológico y gastrointestinal del paciente:

Examen físico diario: Evaluación del estado general, expansión torácica, auscultación pulmonar, soplos cardíacos y estado de la piel y mucosas. Monitoreo continuo: Saturación de oxígeno, frecuencia cardíaca y respiratoria, presión arterial y balance hídrico. Revisión de parámetros ventilatorios: Ajustes de la ventilación mecánica según requerimientos clínicos.

2.6.4. Intervenciones Terapéuticas

Se documentaron todas las intervenciones terapéuticas, tales como la administración de fármacos (antibióticos, diuréticos, inotrópicos), uso de nutrición enteral y parenteral, y procedimientos quirúrgicos paliativos (cierre del conducto arterioso y cerclaje de arteria pulmonar).

Cardiología indica que para cirugía correctiva la paciente requiere un peso de 5 kg, que contaba con un peso de 2,400 kg, con nutrición enteral y parenteral, debido al estado nutricional del paciente solo se puede ofrecer cirugía paliativa, antes de realizar una cirugía correctora que es muy compleja. La cirugía paliativa involucra cierre del ductos y cerclajes de arterial pulmonar para contribuir a la ganancia de peso, continuar con nutrición mixta: enteral y parenteral, manejo postoperatorio de la cirugía paliativa en la unidad de cuidados intensivos pediátrico. En la tabla 3 se presenta las indicaciones médicas.

Tabla 23 Indicaciones Médicas

Formula elemental	Arm	npt 314.9 ml	Fármacos fluconazol 25 mg c/24 iv	Laboratorio Seguimiento	Medidas Generales
10 ml por 8 tomas	Manejo dinámico	13.2ml/ h	Paracetamol 60mg IVPRN	Seguimiento por las especialidades	Posición fowler
SOG		IV	Fenobarbital 12mg SOG c/12 hrs. Espironolactona 5mg SOG c/12 hrs. Vitamina K 1mgIV c/24 hrs. Furosemida 1 mg IV c/12 hrs.	Cardiología Infectología Neurología Cirugía plástica Gastroenterología Otorrinolaringología	Monitorización continua Mantener normotermia Baño diario con clorhexidina jabonosa 2% Cuidados CVC Control de perímetro abdominal, cambios de posición c/4 hrs. fisioterapia, curación de herida en región occipital, BH c/3 horas.

3. Resultados

Los resultados se analizaron en función de la evolución clínica del paciente, con especial énfasis en la efectividad del dispositivo Leandro para:

- Mantener una saturación adecuada de oxígeno (>94%).
- Prevenir lesiones en las comisuras bucales durante los 25 días de uso.
- Mejorar la estabilidad hemodinámica sin requerir apoyo aminérgico.

3.1. Análisis de Datos

El análisis de los datos se realizó de manera exploratoria y descriptiva, con el fin de identificar patrones de comportamiento y efectos clínicos del uso del dispositivo Leandro en el paciente crónico complejo. Se prestó especial atención a los cambios en los parámetros fisiológicos, la reducción de complicaciones asociadas y el impacto en la calidad de vida del paciente y su familia. Además, se compararon los resultados obtenidos con la literatura existente sobre pacientes pediátricos crónicos complejos y el uso de tecnologías de soporte ventilatorio prolongado.

La observación sistemática fue el método principal de análisis, complementada con el seguimiento de las notas clínicas y los registros de cuidados de enfermería para documentar los progresos o complicaciones durante el tratamiento. En la tabla 4 se presenta el registro de cuidados de enfermería.

Tabla 24 Registro de cuidados de Enfermería

Monitorización	Ventilación Mecánica	Ingresos NPT	Ingresos Fármacos	Ingresos	Egresos	Actividades de enfermería
FC 107 PA 90/55 PAM 67 FR 41 SP02 90% T° 36,2 Llenado 2"	Modalidad PSIMV FiO2 35% PIP 13 cmH2O PEEP 5 cm H2O TI ,43 I:E 1:3 Presión Soporte 7	13ml/hora	Fluconazol 20 c/24 horas. IV Horas 24 Fenobarbital c/12 SOG horas 12-24 Espironolacto na 65mg c/12 hrs. Horas	Formula Elemental 10 x 8 Tomas 9-12-15- 18-21- 24- 03.	Ritmo diurético De 6 horas 1.7 ml/kg/h BALANCE INGRESOS 99ml/6horas EGRESOS 36 ml/6 hrs. Balance Positivo 63 ml	Aspiración de vía aérea de acuerdo a criterios de aspiración una en la guardia de 6 horas. Higiene Bucal Cada 3 horas Control de perímetro abdominal c/6 horas. Baño –confort por turno. Cambio de posición c/3 horas
Control de Signos vitales horario.	Control por cada turno, o cambio de modalidad y/o parámetros	CVC lumen proximal	Evaluación de fecha caducidad fármaco.	SOG de Control de perímetro abdominal		Procedimiento Invasivo CVC 26 DIAS I= 16-6-24 SOG 2 I=11-07-24 TET= 30 días Con dispositivo de fijación Leandro.

Nota: 2 Categoría de Paciente A, estado estable, pupilas isocóricas fotoreactivas, parámetros vitales dentro de parámetros para la edad, cuidados respiratorios TET 25 días con dispositivo Leandro durante el uso estimulación del reflejo de succión, nutrición no

Los datos obtenidos se organizaron en tablas y gráficos para facilitar el análisis de la evolución clínica. Se realizó un análisis descriptivo de las variables cuantitativas (frecuencia cardíaca, respiratoria, saturación, peso) y cualitativas (estado de la mucosa oral, desarrollo de complicaciones).

Métodos estadísticos: Se utilizó estadística descriptiva para analizar la evolución de las variables mencionadas. Dado que se trata de un estudio de caso único, los resultados se presentan en función de la observación directa y su relación con la literatura existente. En la fig. 1 se presenta los métodos estadísticos.

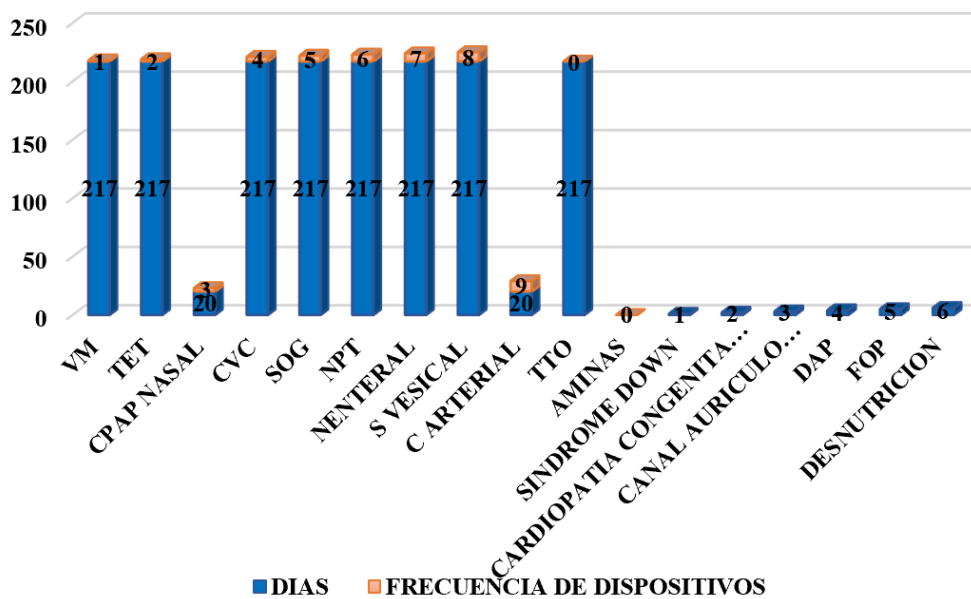


Fig. 1 Paciente pediátrico crónico complejo portador de Dispositivo Leandro con Diagnósticos médicos - procedimientos invasivos Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos Hospital del Niño Dr. Ovidio Aliaga Uriá, 2024

3.2 Análisis de Datos

Este estudio fue aprobado por el comité de ética del Hospital del Niño, respetando todos los principios éticos para la investigación en seres humanos, según la Declaración de Helsinki. Se obtuvo el consentimiento informado de los padres del paciente para el uso de los datos clínicos con fines investigativos.

4. Discusión

La discusión del presente estudio se centra en la relevancia de los pacientes crónicos complejos pediátricos, utilizando como base los hallazgos de Sánchez y colegas. Estos autores proponen un esquema de clasificación de riesgo clínico que permite categorizar a los pacientes pediátricos con múltiples patologías, dependientes de tecnología, como respirador y nutrición parenteral total (NPT), y que presentan estancias hospitalarias prolongadas. En el caso clínico analizado, el paciente permaneció 217 días hospitalizado, con más de tres diagnósticos médicos, lo que lo clasifica dentro de la categoría de paciente crónico complejo. Esto se debe a la afectación significativa de múltiples sistemas, en particular, una enfermedad pulmonar crónica derivada de una cardiopatía congénita no resuelta.

Sánchez, destaca que este tipo de pacientes representa un desafío creciente en la atención pediátrica, lo cual también es evidente en el contexto local del caso clínico. Sin embargo, es necesario profundizar en el estudio de esta problemática, abordando aspectos como la prevalencia y el desarrollo de herramientas de clasificación más específicas, además de considerar el alto costo económico que supone el tratamiento de estos pacientes, incluyendo ventilación mecánica, NPT y estancias hospitalarias prolongadas. Esto refuerza la necesidad de desarrollar nuevos modelos de atención para este grupo vulnerable.

Por otro lado, los profesionales de enfermería enfrentan desafíos constantes en la atención integral de estos pacientes, especialmente en lo que respecta a la prevención de lesiones y la mejora de la calidad de vida durante la estancia hospitalaria. En este caso particular, se observó un impacto positivo con el uso del dispositivo Leandro durante 25 días, que evitó lesiones en las comisuras labiales, promovió la succión no nutritiva, facilitó el aumento de peso (280 gramos) y mejoró el confort del paciente, lo que contribuyó a su bienestar general. No obstante, la complejidad del caso clínico, con un alto riesgo y dependencia tecnológica, también demandó la inclusión de cuidados paliativos, como lo describe Garaycochea, para abordar de manera integral el dolor, los aspectos psicológicos y espirituales, y el apoyo tanto al paciente como a la familia durante todo el proceso.

El impacto de los pacientes crónicos complejos en la pediatría está en aumento a nivel internacional. Según un estudio de 15 años, las tasas de hospitalización de niños con enfermedades crónicas complejas (CCC) han crecido significativamente, duplicándose en algunos casos. Por ejemplo, las hospitalizaciones de niños con parálisis cerebral y múltiples diagnósticos CCC aumentaron de 7,1 a 10,4 por cada 100,000, mientras que las hospitalizaciones por displasia broncopulmonar y múltiples diagnósticos CCC pasaron de 9,8 a 23,9 por cada 100,000 [5]. Sin embargo, estos estudios no consideran la duración de las hospitalizaciones, como se destacó en el presente caso clínico, con una estancia de 217 días, lo que subraya la importancia de continuar investigando esta problemática en otros contextos.

En cuanto al uso de dispositivos médicos, se observó que el 21,6% de los pacientes pediátricos crónicos complejos requieren ventilación mecánica, mientras que un 10,5% de ellos ingresan a la UCIP[6]. Además, los pacientes suelen depender de múltiples dispositivos, como tubos de gastrostomía, catéteres venosos centrales y ventilación mecánica. En este sentido, el caso clínico evaluado mostró una estancia prolongada en la UCIP con dependencia de dispositivos como el tubo endotraqueal, sonda orogástrica, catéter venoso central, NPT y sonda vesical, lo que resalta la complejidad de su manejo (Ver tabla 4).

En resumen, el presente estudio subraya la importancia de abordar de manera integral y especializada a los pacientes pediátricos crónicos complejos, considerando tanto los aspectos clínicos como los paliativos. A medida que la prevalencia de este grupo aumenta, es fundamental desarrollar estrategias de atención centradas en el paciente y su familia, optimizando el uso de recursos y mejorando la calidad de vida.

5. Conclusiones

El presente estudio de caso logró cumplir con el objetivo propuesto, destacándose en los siguientes aspectos:

La unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) es un área especializada que requiere la intervención de profesionales de enfermería con especialidad y maestría en terapia intensiva. La función principal de estos profesionales es brindar atención y cuidados a pacientes pediátricos en condición crítica, desde recién nacidos hasta adolescentes de 14 años y 30 días. Además, un componente esencial de su labor es involucrar a la familia en el proceso de cuidados, lo que contribuye a proporcionar una atención integral al paciente pediátrico en estado crítico.

Las principales funciones de la enfermera especializada en medicina crítica y terapia intensiva se orientan a identificar y priorizar las necesidades del paciente crítico, planificar la gestión de cuidados, registrar datos, brindar cuidados integrales y hacer partícipes a los familiares. Al tratar con niños, es crucial crear un ambiente de tranquilidad y seguridad, ya que esto ayuda a reducir la tensión y la angustia que las familias experimentan cuando tienen a un ser querido ingresado en la UCIP. El objetivo de la enfermera intensivista en la UCIP es proporcionar cuidados integrales que abarquen el cuerpo, alma y espíritu, en línea con los principios de Jean Watson, orientados a una atención de salud efectiva y de calidad. En el caso del paciente pediátrico crónico complejo, este enfoque busca la recuperación de su estado crítico.

En 2001, el Instituto de Medicina recomendó que la Agencia para la Investigación y la Calidad de la Atención Sanitaria identificara "15 afecciones prioritarias", considerando la frecuencia, la carga para la salud y el uso de recursos. Entre estas, se destacó a los niños con necesidades especiales de atención sanitaria (CSHCN, por sus siglas en inglés) como una población prioritaria.

Srivastava, subraya la importancia de un enfoque integral para brindar una atención eficaz, eficiente, coordinada y centrada en la familia, que mejor satisfaga las múltiples necesidades de estos niños y sus familias. Además, resalta la relevancia de familiarizarse con los dispositivos tecnológicos utilizados en niños con problemas médicos complejos, como recursos para mejorar la terapéutica.

En este contexto, el caso clínico presentado se centró en describir la relevancia y el impacto del uso del dispositivo Leandro en un paciente crónico complejo. El dispositivo se utilizó durante un periodo de 25 días en un paciente con 217 días de internación. Se observó que facilitó la succión no nutritiva, promoviendo el hábito de succión y deglución, y redujo el estrés y el dolor. Además, mejoró el confort del paciente, evitó lesiones en la comisura labial y contribuyó a mejorar su calidad de vida, optimizando la atención de calidad y seguridad durante su prolongada estancia.

El uso de este dispositivo también se relacionó con la reducción del sufrimiento del paciente, integrando un enfoque de cuidados humanizados que prioriza el seguimiento continuo, la empatía y los aspectos psicoafectivos. Esto implica un cambio en las actitudes y la educación de todos los profesionales involucrados en la atención de pacientes con enfermedades potencialmente mortales. Como sugieren Elizabeth Davies e Irene J. Higginson, el compromiso humano debe prevalecer sobre los medicamentos costosos e intervenciones, y debe ser una preocupación para todos los gobiernos.

Los datos presentados en el estudio también destacan la complejidad y el riesgo asociados a los diagnósticos médicos de difícil resolución y los procedimientos invasivos, lo que amerita una reflexión profunda por parte de todo el equipo de salud.

Sin embargo, se necesitan más estudios sobre este grupo poblacional, que sigue siendo infravalorado, no solo por el costo económico que implica, sino también por el costo social, familiar y emocional que enfrentan tanto las familias como los profesionales de enfermería. En este sentido, se coincide con Sánchez, en la necesidad de instaurar modelos sanitarios integrales que mejoren la calidad de vida de estos niños y sus familias, optimizando a su vez la eficiencia del sistema sanitario en un contexto globalizado.

6. Referencias

- [1] V. Garaycochea Cannon, «Cuidados intensivos y cuidados paliativos pediátricos: ¿Complementarios o excluyentes?», Rev. Iberoam. Bioét., n.o 18, pp. 01-14, mar. 2022, doi: 10.14422/rib.i18.y2022.002.
- [2] M. M. Reyes et al., «Escala numérica para evaluar síntomas espirituales en cuidados paliativos», Rev. Médica Chile, vol. 145, n.o 6, pp. 747-754, 2017, doi: 10.4067/s0034-98872017000600747.
- [3] D. Callahan, «Los fines de la medicina». Fundació Víctor Grífols i Lucas, 1999.
- [4] E. Davies y I. J. Higginson, Palliative care: the solid facts. Copenhagen, Denmark: World Health Organization, 2004.
- [5] K. H. Burns, P. H. Casey, R. E. Lyle, T. M. Bird, J. J. Fussell, y J. M. Robbins, «Increasing Prevalence of Medically Complex Children in US Hospitals», Pediatrics, vol. 126, n.o 4, pp. 638-646, oct. 2010, doi: 10.1542/peds.2009-1658.

- [6] D. Penela-Sánchez, S. Ricart, N. Vidiella, y J. J. García-García, «Estudio de los pacientes pediátricos crónicos complejos ingresados en un servicio de pediatría a lo largo de 12 meses», *An. Pediatría*, vol. 95, n.o 4, pp. 233-239, oct. 2021, doi: 10.1016/j.anpedi.2020.07.028.
- [7] K. A. Bjur, C.-I. Wi, E. Ryu, S. S. Crow, K. S. King, y Y. J. Juhn, «Epidemiology of Children With Multiple Complex Chronic Conditions in a Mixed Urban-Rural US Community», *Hosp. Pediatr.*, vol. 9, n.o 4, pp. 281-290, abr. 2019, doi: 10.1542/hpeds.2018-0091.
- [8] E. J. Cassel, «The Nature of Suffering and the Goals of Medicine», *N. Engl. J. Med.*, vol. 306, n.o 11, pp. 639-645, mar. 1982, doi: 10.1056/NEJM198203183061104.
- [9] W. Morrison y I. Berkowitz, «Do Not Attempt Resuscitation Orders in Pediatrics», *Pediatr. Clin. North Am.*, vol. 54, n.o 5, pp. 757-771, oct. 2007, doi: 10.1016/j.pcl.2007.06.005.
- [10] J. Supo y H. Zacarías, *Metodología de la Investigación Científica: Para Las Ciencias de la Salud y Las Ciencias Sociales*, 3a edición. Amazon Digital Services LLC, 2020.
- [11] L. Perez, R. Perez, y M. V. Seca, *Metodología de la Investigación científica*. Maipue, 2020.

Research Type (Original)

Classification and prediction of heart disease using Machine Learning models: A promising approach for medical diagnosis

Orlando Iparraguirre-Villanueva¹, Cleoge Paulino-Moreno^{2*}

¹Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Lima, Perú

²Universidad Nacional Ciro Alegría, Huamachuco, Perú

Autor correspondencial: paulinozenaida18@gmail.com

Article info	Abstract
Keywords: Machine learning prediction, heart diseases models	Background: heart disease is one of the leading causes of death worldwide, claiming 17.9 million lives. They are a major public health problem that affects people regardless of age or gender. Objective: This work aims to classify and predict heart disease using Machine Learning (ML) models such as Random Forest (RF), K-Nearest Neighbors (KNN), Support Vector Machine (SVM), Naive Bayes (NB), Decision Tree (DT) and Logistic Regression (LR). Methods: We worked with the Cleveland dataset from Kaggle, consisting of 303 patient records and 14 attributes. This research was conducted in different stages, including model understanding, dataset analysis and cleaning, ML model training, and model performance evaluation. Results: The results showed that the RF and KNN models achieved the highest levels of performance and accuracy with 88.52%, surpassing the other models such as SVM, NB, and LR which obtained 86.89% accuracy, and DT with 78.69%. Conclusions: In conclusion, the RF and KNN models stand out over the other models for this type of prediction task.

1 Introduction

One of the leading causes of death worldwide is heart disease [1]. The World Health Organization (WHO) reports that approximately 17.9 million people die each year from heart disease [2], and surprisingly, heart disease claims more lives each year than any other factor [3]. The most common heart disease, which affects around 41 million individuals, has experienced a significant increase in different countries [4], and the growing incidence of heart disease in the population is alarming [5]. Heart disease continues to represent a public health challenge on a global scale [6], with 428.7 deaths per 100,000 inhabitants in Haiti, followed by Guyana with 427.7, Suriname with 290, the Dominican Republic with 255.7 and Honduras with 363.3, among others [7]. In Spain, heart diseases are among the five main reasons for death [8]. In Ecuador, ischemic heart disease is the principal cause of death in the population, with approximately 8,779 deaths [9], while in Costa Rica, cardiovascular diseases are among the main reasons for death [10].

Over the next decade, an estimated 23.6 million people will lose their lives due to cardiovascular disease. Early identification of cardiovascular disease is critical in reducing the death rate and burden of disease, as well as early detection of risk factors that allow early warning [11]. It is possible to prevent most heart diseases by addressing associated risk behaviors such as smoking, an unhealthy and high-fat diet, being overweight, lack of physical exercise, and alcohol abuse [12].

Currently, artificial intelligence (AI) can be used in different fields of medicine, including clinical diagnosis [13]. Computational algorithms have a superior ability to detect diseases through medical images with greater accuracy than the human eye [14]. AI-enabled systems have played a significant role in the healthcare field in different countries where the use of AI expanded to explore solutions that could improve the delivery of medical services [15]. Machine Learning (ML) emerged as a decision support tool, where algorithms are used to create models capable of learning from data and recognizing patterns [16]. The ability of AI and ML algorithms to examine complex datasets benefits clinicians by predicting diseases at early stages and also contributes to advanced patient care and improving health outcomes. Accurate classification of cardiac disease can support the physician in making appropriate decisions for patients [17]. Likewise, accurate prediction of heart disease is of vital importance to provide effective treatment to patients before they experience a medical emergency.

Heart diseases represent a significant challenge to public health worldwide. Nowadays, many people suffer from heart disease. Due to this, throughout the last decades, experts have employed various approaches to predict heart diseases. For example, [18] proposed to creation of a detection system for classifier diseases such as SVM, NB, and KNN. The results evidenced that NB is the algorithm with the highest efficiency, with an accuracy of 96.9%. Similarly, [19] developed a novel method for classifying heart disease. They used a method based on data, fuzzy clustering, and modifiers. They concluded that the presented model achieved an accuracy of 80.46% which was lower than the 82.67% obtained by SVM. In the same way, in the paper [20] aimed at predicting heart diseases by using ML and EMR data features, they used NB, LR, RF, and neural networks classifiers along with cross-sectional features (CS) and longitudinal features (LT). RF achieved the highest score of 0.902 in the combination of CS and LT features. Also [21] proposes a detection system for coronary artery disease using RF and XGBoost classifiers. By combining RF and the TPOT classifier, the highest accuracy was achieved with a percentage of 97.52%. Likewise, [22] carried out a comparison between different classifiers to identify heart disease. He evaluated the KNN, DT, and RF algorithms. As a result, it was found that RF obtained an accuracy of 100%, which indicates that it is the most effective classifier. Finally, [23] proposed an automated approach using DL for heart sound signal classification. The RF-MFO-XGB ensemble model was used to perform the classification. The results showed that a classification accuracy of 89.08% was achieved.

This study will classify and predict heart disease using ML models such as RF, KNN, SVM, NB, DT, and LR. This paper is structured into several sections that address each aspect of the research. In section 2, an analysis of previous works related to the topic will be carried out. Section 3, on the other hand, will be devoted to explaining and developing the methodology used in the study. In section 4, an analysis of the results obtained will be made. In section 5, discussions on the results of other previous works will be carried out. Finally, in the sixth part of the paper, conclusions will be presented.

2 Method

In this part of the research, the theoretical foundations of the RF, DT, SVM, LR, NB, and KNN algorithms, as well as the procedure used to classify and predict heart disease, are presented.

2.1 Random Forest

RF has become one of the most successful algorithms in the ML field. It generates a series of decision trees randomly and subsequently combines them[24] using different training datasets and features. These individual models are combined using techniques such as voting or averaging to achieve the result RF has been shown to possess the ability to effectively handle data sets with high dimensionality and multicollinearity [25]. In classification, the RF algorithm stands out above other algorithms showing superior predictive capability [26]. When using the RF model for classification, the Gini index is generally used, and the formula for determining how the nodes of a tree branch are presented in equation (1).

$$Gini = 1 - \sum_{i=1}^c (P_i)^2 \quad (1)$$

Where:

Pi represents the relative class frequency, and C represents the number of classes.

2.2 K-Nearest Neighbors

KNN is a simple but effective classification algorithm [27]. KNN is widely recognized in the ML field due to its effectiveness; it can be employed for both classification and regression on datasets. It is fast and simple to understand, as well as efficient even when working with large datasets [28]. It seeks to identify the K nearest samples for each analyzed sample, to measure the separation between the samples and the evaluated sample, common distance calculation methods are employed, such as Euclidean, Hamming, and Manhattan [29]. In equation (2) the Euclidean distance is presented.

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2} \quad (2)$$

In this equation, "x" and "y" correspond to vectors that symbolize two instances in the feature space, "xi" and "yi" are the components of the vectors "x" and "y" respectively, and "n" represents the number of attributes present in the feature space.

2.3 Support Vector Machine

SVM is an ML that analyzes data and detects samples used in classification tasks [30]. SVM has as its main objective to obtain the separation of classes in the training datasets by generating a surface that maximizes the space between them [31]. It uses a nonlinear transformation to change the original pattern space, of low dimensionality into one of higher dimension, to find the optimal separation hyperplane in the new feature space. The optimal hyperplane is characterized by reaching the maximum margin between the data points, i.e., the largest distance separating the plane from the nearest points in the feature space [32]. Equation (3) shows how to compute the SVM classifier.

$$\left[\frac{1}{n} \sum_{i=1} \max (0, 1 - y_i (w^T x_i - b)) \right] + \lambda \|w\|^2 \quad (3)$$

2.4 Naive Bayes Algorithm

The NB classifier employs Bayes' theorem, which is a probabilistic graphical model widely used in real-world scenarios. This model assumes that the attributes of an object are independent or unrelated to each other [33]. Under the assumption that classes are independent, the model looks for an individual relationship between each feature and class attribute [34]. The probability density function is used to represent the classes assigned to the training data. Subsequently, the objects are linked to the class with the highest probability [35]. Equation (4) of NB is presented below. In general, the NB classifier is a powerful tool for analyzing data in various fields, thanks to its ability to model complex relationships and predict results accurately.

$$p(c|x) = \frac{p(x|c) * p(c)}{p(x)} \quad (4)$$

Specifically, $P(c|x)$ represents the probability that the correct category is c given the characteristics x of the object. In turn, $P(x|c)$ is the probability of observing the features x given that the category is c . $P(c)$ represents the a priori probability of the category c , while $P(x)$ represents the marginal probability of the features x . All these factors must be considered, to classify more accurately.

2.5 Decision Tree Algorithm

Decision trees (DT) are one of the most popular classifiers in use today [36]. The structure of a DT is based on a tree consisting of decision nodes containing labeled questions. The root and internal nodes represent these questions, while the edges lead to leaf nodes that provide solutions associated with each question. At each node, a binary decision is made to separate classes from the full data set [37].

2.6 Logistic Regression

Logistic Regression (LR) is a Deep Learning algorithm that is commonly used for categorization and works with binary variables [38]. It is used to create models that establish a relationship between a binary outcome variable and a set of explanatory variables. LR allows us to estimate the probability that an item belongs to a specific class [39], where the response indicates the success or failure of a particular event. Think of it as a powerful tool that predicts outcomes based on given data [40].

2.7 Dataset

This study uses a Cleveland data set from Kaggle, containing 303 patient entries with a total of 14 characteristics, such as age, sex, type of chest pain, resting blood pressure, cholesterol, fasting blood glucose, electrocardiogram results, maximum achieved heart rate, exercise-induced angina, previous peak, slope, number of major vessels, thalassemia, target, and outcome. In Fig. 1, you can see the diagram describing the sequence of stages in the development of this research.

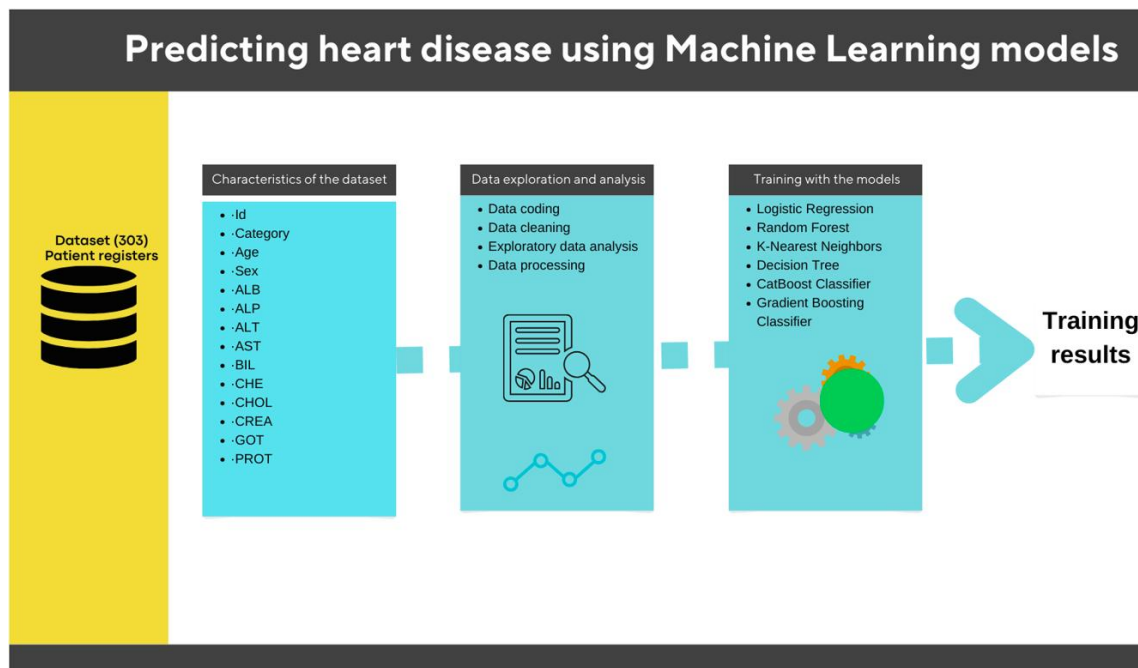


Fig. 18 Development process

2.8 Data processing

The data processing process involves a series of actions to ensure the reliability of this information, such as data cleaning, data transformation, and data analysis. First, we start by importing the required libraries to load the data. In the context of the Python language, data manipulation and analysis require several tools and libraries. In this research, libraries such as Pandas and NumPy were used. Pandas offer flexible and efficient data structures, such as DataFrames, which allow for easy data manipulation and processing, while Numpy is an essential library for numerical analysis in Python. Pandas were used for reading, cleaning, and manipulating data. The NumPy library was used for data analysis, addressing concepts such as mean and media.

In the second step, duplicate, missing, or incorrect information was eliminated. In addition, checks for anomalies and inconsistencies in the dataset were performed to ensure accuracy and reliability. Table I shows the characteristics of the data set.

Table I Type analysis of the dataset

#	Age	Sex	Resting blood pressure	Cholesterol	Fasting blood sugar	Resting electrocardiographic results	The maximum heart rate reached	Exercise-induced angina	Previous peak	...	Chest pain type	Thalassemia	Slope
1	63	1	145	233	1	0	150	0	2.3	...	0	1	1
2	37	1	130	250	0	1	187	0	3.5	...	0	0	1
3	41	0	130	204	0	0	172	0	1.4	...	1	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
302	57	1	130	131	0	1	115	0	1.2	...	1	3	0
303	57	0	130	236	0	0	174	1	0	...	1	2	0

2.9 Exploratory Data Analysis

This section provides an exploratory analysis of the dataset. Key aspects of the variables and their relationship to heart disease are discussed. The dataset includes information on 303 patients who have suffered myocardial infarctions. The information includes several clinical and demographic variables. The variable "Age" represents the age of the patients and ranges from 29 to 77 years, with a mean of 54 years.

The variable "Sex" represents the sex of the patients, where 1 represents male and 0 female. The variable "Type of chest pain" represents the type of chest pain experienced by the patients, where 1 represents typical angina, 2 represents atypical angina, 3 represents non-anginal pain and 4 represents asymptomatic. The variable "Blood pressure at rest" represents patients' blood pressure at rest, ranging from 94 to 200 mmHg, with a mean of 131 mmHg. The variable "Cholesterol" represents the blood cholesterol level of the patients, ranging from 126 to 564 mg/dl, with a mean of 246 mg/dl. The variable "Fasting blood sugar" represents the blood sugar level of the patients after fasting, where 1 represents more than 120 mg/dl and 0 represents less than or equal to 120 mg/dl. The variable "Electrocardiographic results at rest" represents the results of the electrocardiogram performed on the patients at rest, where 0 represents normal, 1 represents having ST-T wave abnormality and 2 represents showing probable or definite left ventricular hypertrophy. The variable "Maximum heart rate achieved" represents the maximum heart rate achieved by patients during exercise, ranging from 71 to 202 bpm, with a mean of 149 bpm. The variable "Exercise-induced angina" represents whether patients experienced exercise-induced angina, where 1 represents yes and 0 represents no. The variable "Exercise-induced segment depression" ranges from 0 to 6.2, with a mean of 1, and represents the amount of exercise-induced segment depression. Finally, the variable "Number of fluoroscopically stained major vessels" represents the number of fluoroscopically stained major vessels and ranges from 0 to 3.

These aspects are key to analyzing the association with heart disease. A more detailed statistical analysis follows. For example, figure 2(a) shows that people with non-anginal chest pain ($cp = 2$) have an increased risk of developing heart disease. However, in Figure 2(b), no relationship was found between high fasting blood glucose (fasting blood glucose > 120 mg/dl = 1) and the likelihood of developing heart disease.

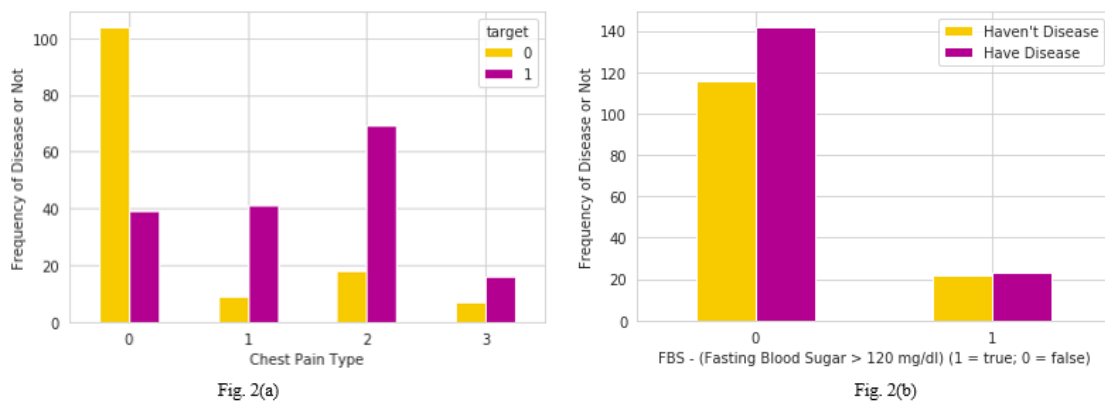


Fig. 19 Heart rate: a) according to chest pain; b) according to fasting blood glucose levels

Furthermore, in Figure 3 (a) and Figure 3 (b) belonging to the male gender a flat result (slope = 2) in the stress test slope would increase the possibility of presenting a cardiac condition. A correlation between sex and the slope of the stress test with the possibility of heart disease is evident.

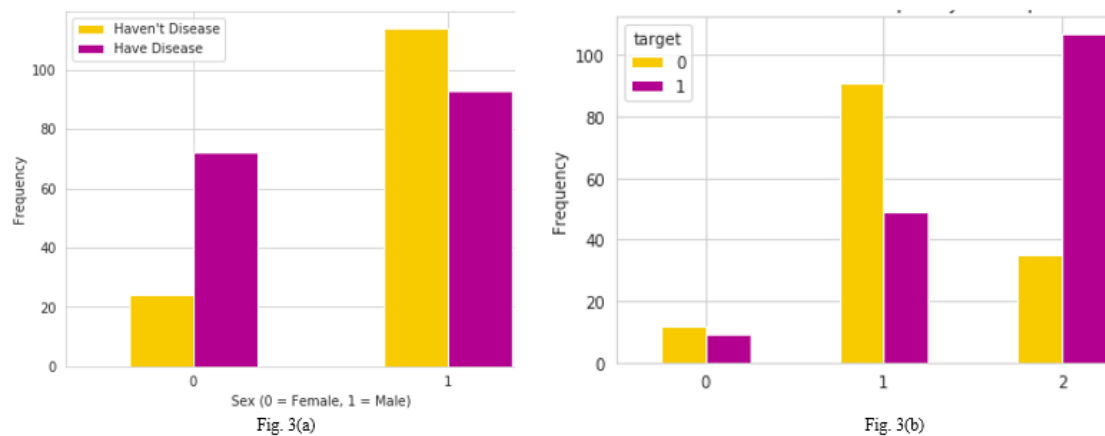


Fig. 20 Frequency of heart disease: a) By sex; b) According to slope

2.10 Data Training

The data training stage involves the process of fitting ML models to a data set. In this stage, the models are fitted, aiming to minimize the error between the predictions generated by the model and the data applied in its training. Therefore, data cleaning and data preparation were carried out, including the elimination of missing values and converting categorical variables into dummies. In addition, splits were made in the data, creating separate sets: one for training and another for testing. Eighty percent of the data set was assigned to training and 20% was used to assess performance. Then, ML models (RF, KNN, SVM, NB, DT, and D LR) were selected to compare their performance on the heart disease prediction task. The six models were trained with the training dataset by importing them into the Python sklearn library. Once the models were trained, we evaluated their performance using the test set. Metrics such as accuracy, recall, F1 score, and confusion matrix were calculated to evaluate the models' performance.

3 Results

This section presents the results obtained after applying ML algorithms (RF, KNN, SVM, NB, DT, and LR) to classify and predict heart disease using the Cleveland dataset of the Kaggle platform. This work used six algorithms widely recognized and used in ML. Each algorithm provides a different classification and prediction of heart disease, allowing us to compare their performance and evaluate their effectiveness in diagnosing heart disease. Before the review of the results, a process of data processing and investigation was carried out to ensure their quality and relevance. Exploratory cleaning and analysis techniques were applied to understand the connection between data set characteristics and the existence of heart disease. Throughout this section, the performance of each algorithm in terms of accuracy, throughput, and predictive power is presented. The evaluation metrics used to measure the classification quality are shown. This allows us to determine which algorithm performed best in the heart disease detection task. Analysis of the results is essential to understanding the effectiveness of each algorithm in a specific context. This provides valuable information for future research and clinical applications. Table 2 presents the training results.

Table 2 Evaluation of models

Random Forest				
	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)	Support
0	88.57	91.17	89.85	27
1	88.46	85.19	86.79	34
accuracy			88.52	61
macro avg	88.51	88.18	88.34	61
weighted avg	88.51	87.84	88.14	61
K-Nearest Neighbour				
	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)	Support
0	88.57	91.17	89.85	27
1	88.46	85.19	86.79	34
accuracy			88.52	61
macro avg	88.51	88.18	88.34	61
weighted avg	88.51	87.84	88.14	61
Support Vector Machine				
	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)	Support
0	88.24	88.24	88.24	27
1	88.19	85.19	86.66	34

accuracy		86.89	61	
macro avg	88.22	86.72	87.46	61
weighted avg	88.21	86.54	87.36	61
Naive Bayes				
	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)	Support
0	88.24	88.24	88.24	27
1	88.19	85.19	86.66	34
accuracy			86.89	61
macro avg	88.22	86.72	87.46	61
weighted avg	88.21	86.54	87.36	61
Decision Tree				
	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)	Support
0	84.37	79.41	81.81	27
1	75.86	81.48	78.57	34
accuracy			78.69	61
macro avg	80.12	80.45	80.28	61
weighted avg	79.63	80.56	80	61
Logistic Regression				
	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)	Support
0	88.24	88.24	88.24	27
1	88.19	85.19	86.66	34
accuracy			86.89	61
macro avg	88.22	86.72	87.46	61
weighted avg	88.21	86.54	87.36	61

In this study, different levels of accuracy were achieved using different ML models, including RF, KNN, SVM, NB, DT, and LR. The results obtained are as follows: the accuracy of RF and KNN reached 88.52%, DT reached 78.69%, and SVM, NB, and LR reached 86.89%. Based on the information provided in Table II, it can be determined that RF and KNN present the highest average in accuracy, accuracy, and F1-Score. Specifically, the accuracy of RF and KNN models reached 88.51% in precision, 87.84% in accuracy, and 88.14% in F1-Score. Similarly, SVM, NB, and LR obtained equal measures, achieving 88.21% accuracy, 86.54% recall, and 87.36% F1-Score.

Finally, the DT model achieved 79.63% accuracy, 80.56% recall, and 80% F1 score. These results give us a clear picture of the performance of each algorithm on the dataset used in this study. This is in terms of the classification and prediction of heart disease.

4 Discussion

In recent decades, ML has emerged as a promising tool for early and accurate prediction and detection of heart disease. Heart disease is one of the leading causes of death worldwide. Therefore, heart disease prediction becomes a valuable tool to treat patients before complications occur and improve their quality of life. In addition, by identifying those at highest risk, a preventive approach can be applied, which can reduce complications and improve long-term health outcomes. RF, KNN, SVM, NB, DT, and LR

models were used in this study. The training results revealed that RF and KNN performed 88.52% each, and obtained the best results in heart disease detection, which does not match the results obtained in the study [18] that evaluated different ML models, and the results indicated that the NB algorithm proved to be the most effective with an accuracy of 96.9%. However, according to the results of [19], it was concluded that SVM was more accurate than other ML models such as KNN, NB, and RF obtaining an accuracy of 82.67%, the result shows a lower accuracy compared to 88.52% obtained by RF and KNN in this study. Coinciding with the work [20], where they used different classifier algorithms, obtaining an accuracy of 90.2%, this result is higher than the 88.52% obtained in this study, it is due to different factors, one of them could be the techniques used. This is related to the results obtained in [21], where they concluded that the combination of RF and the TPOT classifier achieved the highest accuracy with an accuracy of 97.52%. Similarly, this work agrees with [22] where different ML models were compared. These algorithms were KNN, RF, and DT. As a result, they found that RF obtained an accuracy of 100%. This work contributes to the medical community as a tool capable of efficiently predicting cardiac diseases. It is important to point out that the results correlate with previous studies and reinforce the relevance of ML models in the medical field.

The prognosis of heart disease using ML techniques is a valuable tool for medicine; however, the accuracy in the detection of these diseases depends largely on the quality and relevance of the data used during the model training process.

5 Conclusions

After training and comparing the different ML prediction models (RF, KNN, SVM, NB, DT, and LR) for predicting heart disease, the following conclusions were reached. It could be concluded that the KNN and RF models obtained the most outstanding results in terms of accuracy and performance in predicting heart disease, with 88.52% accuracy. This outperforms the other models, such as SVM, NB, and LR, which obtained 86.89% accuracy, and DT, with 78.69%. Therefore, these models stand out as the most accurate predictors of heart disease. This makes them valuable tools for improving the management and treatment of people at risk for these diseases. Their application can be beneficial by providing early and accurate detection of heart disease. This, in turn, enables more timely and effective medical care to be provided to affected patients. In addition, certain attributes have been found to influence an increased likelihood of heart disease. Attributes such as sex, fasting blood glucose, and blood type may play a crucial role as determinants of heart disease.

Although the results obtained in this study are promising, it is pertinent to highlight that the limited number of records in the data set is a significant limitation. This aspect should be addressed in future work to advance the prediction of heart disease.

Finally, ML models can be valuable resources for detecting heart disease. The implementation of ML models such as RF, KNN, SVM, NB, DT, and LR, together with careful variable selection, can greatly increase prediction accuracy. It is expected that soon it will be possible to train these models with large data sets to improve prediction results.

6 References

- [1] "Cardiovascular diseases (CVDs)." Accessed: Jul. 13, 2023. [Online]. Available: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- [2] "Cardiovascular diseases." Accessed: May 28, 2023. [Online]. Available: https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases/#tab=tab_1
- [3] "Enfermedades cardiovasculares - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud." Accessed: May 28, 2023. [Online]. Available: <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-cardiovasculares>
- [4] J. S. Aluru, A. Barsouk, K. Saginala, P. Rawla, and A. Barsouk, "Valvular Heart Disease Epidemiology," *Med Sci (Basel)*, vol. 10, no. 2, Jun. 2022, doi: 10.3390/MEDSCI10020032.
- [5] N. A. M. Zaini and M. K. Awang, "Performance Comparison between Meta-classifier Algorithms for Heart Disease Classification," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 13, no. 10, pp. 323–328, 2022, doi: 10.14569/IJACSA.2022.0131039.

- [6] “Tamizaje de cardiopatías congénitas,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, no. 3, pp. 1548–1558, Jun. 2022, doi: 10.37811/CL_RCM.V6I3.2311.
- [7] “La Carga de Enfermedades Cardiovasculares - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud.” Accessed: May 28, 2023. [Online]. Available: <https://www.paho.org/es/enlace/carga-enfermedades-cardiovasculares>
- [8] P. Zuera and E. Rentería, “La esperanza de vida libre de enfermedad no aumenta en España,” *Perspectives Demográfiques*, pp. 1–4, Jan. 2021, doi: 10.46710/CED.PD.ESP.22.
- [9] G. Lugmaña, S. Carrera, A. A. Fernández, and D. Andrade, “Registro Estadístico de Defunciones Generales. Elaborado por: Revisado por”, Accessed: Jun. 04, 2023. [Online]. Available: www.ecuadorenclifras.gob.ec
- [10] D. C. Elizondo, “FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR,” *Revista Ciencia y Salud Integrando Conocimientos*, vol. 4, no. 1, p. undefined-undefined, Jan. 2020, doi: 10.34192/CIENCIAYSALUD.V4I1.108.
- [11] L. Veloza, C. Jiménez, D. Quiñones, F. Polanía, L. C. Pachón-Valero, and C. Y. Rodríguez-Triviño, “Variabilidad de la frecuencia cardiaca como factor predictor de las enfermedades cardiovasculares,” *Revista Colombiana de Cardiología*, vol. 26, no. 4, pp. 205–210, Jul. 2019, doi: 10.1016/J.RCCAR.2019.01.006.
- [12] “Cardiovascular diseases (CVDs).” Accessed: Jun. 04, 2023. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-cvds>
- [13] P. Délano R., “Inteligencia artificial en otorrinolaringología,” *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, vol. 79, no. 1, pp. 7–7, Mar. 2019, doi: 10.4067/S0718-48162019000100007.
- [14] E. Basáez and J. Mora, “Salud e inteligencia artificial: ¿cómo hemos evolucionado?,” *Revista Médica Clínica Las Condes*, vol. 33, no. 6, pp. 556–561, Nov. 2022, doi: 10.1016/J.RMCLC.2022.11.003.
- [15] H. da C. Nunes, R. M. C. Guimarães, and L. Dadalto, “Desafíos bioéticos del uso de la inteligencia artificial en los hospitales,” *Revista Bioética*, vol. 30, no. 1, pp. 82–93, Mar. 2022, doi: 10.1590/1983-80422022301509ES.
- [16] E. José De la Hoz Domínguez *et al.*, “Aprendizaje automático y PYMES: Oportunidades para el mejoramiento del proceso de toma de decisiones,” *Investigación e Innovación en Ingenierías*, vol. 8, no. 1, pp. 21–36, Jan. 2020, doi: 10.17081/INVINNO.8.1.3506.
- [17] T. N. Nguyen and T. H. Nguyen, “Deep learning framework with ECG feature-based kernels for heart disease classification,” *Elektronika ir Elektrotechnika*, vol. 27, no. 1, pp. 48–59, Feb. 2021, doi: 10.5755/J02.EIE.27642.
- [18] M. M. Rahma and A. D. Salman, “Heart Disease Classification-Based on the Best Machine Learning Model,” *Iraqi Journal of Science*, vol. 63, no. 9, pp. 3966–3976, 2022, doi: 10.24996/IJS.2022.63.9.28.
- [19] K. Bahani, M. Moujabbar, and M. Ramdani, “An accurate fuzzy rule-based classification systems for heart disease diagnosis,” *Sci Afr*, vol. 14, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.SCIAF.2021.E01019/AN_ACCURATE_FUZZY_RULE_BASED_CLASSIFICATION_SYSTEMS_FOR_HEART_DISEASE_DIAGNOSIS.PDF.
- [20] Q. Li, A. Campan, A. Ren, and W. E. Eid, “Automating and improving cardiovascular disease prediction using Machine learning and EMR data features from a regional healthcare system,” *Int J Med Inform*, vol. 163, p. 104786, Jul. 2022, doi: 10.1016/J.IJMEDINF.2022.104786.
- [21] R. Valarmathi and T. Sheela, “Heart disease prediction using hyper parameter optimization (HPO) tuning,” *Biomed Signal Process Control*, vol. 70, p. 103033, Sep. 2021, doi: 10.1016/J.BSPC.2021.103033.
- [22] M. M. Ali, B. K. Paul, K. Ahmed, F. M. Bui, J. M. W. Quinn, and M. A. Moni, “Heart disease prediction using supervised machine learning algorithms: Performance analysis and comparison,” *Comput Biol Med*, vol. 136, p. 104672, Sep. 2021, doi: 10.1016/J.COMPBIOMED.2021.104672.
- [23] A. Rath, D. Mishra, G. Panda, and M. Pal, “Development and assessment of machine learning based heart disease detection using imbalanced heart sound signal,” *Biomed Signal Process Control*, vol. 76, p. 103730, Jul. 2022, doi: 10.1016/J.BSPC.2022.103730.
- [24] S. Das, M. S. Imtiaz, N. H. Neom, N. Siddique, and H. Wang, “A hybrid approach for Bangla sign language recognition using deep transfer learning model with random forest classifier,” *Expert Syst Appl*, vol. 213, p. 118914, Mar. 2023, doi: 10.1016/J.ESWA.2022.118914.
- [25] O. Iparraguirre-Villanueva, A. Epifanía-Huerta, C. Torres-Ceclén, J. Ruiz-Alvarado, and M. Cabanillas-Carbonell, “Breast Cancer Prediction using Machine Learning Models,” *International Journal of Advanced*

- Computer Science and Applications*, vol. 14, no. 2, pp. 610–620, Dec. 2023, doi: 10.14569/IJACSA.2023.0140272.
- [26] D. Yang *et al.*, “Compressive strength prediction of concrete blended with carbon nanotubes using gene expression programming and random forest: hyper-tuning and optimization,” *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 24, pp. 7198–7218, May 2023, doi: 10.1016/J.JMRT.2023.04.250.
- [27] Z. XI, Y. LYU, Y. KOU, Z. LI, and Y. LI, “An online ensemble semi-supervised classification framework for air combat target maneuver recognition,” *Chinese Journal of Aeronautics*, vol. 36, no. 6, pp. 340–360, Jun. 2023, doi: 10.1016/J.CJA.2023.04.020.
- [28] M. Bansal, A. Goyal, and A. Choudhary, “A comparative analysis of K-Nearest Neighbor, Genetic, Support Vector Machine, Decision Tree, and Long Short Term Memory algorithms in machine learning,” *Decision Analytics Journal*, vol. 3, p. 100071, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.DAJOUR.2022.100071.
- [29] M. M. Rahma and A. D. Salman, “Heart Disease Classification–Based on the Best Machine Learning Model,” *Iraqi Journal of Science*, vol. 63, no. 9, pp. 3966–3976, Sep. 2022, doi: 10.24996/IJS.2022.63.9.28.
- [30] D. K. Jana, P. Bhunia, S. Das Adhikary, and A. Mishra, “Analyzing of salient features and classification of wine type based on quality through various neural network and support vector machine classifiers,” *Results in Control and Optimization*, vol. 11, p. 100219, Jun. 2023, doi: 10.1016/J.RICO.2023.100219.
- [31] E. S. Mohamed, T. A. Naqishbandi, S. A. C. Bukhari, I. Rauf, V. Sawrikar, and A. Hussain, “A hybrid mental health prediction model using Support Vector Machine, Multilayer Perceptron, and Random Forest algorithms,” *Healthcare Analytics*, vol. 3, p. 100185, Nov. 2023, doi: 10.1016/J.HEALTH.2023.100185.
- [32] B. Dimitrijevic, R. Asadi, and L. Spasovic, “Application of hybrid support vector Machine models in analysis of work zone crash injury severity,” *Transp Res Interdiscip Perspect*, vol. 19, p. 100801, May 2023, doi: 10.1016/J.TRIP.2023.100801.
- [33] J. Luke and Suhajito, “Data Mining of Automatically Promotion Tweet for Products and Services Using Naïve Bayes Algorithm to Increase Twitter Engagement Followers atPT. Bobobobo,” *Procedia Comput Sci*, vol. 59, pp. 254–261, Jan. 2015, doi: 10.1016/J.PROCS.2015.07.550.
- [34] M. Shaheen, N. Naheed, and A. Ahsan, “Relevance-diversity algorithm for feature selection and modified Bayes for prediction,” *Alexandria Engineering Journal*, vol. 66, pp. 329–342, Mar. 2023, doi: 10.1016/J.AEJ.2022.11.002.
- [35] S. Lahmiri, “A comparative study of statistical machine learning methods for condition monitoring of electric drive trains in supply chains,” *Supply Chain Analytics*, vol. 2, p. 100011, Jun. 2023, doi: 10.1016/J.SCA.2023.100011.
- [36] L. Yi and W. Kang, “A New Genetic Programming Algorithm for Building Decision Tree,” *Procedia Eng*, vol. 15, pp. 3658–3662, Jan. 2011, doi: 10.1016/J.PROENG.2011.08.685.
- [37] Z. Guo, Y. Shi, F. Huang, X. Fan, and J. Huang, “Landslide susceptibility zonation method based on C5.0 decision tree and K-means cluster algorithms to improve the efficiency of risk management,” *Geoscience Frontiers*, vol. 12, no. 6, p. 101249, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.GSF.2021.101249.
- [38] O. Iparraguirre-Villanueva *et al.*, “Comparison of Predictive Machine Learning Models to Predict the Level of Adaptability of Students in Online Education,” *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 14, no. 4, pp. 494–503, 2023, doi: 10.14569/IJACSA.2023.0140455.
- [39] W. Książek, M. Gandor, and P. Pławiak, “Comparison of various approaches to combine logistic regression with genetic algorithms in survival prediction of hepatocellular carcinoma,” *Comput Biol Med*, vol. 134, p. 104431, Jul. 2021, doi: 10.1016/J.COMPBIOMED.2021.104431.
- [40] T. M. Jawa, “Logistic regression analysis for studying the impact of home quarantine on psychological health during COVID-19 in Saudi Arabia,” *Alexandria Engineering Journal*, vol. 61, no. 10, pp. 7995–8005, Oct. 2022, doi: 10.1016/J.AEJ.2022.01.047.