

ISSN-e: 2542-3401, ISSN-p:1316-4821

DOI: 10.47460/uct.v28i122

Universidad, ciencia y tecnología

Volume 28, Issue 122, 2024


AutanaBooks

Engineering & Services

UNIVERSIDAD, CIENCIA y TECNOLOGÍA

Vol. 28 Nº 122, marzo 2024

Revista de publicación continua de la Universidad Nacional
Experimental
Politécnica "Antonio José de Sucre", UNEXPO,
Vicerrectorado Puerto Ordaz.
coordinada, editada y publicada por
AutanaBooks S.A.S

Indexada en:

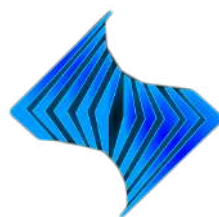
- Actualidad Iberoamericana
 - LATINDEX
 - REVENCYT
- Colección Scielo (www.scielo.org.ve)
 - CiteFactor
 - MIAR
 - ERIHPLUS
 - EuroPub
 - CLASE
- Aluminium Industry Abstracts
 - Corrosion Abstracts
- CSA Engineering Research Database
- CSA Materials Research Database with METADEX
- CSA Recent References Related to Technology
- CSA Technology Research Database
 - Environment Abstracts
- Mechanical & Transportation Engineering Abstracts
 - METADEX

Registrada en:

- Ulrich's Internacional Periodicals Directory

Sitio web de la revista:

<http://uctunexpo.autanabooks.com>



Los artículos, opiniones y colaboraciones que se publican en esta revista no representan necesariamente la filosofía informativa o institucional de AutanaBooks y UNEXPO Puerto Ordaz, y pueden ser reproducidos previa autorización de la Editorial. En caso de reproducción, favor citar la fuente y enviar copia del medio utilizado a AutanaBooks, Sector Mitad del Mundo, Quito, Ecuador.

Universidad, Ciencia y Tecnología

ISSN-e: 2542-3401, ISSN-p:1316-4821

DOI: 10.47460/uct.v28i122

Vol. 28 N° 122, Marzo 2024

Publicación continua

Autoridades UNEXPO Puerto Ordaz

Rector: Dra. Rita Añez

Vice Rector: Dr. Luis Rosales

Our Cover



En nuestra portada reiteramos nuestro compromiso con la difusión de la ciencia en nuestra región. Por eso seguimos apoyando la publicación de investigaciones científicas en América Latina.

Fuente: canva.com
Licencia: 03422-17578080

Sitio web:

<https://uctunexpo.autanabooks.com>

EQUIPO TÉCNICO

Webmaster y Metadata

Ing. Ángel Lezama (Quito, Ecuador).
a2lezama@gmail.com

Diseño Gráfico y maquetación:

Adrián Hauser
(AutanaBooks, Ecuador).
adrian.hauser@gmail.com

Traductor: Fausto Bartolotta

Via Francesco Crispi, 309/A
98028 Santa Teresa Di Riva, Provincia Messina
Italia
fbartolotta@gmail.com

REVISTA UNIVERSIDAD, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Editora:

Dr. Franyelit Suárez,
<http://orcid.org/0000-0002-8763-5513>
editorial@autanabooks.com
AutanaBooks,
Quito, Ecuador

Director:

Dr. Luis Rosales.
<https://orcid.org/0000-0002-7787-9178>
Universidad Nacional Experimental Politécnica
"Antonino José de Sucre", Vice Rectorado Puerto Ordaz
luis.rosals2@gmail.com
Bolívar, Venezuela.

DIRECTORIO DE LA REVISTA UNIVERSIDAD, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Dr. Farooq Ahmed Jam

Executive Director

<https://orcid.org/0000-0001-7388-5522>
jam@globalilluminators.org
Global Illuminators Kuala Lumpur, Malaysia

Dr. José García-Arroyo.

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)

jagarcia@uees.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-9905-1374>
Madrid, España

Dr. Valentina Millano.

<https://orcid.org/0000-0001-6138-4747>.
millanov@fing.luz.edu.ve, millanov@gmail.com
Directora. Universidad del Zulia.
Centro de Estudios de Corrosión (CEC).
Zulia, Venezuela.

PhD. Yajaira Lizeth Carrasco Vega

<https://orcid.org/0000-0003-4337-6684>
ycarrasco@undc.edu.pe
Universidad Nacional de Cañete
Lima, Perú.

Dr. Edwin Flórez Gómez

<https://orcid.org/0000-0003-4142-3985>
Universidad de Puerto Rico en Mayagüez
edwin.florez@upr.edu
Mayagüez, Puerto Rico

Dr. Jairo José Rondón Contreras

<https://orcid.org/0000-0002-9738-966X>
Instituto tecnológico de Santo Domingo
rondonjx@gmail.com/ jairo.rondon@intec.edu.do
República Dominicana

DIRECTORIO DE LA REVISTA UNIVERSIDAD, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Dr. Hernan Mauricio Quisimain Santamaria
<https://orcid.org/0000-8491-8326>
hernanmquisimalin@uta.edu.ec
Universidad Técnica de Ambato.
Ambato, Ecuador

Dr. Jorge Mauricio Fuentes Fuentes,
<https://orcid.org/0000-0003-0342-643X>,
jmfuentes@uce.edu.ec;
Universidad Central del Ecuador.
Quito-Ecuador

Dr. Yelka Martina López Cuadra
<https://orcid.org/0000-0002-3522-0658>
ylopez@unibagua.edu.pe
Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía
de Bagua
Bagua, Perú

Dr. Irela Perez Magin
<https://orcid.org/0000-0003-3329-4503>
iperezmagin@pupr.edu
Universidad Politécnica de Puerto Rico
San Juan, Puerto Rico

PhD. Alejandro Suarez-Alvites
<https://orcid.org/0000-0002-9397-057X>
alejandrosualvites@hotmail.com
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Lima, Perú

Dr. Janio Jadán.
Universidad Tecnológica Indoamérica,
janiojadan@uti.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3616-2074>
Quito, Ecuador.

Dr. Neris Ortega
<https://orcid.org/0000-0001-5643-5925>
Universidad Metropolitana de Quito,
nortega@umet.edu.ec
Quito, Ecuador

Dr. Angel Gonzalez Lizardo
<https://orcid.org/0000-0002-0722-1426>
Polytechnic University of Puerto Rico
agonzalez@pupr.edu
San Juan, Puerto Rico.

Dr. Wilfredo Fariñas Coronado
<https://orcid.org/0000-0003-2095-5755>
Polytechnic University of Puerto Rico
wfarinascoronado@pupr.edu
San Juan, Puerto Rico.

Dr. Diana Cristina Morales Urrutia
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9693-3192>
dc.moralesu@uta.edu.ec
Universidad Técnica de Ambato
Ambato-Ecuador

Dr. Juan Carlos Alvarado Ibáñez
<https://orcid.org/0000-0002-6413-3457>
jalvarado@unibagua.edu.pe
Universidad Nacional Intercultural Fabiola
Salazar Leguía de Bagua
Bagua-Perú

Mgt. Juan Segura
<https://orcid.org/0000-0002-0625-0719>
juansegura@uti.edu.ec
Universidad Tecnológica Indoamérica
Quito, Ecuador

Dr. Hilda Márquez
<https://orcid.org/0000-0002-7958-420X>
Universidad Metropolitana de Quito,
amarquez@umet.edu.ec
Quito, Ecuador

Dr. Diana Cristina Morales Urrutia
<https://orcid.org/0000-0002-9693-3192>
dc.moralesu@uta.edu.ec
Universidad Técnica de Ambato
Ambato, Ecuador

CONTENIDO

- 7 Franyelit Suárez-Carreño, Luis Rosales-Romero. **Convergence and stability criteria for numerical solutions of partial differential equations in science and engineering.**
- 17 Edgar Alcívar Gallegos Martínez, Hildegardo Oclides Tamariz Nunjar, Adriana Carolina Gallegos Villacis, Maria Elena Leon Alvarado. **Uso de videos didácticos para el fortalecimiento del aprendizaje de ciencias naturales.**
- 28 Anita Cortéz, Blanca Lanchimba, Francisco Caicedo. **Volatilidad de los activos financieros en las empresas del sector industrial que cotizan en la bolsa de valores de Quito.**
- 40 Dyanela Belén Vinueza Villagrán, Amparito Cecilia León Saltos, María Dolores Guamán Guevara, Luis Fabricio Guamán Guevara. **Motivaciones para la responsabilidad social medioambiental en las empresas bananeras ecuatorianas.**
- 53 Ernesto Patricio Feijoo Calle, Bernardo Andrés Feijoo Guevara, Pablo Enrique Vásquez Álvarez. **La zeolita como mineral asociado al cemento en morteros.**
- 62 Miguel Enrique Martínez Zapata, Abraham Eudes Pérez Urruchi, Génesis Belén Robles Medina, Oscar Omar Apolinario Arzube. **Explorando la geometría con GeoGebra: estrategias para reforzar el aprendizaje en estudiantes de niveles intermedios.**
- 72 José Calizaya-López, Ariosto Carita-Choquecahua, Ada Erlinda Huamantuna Sullo, Rildo Bellido-Medina, Hugo Fernando Mamani Chambi, Elizabeth Mendoza Quispe. **Educación para la ciudadana: integrando las ciencias sociales en el currículo universitario.**
- 83 Miriam Romero Saldarriaga, Jorge Romero Saldarriaga, María Chancay Chanca, Jeny Soto Rivera, Sandra del Rocío Romero Saldarriaga, Carmen Benitez. **Estrategias metacognitivas para potenciar la lectura en estudiantes del nivel elemental.**
- 122 Hinojosa Mamani Jhonatan, Perez Lima Ynes, Tintaya Cari Carlos Gualberto, Victor Cipriano Flores Flores, Fredy Toribio Chalco Vargas. **Educación intercultural bilingüe y la construcción de una ciudadanía quechua - aimara en estudiantes universitarios de la región altiplánica.**
- 131 Robles Campoverde Diana Alexandra, Jhonny Gustavo Riccardi Palacios, Julio Fernando Chávez Ortega. **Factores de riesgo de ambliopía.**
- 143 James Josmell Ojeda Portugal, Carmen Vanessa Franco Franco, Deyvin Herlin Cabana Mamani, Luis Alonzo Contreras Chávez, Lucia Natalia Hinojosa Paz, José Calizaya López. **Capítulo 2: Aspectos teóricos del turismo religioso en el Perú, Caso Santuario de la Virgen de Chapi.**
- 152 Kenya Katherine Vinueza Domo, Jaime Rene Silva Robalino, Cristian Augusto Jurado Fernández. **Habilidades blandas y práctica educativa docente en enfermería.**

<https://doi.org/10.47460/uct.v28i122.761>

Convergence and stability criteria for numerical solutions of partial differential equations in science and engineering

Franyelit Suárez-Carreño
<http://orcid.org/0000-0002-8763-5513>
franyelit.suarez@udla.edu.ec
Universidad de las Américas
Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Carrera de Ingeniería Industrial
Quito, Ecuador

Luis Rosales-Romero
<https://orcid.org/0000-0002-7787-9178>
luis.rosales2@gmail.com
Universidad Nacional Experimental Politécnica
Antonio José de Sucre
Vice Rectorado Puerto Ordaz,
Doctorado en Ciencias de la Ingeniería
Puerto Ordaz, Venezuela

Recibido (14/08/2023), Aceptado (23/11/2023)

Abstract. - This paper explores the computational aspects of simulation and modeling applied to the solution of the Heaviside equation, considering the relevance of the stability and convergence of the solutions. For this purpose, a second-order finite difference scheme was implemented as the primary approach for studying atmospheric discharges (ATDI). The programming language used was Matlab, which facilitated calculating the induced currents in the study scenario. The centered, forward, and backward finite difference approaches were considered for the numerical implementation. System validation tests were performed to demonstrate the effectiveness of the design and convergence to the second order with the centered difference approach.

Keywords: simulation, convergence, stability, atmospheric discharges.

Criterios de convergencia y estabilidad para soluciones numéricas de ecuaciones diferenciales parciales en ciencia e ingeniería

Resumen: En este trabajo se presenta una exploración de los aspectos informáticos de la simulación y el modelado aplicados a la resolución de la ecuación de Heaviside, considerando la relevancia de la estabilidad y convergencia de las soluciones. Para ello se implementó un esquema de diferencias finitas de segundo orden como enfoque principal para el estudio de las descargas atmosféricas. El lenguaje de programación utilizado fue Matlab, lo que facilitó el cálculo de las corrientes inducidas en el escenario de estudio. Para la implementación numérica se consideraron los enfoques de diferencia centrada, diferencia hacia adelante y diferencias finitas hacia atrás. La validación del sistema se hicieron pruebas que demuestran la efectividad del diseño y la convergencia al segundo orden, con el enfoque de diferencia centrada.

Palabras clave: simulación, convergencia, estabilidad, descargas atmosféricas.



I. INTRODUCTION

The stability and convergence of differential equation solutions represent two essential pillars in any simulation process. Unfortunately, on many occasions, the numerical solution stability does not receive the necessary attention or is only superficially addressed in specific experiments. However, this study focuses rigorously on these aspects of vital importance in the context of simulations. The analysis focuses on the propagation of waves related to the phenomenon of atmospheric discharges, a problem that directly impacts electric utilities. The influence of this phenomenology on the extensive network of transmission lines and devices in electrical substations causes interruptions in power distribution and results in economic losses due to sharp fluctuations in current and voltage magnitudes, significantly when they exceed the isolation thresholds of such devices.

The intricate nature of this phenomenon complicates obtaining analytical solutions for the equations that describe it, giving rise to the imperative need to resort to numerical models supported by increasingly advanced software and hardware. Various numerical methods have paved the way for solving several applications linked to atmospheric discharges, thus obtaining highly accurate numerical solutions. Extending previous approaches, this study delves into the computational aspects of significant relevance in the simulation process. In particular, special emphasis is given to convergence and stability tests, whose conclusive results ensure the reliability of the solutions obtained.

This work sheds light on the critical importance of stability and convergence in simulations and contributes to a more adequate understanding and management of the issues associated with lightning strikes. By delving deeper into these essential aspects, a solid foundation is laid for future research and advances in mitigating the negative impacts of this natural electrical phenomenon.

II. THE PHYSICAL MODEL AND THE MATHEMATICAL MODEL

The system under analysis is a relationship between the atmosphere and the earth, represented as a cylindrical condenser. The separation between these entities is defined by a discharge channel, which is assumed straight and without deviations. The cylindrical condenser has a distance of 1 km between its components, while the discharge channel has a diameter of approximately 20 cm. During the simulation of this scenario, a characteristic altitude of 1000 m is considered. This altitude is divided into 250 segments, each with a time interval Δt of 0.5 μs , for a detailed representation of the process. The system of equations used in this work is the one proposed in references [1] and [2], from which (1) and (2) are extracted as main equations

$$-\frac{\partial V(x,t)}{\partial x} = RI(x,t) + L\frac{\partial I(x,t)}{\partial t} \quad (1)$$

$$-\frac{\partial I(x,t)}{\partial x} = GV(x,t) + C\frac{\partial V(x,t)}{\partial t} \quad (2)$$

where $V(x,t)$ is the cloud voltage, $I(x,t)$ is the discharge current and R , L , C and G are the resistance of the channel, the inductance associated with the discharge, and the inductance associated with the discharge, the capacitance and G the conductance, respectively. Combining equations (1) and (2) yields the well-known telegrapher's equation for current:

$$\frac{\partial^2 I(x,t)}{\partial x^2} - (RC + GL) \frac{\partial I(x,t)}{\partial t} - LC \frac{\partial^2 I(x,t)}{\partial t^2} - RGI(x,t) = 0 \quad (3)$$

It is easy to show that equation (3) has the same form for the lightning voltage. In this case, it is solved numerically to determine the return discharge current with the appropriate initial and boundary conditions. In addition to the actual parameters that allow the atmospheric discharge to be accurately described, it should be noted that this equation has been solved on other occasions, and the authors make assumptions that greatly simplify it [6].

III. NUMERICAL DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION

For the discretization of equation (3), the basic idea of finite differences is to replace continuous space-time with a discrete set of points. The time step between two consecutive levels is denoted Δt , and the distance between two adjacent points in space Δx [3].

The next step is to replace the differential equations with discrete equations. This is achieved by approximating the differential operators by their corresponding finite differences and considering the function values at adjacent points in the mesh. In this way, an algebraic equation is obtained at each point of the grid for each term of the differential equation. These equations involve the function values at the moment considered and their nearest neighbors. Using the approximations obtained by Taylor's series development, its corresponding discretization replaces each differential operator in equation (3), and the following is obtained.

$$\frac{I_{i+1,j} - 2I_{i,j} + I_{i-1,j}}{\Delta x^2} - (RC + GL) \frac{I_{i,j+1} - I_{i,j-1}}{2\Delta t} - LC \frac{I_{i,j+1} - 2I_{i,j} + I_{i,j-1}}{\Delta t^2} - RGI_{i,j} = 0 \quad (4)$$

This equation has the property that it involves only two values of the wave function at the last time level; the value $I_{i,j+1}$ then, can be cleared in terms of values at previous times to obtain the equation of the discretized telegrapher, which will later be implemented in Matlab.

To numerically implement this equation, it is necessary to specify the boundary and initial condition. The current in the cloud is assumed to be a constant value taken as zero. Therefore, the cofounder's condition is

$$I(h,t) = 0 \quad (5)$$

where h is the height of the cloud where the discharge starts, at $t = 0$, the current distribution is assumed to be a constant value. Therefore, the initial condition is

$$I(x,0) = I_0 \quad (6)$$

A. The Algorithm

The algorithm for finding the numerical solution is described in Figure 1.

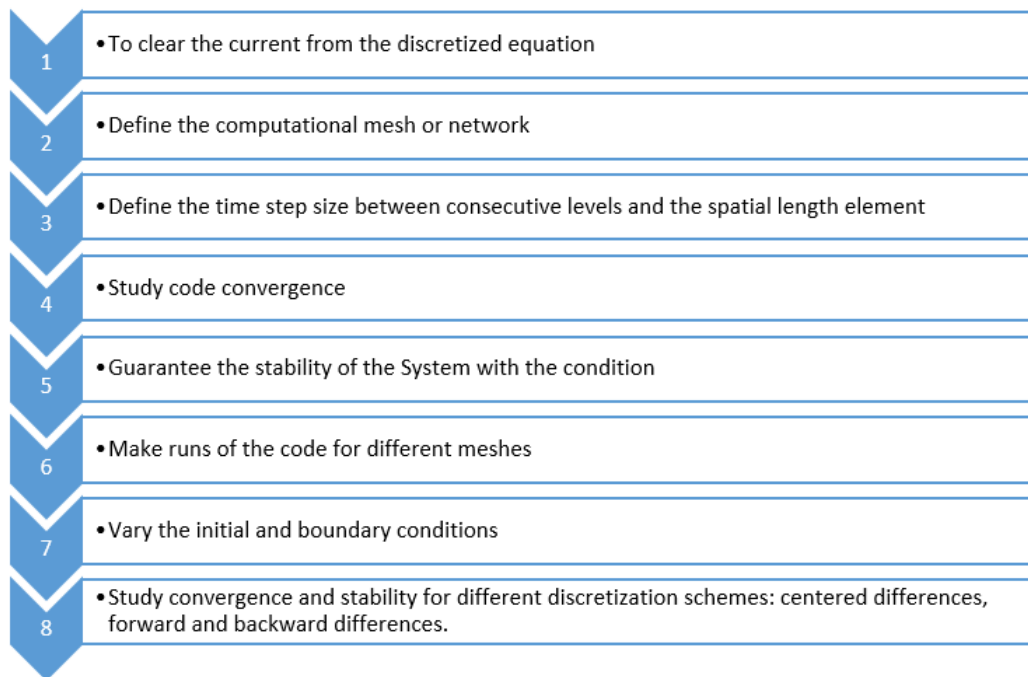


Figure 1. The algorithm for finding the numerical solution.
Source: Authors.

Equation (4) is implemented numerically in MATLAB. In the case of the telegrapher's equation, the input parameters R , L , C , and G are needed, which are assumed to be known in the discharge channel. The values used in this case are shown in Table 1.

Table 1. Electrical parameters of the discharge channel of an ATDI. These parameters were varied to validate the code, and the impact on the solutions was not representative.

| | |
|-----------------|-------------------|
| Heigh (x) | 1000 m |
| Inductance (L) | 2.18 Mh |
| Capacitance (C) | 6.95 Pf |
| Conductance (G) | 5 Us |
| Resistance (R) | 1000 to 5000 ohms |

B. Stability and convergence analysis

For any simulation, stability and convergence tests are necessary, among other aspects, because of the following [3,4,5]:

- When applying finite difference methods involving numerical solutions of second-order differential equations, in addition to considering errors due to rounding and series truncation, it is essential to remember that finite difference expressions are derived from a Taylor series approximation up to the second term. This approximation introduces an error in the calculations that need to be controlled.

B. Stability and convergence analysis

For any simulation, stability and convergence tests are necessary, among other aspects, because of the following [3,4,5]:

- When applying finite difference methods involving numerical solutions of second-order differential equations, in addition to considering errors due to rounding and series truncation, it is essential to remember that finite difference expressions are derived from a Taylor series approximation up to the second term. This approximation introduces an error in the calculations that need to be controlled.
- There are also errors associated with the limitations of fitting the physical model to accurately describe the natural system and the constraints imposed by the boundary conditions. Convergence and stability validation verify the correctness of the approximations made by finite differences in the discretization process.
- Methods are available to evaluate the convergence of a code when analytical solutions are known. In this study, the electrical parameters are considered to achieve a sufficiently refined mesh, thus allowing code convergence in as few iterations as possible. To achieve this, the CFL condition is applied to ensure that the mesh will enable us to obtain a solution closer to reality.
- A particular case arises when time-stepping schemes are used as a numerical solution method. Consequently, in many simulations, the time step must be smaller than a characteristic value to prevent the code from becoming unstable and producing incorrect results. This constraint is commonly called the numerical propagation speed in the CFL condition.
- To assess stability, it is sufficient to ensure that the solutions of the differential equations do not exhibit oscillations, which can be determined by observing the graphs representing the time evolutions. This requires allowing the time-dependent variables to evolve over a prolonged period to verify that they do not exhibit unexpected oscillations or fluctuations.
- Convergence refers to how the numerical solution approaches a known or actual analytical solution. In situations where the analytical solution is unknown, it is possible to use an iterative approach to evaluate convergence. The numerical value of the first iteration is used as the analytical approximation and compared to the numerical value of the second iteration. Then, the value of the second iteration is taken as the analytical approximation and compared with the numerical value of the third iteration, and so on. This approach constitutes one of the tests implemented to validate the code in this study.

To converge the code, we proceeded as follows: since the finite difference approximation method used in the Taylor series development is of second order, we postulate that the error is also of second order at Δx :

$$\mathbf{Error = \Delta x^2} \quad (7)$$

By applying logarithm and its properties to both members of the equation (7):

$$\mathbf{\log(Error) = 2 \log \Delta x} \quad (8)$$

Equation (8) has a line of slope equal to two. If from the graph Vs the error between a known analytical solution and the numerical solution found for equation (4) is obtained. A slope approximately equal to two implies that the numerical solution converges to the analytical solution. In this case, a general expression for the convergence calculation given by the L2 norm was used for convergence [3,4,11]

$$L_2 = \sqrt{\sum_{i,j} (f_{ij} - F_{ij})^2} \quad (9)$$

where f_{ij} is the analytical solution, and F_{ij} is the numerical solution obtained, and $L_2 = \text{Error}$. Figure 2 shows the two current wave models used to perform this convergence. That is the analytical solution and the numerical solution obtained.

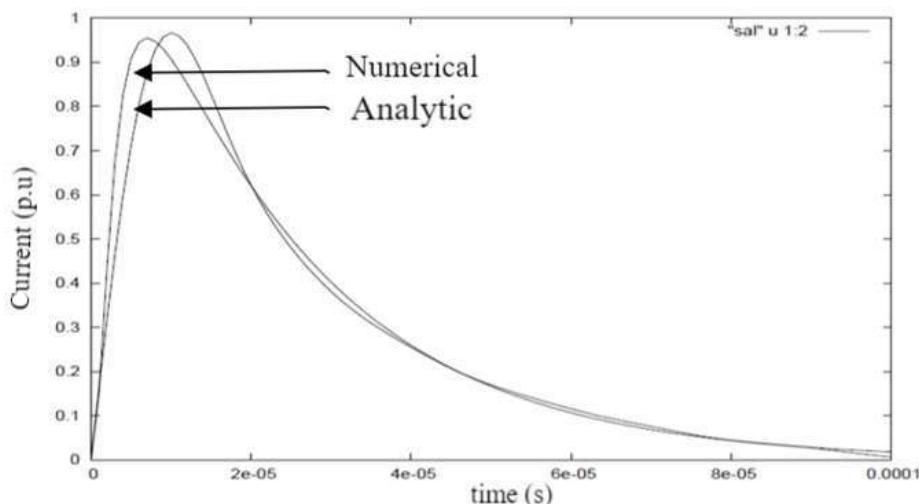


Figure 2. Numerical and analytical discharge current waveforms.

The waveform generated with the Heidler function [8,9,10] was selected as the analytical solution and compared with the numerical solution of the telegrapher's equation to estimate the convergence error. Figure 3 shows a line of average slope $m=1.9$ using least squares for linear regression, with differential steps of 3 microseconds. The numerical solution converges to the analytical solution to the second order of approximation.

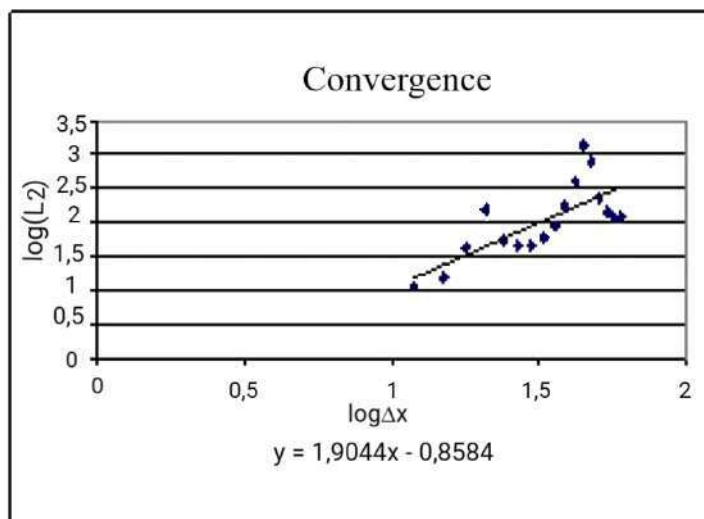


Figure 3. Result of the average line using least squares for convergence.

The particular case of a lossless line ($R=G=0$) leads to a differential equation identical to the string equation and whose algorithm is straightforward to implement numerically.

$$\frac{\partial^2 V(x, t)}{\partial x^2} = LC \frac{\partial^2 V(x, t)}{\partial t^2} \quad (10)$$

$$\frac{\partial^2 I(x, t)}{\partial x^2} = LC \frac{\partial^2 I(x, t)}{\partial t^2} \quad (11)$$

So that you know, the solution of equations (10) and (11) can be used to verify the convergence of the code in the limits of $R=G=0$. To verify the validity of the solution of the telegrapher's equation (3), in codes where the equation is solved with $R=G=0$, the current's numerical solution coincides with that of equation (11). A mesh refinement was performed for $N=1000$, 10000 , 200000 , and 1000000 , and the code remained stable and convergent for all meshes, only with the centered finite difference scheme. With the forward and backward finite difference schemes, the code is unstable for coarse, medium, and fine meshes.

IV. RESULTS

Another test and validation of the code elaborated in MATLAB was a series of tests performed on the code by varying the parameters. A series of plots are shown for $G=0$ and $G \neq 0$ for different numbers of points to change the size of the spatial differentials and test the previously exposed stability criteria. The fact that the conductance parameter is zero implies non-real solutions since there are losses in the real lines. Meanwhile, when $G \neq 0$, the solutions are closer to reality. In the case of Figure 4, for several points $N \geq 1000$, the code starts to break the CFL condition, and oscillations are appreciated, representing an atypical behavior for a phenomenon of these characteristics. For a $N \leq 200$, the CFL condition (ratio between Δt and Δx) is violated.

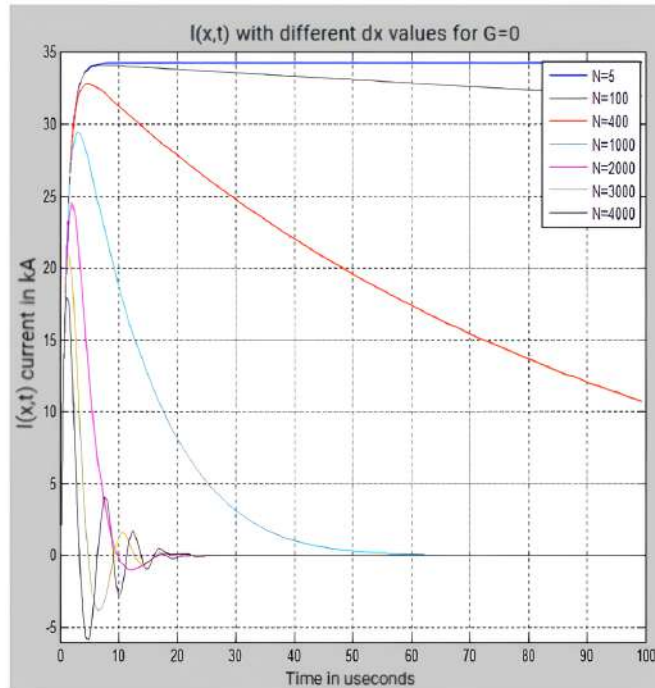


Figure 4. Numerical solution for different values of the number of mesh points N and the conductance parameter, $G=0$.

Figure 5 compares the waves obtained numerically with the code in Matlab (both for $G=0$ and $G \neq 0$) and the analytical solution. It can be noticed the difference with $G=0$. This is because the discharge channel's dissipative characteristics are not considered. The solutions closest to reality are obtained when $G \neq 0$.

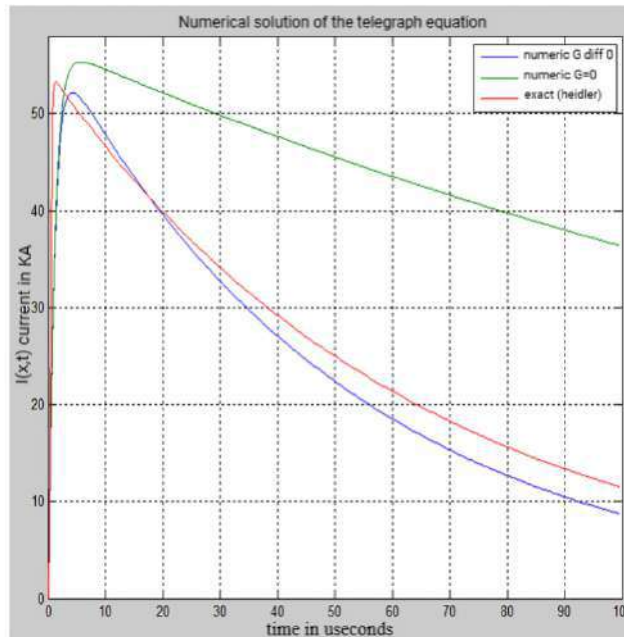


Figure 5. Comparison between the numerical solutions for the conductance parameter $G=0$ and $G \neq 0$ and the analytical solution (Heidler). This plot was obtained with a run of the program in Matlab..

Once the implemented numerical solution was compared with the analytical solution and the codes were validated, we simulated different models. Figure 6 shows the current calculated from Equation (3) for different values of G . In all cases, the start-up time and the differentials were the same. What differentiates them is the attenuation and the stability of the code.

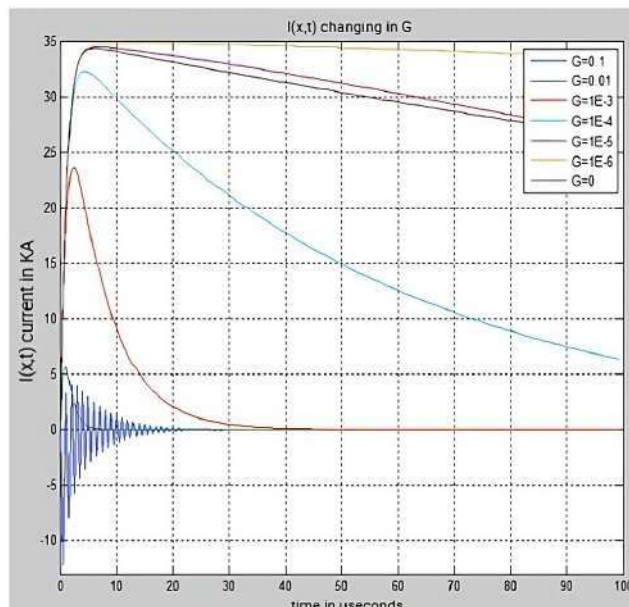


Figure 6. Numerical solution for the discharge current with different values of the conductance parameter G ..

Figure 7 shows a series of plots for different values of the discharge channel resistance, R , both for $G=0$, to simulate the different resistivities present in the atmosphere by having areas with higher humidity and pollution than others.

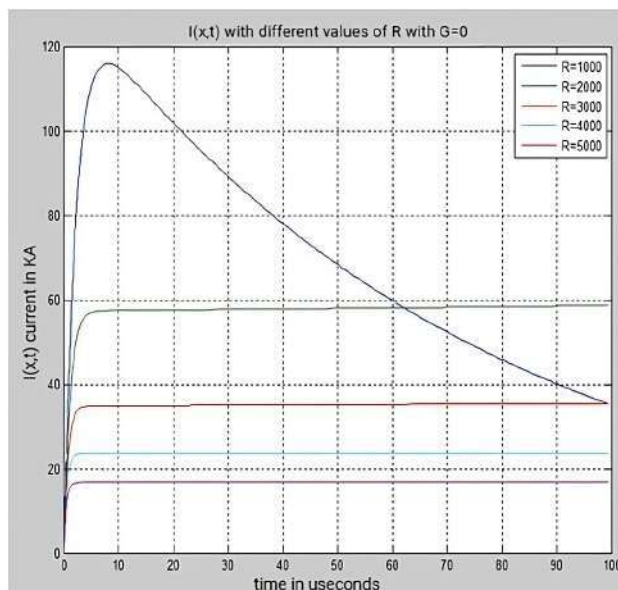


Figure 7. Numerical solution with different values of channel resistance R and conductance parameter $G=0$.

CONCLUSIONS

- It has been possible to create software in Matlab designed to be executed in Windows environments, which has allowed an exhaustive analysis of the stability and convergence in the numerical resolution of the Heaviside equation. The results have shown that this software is a reliable tool since it demonstrates stability and convergence of second order, which is consistent with the finite difference scheme applied in discretizing the Heaviside equation. A prominent feature of the software is its ability to maintain the CFL condition during the evolutionary process, thus guaranteeing reliable and consistent results.
- This study is valuable to simulations and numerical solutions of partial differential equations. One of the most outstanding aspects lies in the meticulous validation and rigorous tests to which the developed code has been subjected. Specifically, the stability and convergence tests have yielded highly satisfactory results, supporting the efficiency and reliability of the software in question.
- It is essential to note that the convergence criteria, a fundamental part of this analysis, are intrinsic to the nature of the simulated physical system and its actual behavior. These criteria are intricate and are significantly influenced by the experience of the simulator or the research team in charge regarding their specific knowledge of the problem in question. Proper consideration of these criteria not only supports the accuracy of the results obtained but also provides a deeper insight into the fidelity of the simulation to the real system.
- Finally, this work has not only resulted in high-performance and robust software for the numerical solution of differential equations but has also provided several valuable lessons on the importance of validation, stability, and convergence testing, as well as the influence of convergence criteria on the quality and reliability of the results. These findings add to the continued growth of the field and open doors for future research and developments in numerical simulations.

REFERENCES

- [1] R. Álvarez and L. Rosales "Simulación de descargas atmosféricas y su efecto en líneas eléctricas de potencia", UCT, V.16 Nro 64 2011.
- [2] P. Rodríguez, J. Toledo, E. Contreras, and L. Rosales "Simulación de descargas atmosféricas mediante la ecuación de onda viajera", UCT V. 13, Nro 53 2009.
- [3] L. Rosales, W. Barreto, C. Peralta, and B. Rodríguez "Nonadiabatic charged evolution in the postquasistatic approximation" Phys. Rev. D, 40, 24 2010.
- [4] Thomas, J., "Numerical Partial Differential Equations-Finite Difference Methods," USA, Springer-Verlag New York, Inc., 1995, pp. 205-258.
- [5] Hwang, C., "Numerical Modeling of Lightning Based on the Traveling Wave Equations", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 33, N° 2, 1997, pp. 1520-1523
- [6] McCann, G. et al., "Lightning Phenomena, Chap. 12, Electric Transmission and Distribution Reference Book", Pittsburg, Westinghouse Electric & Manufacturing Co., 1950.
- [7] Torres, H., "El Rayo, Mitos, Leyendas, Ciencia y Tecnología", 2daEdición, Bogotá, UNIBIBLOS, 2002.
- [8] Heidler, F. et al., "Calculation of Lightning Current Parameters", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 14, N° 2, 1999, pp. 309-404.
- [9] Herrera, J., "Nuevas Aproximaciones en el Cálculo de Tensiones Inducidas por Descargas Eléctricas Atmosféricas", Programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad Nacional de Colombia, Colombia, 2006.
- [10] Agoris, D., Charalambakos, V., Pyrgloti, E., and Grzybowski, S. (2004). A computational approach to the study of Franklin rod height impact on striking distance using a stochastic model. J. Electrostatics. 60: 175-181.
- [11] Cole, P., Krehbiel, T.J., Henebry, and G.M. (2016). Web-Enabled Landsat Data Time Series for Monitoring Urban Heat Island Impacts on Land Surface Phenology. IEEE Journal Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 9: 2043-2050.
- [12] Rakov, V., and Uman, M. (2003). Lightning: Physics and effects" Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- [13] Torres, H. (2015). El rayo en el trópico. Colección apuntes maestros, Ed. UN, Bogotá, Colombia.

Uso de videos didácticos para el fortalecimiento del aprendizaje de ciencias naturales

Edgar Alcívar Gallegos Martínez
<https://orcid.org/0000-0003-1479-5118>
egallegosm@ucvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo
Piura, Perú

Hildegardo Oclides Tamariz Nunjar
<https://orcid.org/0000-0002-4512-6120>
htamarizn@ucvirtul.edu.pe
Universidad César Vallejo
Piura, Perú

Adriana Carolina Gallegos Villacis
<https://orcid.org/0000-0001-8260-6695>
agallegos@istb.edu.ec
Instituto Superior Tecnológico Babahoyo
Babahoyo, Ecuador

Maria Elena Leon Alvarado
<https://orcid.org/0000-0001-6652-979X>
mleon1@ucvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo
Piura, Perú

Recibido (14/08/2023), Aceptado (23/11/2023)

Resumen: La investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de los talleres de videos didácticos en el fortalecimiento del aprendizaje de Ciencias Naturales en estudiantes. Basada en la Teoría de la Transformación Tecnológica de Feenberg y en el Constructivismo de Piaget, la metodología fue aplicada con enfoque cuantitativo y un diseño pre experimental. Se utilizó una muestra de 65 estudiantes, divididos en grupos de control (30) y experimental (35). Se empleó un cuestionario de 25 ítems para medir los niveles de aprendizaje en la asignatura, además se realizaron 16 sesiones con videos didácticos. La prueba de Wilcoxon, tras análisis de normalidad, reveló diferencias significativas entre muestras relacionadas. Los resultados mostraron que al emplear los videos didácticos hubo una mejora de 62,90% hasta 65,70%, lo que muestra que el uso de material audiovisual es significativamente positivo para la enseñanza de ciencias naturales en estudiantes de educación básica.

Palabras clave: videos didácticos, aprendizaje, motivadora, orientación.

Use of didactic videos to enhance learning in the natural sciences

Abstract.- The research aimed to determine the influence of didactic video workshops on strengthening the learning of Natural Sciences among students. Based on Feenberg's Theory of Technological Transformation and Piaget's Constructivism, the methodology was applied with a quantitative approach and a pre-experimental design. A sample of 65 students was divided into control (30) and experimental (35) groups. A 25-item questionnaire was used to measure learning levels in the subject, along with 16 sessions involving didactic videos. The Wilcoxon test revealed significant differences between related samples following a normality analysis. The results showed an improvement from 62.90% to 65.70% when using didactic videos, indicating that audiovisual materials significantly benefit teaching Natural Sciences to basic education students.

Keywords: instructional videos, learning, motivating, guidance.



I. INTRODUCCIÓN

Actualmente las metas, logros y objetivos de la enseñanza vienen progresando dependiendo de la sociedad en que vivimos, antes era un aprendizaje de memoria hasta evolucionar con el razonamiento [1], en este contexto se necesitan nuevas metodologías que motiven, sobre todo a la reflexión en torno a la materia de ciencias naturales, como seres vivos y su entorno; para ello Volkova et al. [2] sugiere la aplicación de nuevas estrategias que incluyan tecnología, renovar el aspecto cognitivo, a fin de resolver esta problemática. Por otra parte, en España, Del Valle et al. [3] refiere, que si el mundo se interesaría por la ciencia esto ayudaría a convertirnos en una sociedad investigadora y preparada, en este sentido Engel y Coll [4] señalan la importancia de combinar estrategias, creando entornos híbridos para personalizar el aprendizaje escolar que propicien el interés por el estudio de ciencias naturales y sus generalidades, en este contexto, Cascante-Gatgens y Villalobos-Vindas [5] indican que el uso del audiovisual como estrategia de aprendizaje ejerce un efecto positivo sobre el aprendizaje de la ciencia, lo que conllevaría a mejorar la labor educativa.

En Latinoamérica, países como Colombia están trabajando para aumentar la conciencia de la población sobre lo importante de cuidar el medio natural mediante propuestas educativas en base en el aprendizaje de las ciencias naturales. Lo que ayudaría a mitigar la falta de interés en el estudio de esta área [6]. México, ha postergado de manera irresponsable el estudio de las ciencias naturales, dándole poca importancia, sobre todo en las escuelas, fuente de todo cambio en lo que refiere al cuidado de la naturaleza y su entorno [7].

En Ecuador, se reconoce que existen desafíos en el entorno de las ciencias naturales, pero el Ministerio de Educación [8] está haciendo pocos esfuerzos para fomentar entornos de aprendizaje en donde los profesores brinden una formación en ciencias naturales que ayude a los discentes comprender claramente su realidad y desempeñar un papel activo como ciudadanos conscientes de su entorno, contribuyendo así a su propio desarrollo. De igual manera, según Iza [9], en las instituciones educativas del país, los docentes de ciencias naturales todavía siguen utilizando enfoques pedagógicos tradicionales y se enfocan principalmente en la memorización de contenidos al llevar a cabo sus prácticas de enseñanza. También, en Daule, provincia del Guayas, la modernidad y el acelerado crecimiento urbanístico del sector ha hecho que la cultura por el cuidado de la naturaleza quede relegada, existe poca divulgación sobre cuidado y conservación del medio ambiente, puesto que la forma de enseñar las ciencias naturales es obsoleta.

Este trabajo se desarrolló en la Escuela de Educación Básica "Eloy Alfaro" en Ecuador, la cual actualmente enfrenta una problemática arraigada en el tiempo, manteniendo una metodología de enseñanza tradicional en el área de ciencias naturales. Esta práctica, apoyada principalmente en la exposición magistral y el uso limitado de recursos didácticos innovadores, ha generado una falta de importancia en los alumnos hacia la materia. Al no utilizar videos didácticos u otras herramientas interactivas, los estudiantes se enfrentan a una enseñanza monótona y poco estimulante, lo que dificulta la comprensión de conceptos científicos complejos. Como resultado, muchos estudiantes muestran una resistencia en el aprendizaje de ciencias naturales, lo que se convierte en bajos niveles de participación en clase, bajo rendimiento académico y una falla de conexión entre la teoría y la aplicación práctica de los contenidos. Esta situación ha repercutido negativamente en su alineación académica y en el impulso de habilidades críticas para abordar los desafíos del mundo actual. Y al no aplicar un taller de videos didácticos, que incentive el aprendizaje activo y motive a los estudiantes a explorar y comprender las ciencias naturales de manera más significativa, atractiva, despertando un mayor interés en ellos, fomentando su curiosidad científica. De persistir la práctica tradicional sin complementos adecuados, los jóvenes continuarán con esta problemática y se perderá la importancia de la materia y su impacto en la conducta del futuro profesional.

El fundamento teórico de esta investigación se asienta en la Teoría de la Transformación Tecnológica de Feenberg y en la propuesta constructivista de Piaget. Estas teorías postulan que los estudiantes aprenden de manera más efectiva cuando interactúan con sus pares, debaten ideas y construyen conocimiento en equipo. La justificación de su aplicabilidad radica en el uso de recursos audiovisuales, en particular los videos educativos, los cuales aumentan el interés de los alumnos por las Ciencias Naturales y, al mismo tiempo, promueven su motivación al sentirse competentes, autónomos y conectados con su entorno.

En términos metodológicos, este estudio se basa en la presentación de instrumentos teóricamente elaborados y validados por expertos, los cuales podrían servir de referencia para futuras investigaciones similares. Además, se desarrollaron talleres específicos de videos didácticos diseñados para el aprendizaje de Ciencias Naturales. Desde un punto de vista social, la implementación de talleres de videos didácticos busca atender la necesidad de mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes en esta área, facilitando una mejor comprensión de los fenómenos naturales y su conexión con el entorno.

El objetivo principal de este trabajo fue determinar el impacto del taller de videos didácticos en el fortalecimiento del aprendizaje de Ciencias Naturales en estudiantes de nivel básico de una Institución Educativa en Ecuador. Además, se pretende describir el nivel de aprendizaje en Ciencias Naturales tanto en el grupo experimental como en el de control antes de la implementación del taller, diseñar el taller de videos didácticos para mejorar el aprendizaje en esta área y, finalmente, identificar el nivel de aprendizaje en Ciencias Naturales en ambos grupos después de haber llevado a cabo el taller.

II. DESARROLLO

Se han producido avances significativos en el ámbito educativo, tanto a nivel nacional como internacional, en lo que respecta a la utilización de recursos audiovisuales con fines didácticos. Saldarriaga, Bravo y Loor realizaron estudios que demostraron mejoras notables en la adquisición de conocimientos actitudinales y conceptuales a través de la implementación de materiales audiovisuales [10]. De manera similar, Marcos y Moreno exploraron el impacto de los videos en el logro de la comprensión actitudinal y conceptual en un estudio internacional [11]. En una investigación venezolana realizada por Cantos y Ávila [12] se examinó la aplicación de videos educativos como herramientas didácticas en el contexto de la instrucción del baloncesto. En general, estos estudios sugieren una posible correlación entre el uso de herramientas audiovisuales y la promoción del aprendizaje autónomo entre los estudiantes.

Un estudio realizado por Domínguez [13] buscó mostrar los efectos de los medios audiovisuales, específicamente los videos, en el avance de las habilidades científicas de los estudiantes. Los hallazgos, según informaron González et al., revelaron una mejora notable en el enfoque y la atención de los estudiantes, así como una mejora sustancial en su competencia en ejercicios matemáticos tras la utilización de videos educativos. Además, en un estudio nacional realizado por Jiménez, se examinó el impacto de los videos educativos en la enseñanza del inglés a estudiantes de secundaria [14].

En el ámbito global, particularmente en Costa Rica, Velasco et al. [15] realizaron un estudio dirigido a potenciar el aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes mediante la implementación de videotutoriales como recursos pedagógicos. Esta investigación siguió un enfoque experimental cuantitativo y empleó entrevistas, observaciones y dos pruebas de habilidades específicas como instrumentos de investigación. Al integrar varias contribuciones académicas, el estudio dividió a los participantes en grupos de prueba previa y posterior. Además, la investigación adoptó una metodología experimental y buscó integrar el aprendizaje en contextos prácticos y de la vida real [8].

Un análisis reciente realizado en Manabí, Ecuador, evaluó la efectividad del uso de videos como método de instrucción y aprendizaje. Los resultados indican que la inclusión de medios audiovisuales en el grupo experimental condujo a una notable mejora del 47% en sus habilidades de demostración en comparación con el grupo de control. La implementación de videos educativos en el aula por parte de los docentes como parte de una estrategia innovadora e inclusiva ha demostrado ser altamente beneficiosa para el aprendizaje de los estudiantes. Además, los videos educativos sirven como una valiosa herramienta que facilita el proceso de enseñanza a los educadores de secundaria. Vale la pena señalar que es esencial cultivar hábitos mentales importantes como la curiosidad, la perseverancia, el pensamiento crítico, la creatividad, la organización y la autodisciplina [5].

Un estudio reciente realizado por Marcos y Moreno [11] examinó la importancia del uso de videos educativos en la plataforma YouTube como herramienta de aprendizaje entre estudiantes de la Universidad de México. Los hallazgos revelaron que el 43% de los videos de YouTube desempeñaron un papel crucial en la mejora de la educación formal. Los resultados también demostraron que la incorporación de videos educativos como recurso didáctico contribuyó significativamente (56%) al aumento de la concentración y la motivación, sirviendo como una estrategia de aprendizaje innovadora para la asignatura.

III. METODOLOGÍA

A. Tipo y diseño de investigación

El paradigma positivista fue la brújula de este estudio, guiando un enfoque basado en la observación empírica y la aplicación de métodos científicos rigurosos. Este enfoque cristaliza en un análisis integral del estado actual de la educación en ciencias naturales en una institución educativa determinada, incluida una evaluación de los recursos, métodos y desafíos específicos que enfrentan los estudiantes. Además, se diseñó un experimento controlado para comprobar las hipótesis propuestas, cuyos resultados permiten extraer conclusiones sobre la efectividad de los videos educativos. Si se encuentra evidencia sustancial que respalde su impacto positivo, estas conclusiones podrían tener implicaciones para las instituciones educativas en su conjunto.

Esta investigación se incluye en la categoría de aplicada y tiene como objetivo demostrar cómo los talleres de video instructivos pueden impactar la comprensión de las ciencias naturales de los estudiantes, marcando así una diferencia tangible en su experiencia de aprendizaje. Para obtener datos valiosos sobre cómo se puede mejorar el aprendizaje de las ciencias naturales a través de talleres de video, se empleó un método de recopilación de datos cuantitativos. El uso de encuestas estructuradas ayuda a obtener información numérica relevante para el estudio.

B. Diseño de Investigación

El estudio utilizó un diseño experimental para realizar un análisis cuantitativo de las relaciones entre variables. Este diseño facilita la manipulación de una variable independiente (como un tratamiento o solución) a través de un plan de acción para observar su efecto sobre la variable dependiente. En este contexto, se realizó un taller de video didáctico para potenciar el aprendizaje de ciencias naturales entre los estudiantes de una institución en Dowler. Para ello se optó por un diseño cuasiexperimental. En este estudio adoptó métodos de prueba previa y posterior, divididos en grupo de control y grupo experimental, y se realizó hasta dos veces. El propósito de la fase piloto fue evaluar en qué medida los videos educativos mejoran los resultados del aprendizaje en ciencias naturales.

C. Población, muestra y muestreo

La población estuvo compuesta por 65 estudiantes de que conformaron los grupos de control y experimental. Por un lado, el grupo de control recibió las clases formales como se acostumbra a realizarlas en la institución de estudio, mientras que el grupo experimental recibió el apoyo de videos didácticos para complementar la enseñanza y enriquecer el proceso educativo.

Este trabajo se realizó en la ciudad de Daule, en Ecuador en el año 2023, donde se observaron debilidades académicas en la materia de Ciencias Naturales en estudiantes de octavo grado. Considerando las características de los estudiantes, que mostraban aburrimiento y desmotivación por la asignatura, y tomando en cuenta las investigaciones previas, se optó por aplicar videos educativos que fortalecieran el proceso de enseñanza-aprendizaje y motivaran a los jóvenes en el aula de clases.

D. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La información se recopiló mediante la administración de un cuestionario que contenía 25 preguntas cerradas a los grupos experimental y de control. Además, para enriquecer la experiencia de aprendizaje en ciencias naturales, se organizaron 16 seminarios específicamente para estudiantes de estos grupos. Estos talleres se centran en enfatizar los conceptos y habilidades fundamentales necesarios para promover un aprendizaje interactivo, motivador y relevante para el contexto y se adaptan a las necesidades específicas de las instituciones educativas.

La herramienta de medición fue evaluada minuciosamente para garantizar su validez y confiabilidad en la evaluación del aprendizaje de las ciencias naturales. Para verificar la validez de los elementos utilizados para medir la variable dependiente, se utilizó un panel de tres reconocidos expertos en investigación. Asimismo, se aplicó la prueba de confiabilidad Alfa de Cronbach y el valor obtenido fue de 0.975, lo que mejoró la confiabilidad del instrumento utilizado. Los datos resultantes se procesaron utilizando Microsoft Excel para su posterior análisis.

E. Procedimientos

La información se recopiló mediante la administración de un cuestionario que contenía 25 preguntas cerradas a los grupos experimental y de control. Además, para enriquecer la experiencia de aprendizaje en ciencias naturales, se organizaron 16 seminarios específicamente para estudiantes de estos grupos. Estos talleres se centran en enfatizar los conceptos y habilidades fundamentales necesarios para promover un aprendizaje interactivo, motivador y relevante para el contexto y se adaptan a las necesidades específicas de las instituciones educativas.

La herramienta de medición fue evaluada minuciosamente para garantizar su validez y confiabilidad en la evaluación del aprendizaje de las ciencias naturales. Para verificar la validez de los elementos utilizados para medir la variable dependiente, se utilizó un panel de tres reconocidos expertos en investigación. Asimismo, se aplicó la prueba de confiabilidad Alfa de Cronbach y el valor obtenido fue de 0,975, lo que mejoró la confiabilidad del instrumento utilizado. Los datos resultantes se procesaron utilizando Microsoft Excel para su posterior análisis.

F. Método de análisis de datos

Se optó por un enfoque cuantitativo para el análisis de datos. En primera instancia, los datos recopilados a través de los cuestionarios fueron procesados mediante el software Excel. Posteriormente, se empleó el software especializado SPSS para un análisis más detallado. El uso de estadísticas descriptivas permitió presentar cantidades y porcentajes de ocurrencia en las respuestas, lo que facilitó la generación de tablas y gráficos para interpretar los resultados de cada variable y sus respectivas dimensiones. Además, se recurrió a la estadística inferencial para poner a prueba las hipótesis planteadas, utilizando pruebas de normalidad y seleccionando los estadígrafos adecuados según la distribución de los datos.

IV. RESULTADOS

Según los datos presentados en el grupo de control del pretest, es evidente que existe una variedad de actitudes y comportamientos entre los estudiantes en relación con su interés y compromiso con las ciencias naturales. Aproximadamente el 43,3% de los estudiantes expresa interés y curiosidad ocasionales en este campo, mientras que el 40% admite nunca sentirse entusiasmado por aprender cosas nuevas sobre las ciencias naturales.

Además, los hallazgos indican que una parte significativa de los estudiantes tienen dificultades para comprender y conectar conceptos en ciencias naturales. Alrededor del 40% de los estudiantes casi nunca comprenden los temas, no se relacionan con conceptos aprendidos previamente y tienen dificultades para establecer conexiones entre diferentes ideas. Además, un asombroso 60% de los estudiantes casi nunca adquiere conocimientos sólidos en ciencias naturales.

Curiosamente, un porcentaje considerable de estudiantes se sienten desconectados de la relevancia y el significado de lo que aprenden en ciencias naturales. Aproximadamente el 43,3% de los estudiantes expresan que en ocasiones los conocimientos que adquieren no tienen importancia en su vida diaria.

Cuando se trata de resolución de problemas y toma de decisiones, una proporción notable de estudiantes carece de habilidades de razonamiento lógico en relación con conceptos de ciencias naturales. Aproximadamente el 40% de los estudiantes nunca aplica el razonamiento lógico, mientras que otro 40% en ocasiones se siente capaz de generalizar conceptos y aplicar lo aprendido.

En términos de cuestionar la información científica, parece haber una división entre los estudiantes. Alrededor del 43,3% nunca cuestiona la información científica presentada en las clases de ciencias naturales, mientras que otro 46,7% suele cuestionar la información.

Curiosamente, una parte de los estudiantes demuestra el desarrollo de habilidades prácticas en situaciones cotidianas. Mientras que, aproximadamente el 50% de los estudiantes manifiesta que en ocasiones comprenden y aplican habilidades prácticas relacionadas con las ciencias naturales.

Por último, un porcentaje significativo de estudiantes muestra distintos niveles de conciencia y compromiso con los procesos y fenómenos naturales. Aproximadamente el 43,3% de los estudiantes casi nunca cuestiona críticamente la información científica presentada, mientras que el 40% de los estudiantes a veces muestra la capacidad de encontrar soluciones creativas a problemas científicos. Además, el 40% de los estudiantes ocasionalmente demuestra conciencia de los procesos y fenómenos naturales que los rodean.

Otro de los resultados se deriva del pre test del grupo experimental, donde se evidencia que existe un nivel variable de interés y curiosidad entre los estudiantes cuando se trata de ciencias naturales. Aproximadamente el 40% de los estudiantes expresan entusiasmo y curiosidad ocasionales, mientras que un porcentaje igual no muestra entusiasmo por aprender cosas nuevas en este campo. Además, los datos revelan que una porción importante, alrededor del 42,9%, rara vez explora temas relacionados con las ciencias naturales, y el mismo porcentaje de estudiantes pocas veces reflexiona sobre lo aprendido en esta materia.

Además, las estadísticas indican que el 45,7% de los estudiantes adquiere ocasionalmente conocimientos sólidos en ciencias naturales, mientras que el 54,3% encuentra que lo aprendido tiene relevancia en su vida cotidiana. Por otro lado, el 40% de los estudiantes nunca cuestiona la evidencia científica presentada en las ciencias naturales, y un porcentaje equivalente rara vez se plantea estudiar esta materia durante toda la vida. Además, el desarrollo de habilidades prácticas es casi inexistente para el 48,6% de los estudiantes.

Cuando se trata de analizar datos en el contexto de las ciencias naturales, el 45,7% de los estudiantes realiza ocasionalmente esta práctica. De manera similar, el 40% de los estudiantes cuestiona el contenido de sus clases de ciencias naturales, mientras que el 42,9% demuestra esporádicamente habilidades para resolver problemas. Además, el 45,7% de los estudiantes siente que sus habilidades analíticas se han mejorado a través de las clases de ciencias naturales. Por último, el 48,6% de los estudiantes demuestra ser consciente de los fenómenos naturales que le rodean.

Tabla 1. Nivel de percepción del aprendizaje de Ciencias Naturales.

| Aprendizaje de Ciencias Naturales | Grupo de control | | | | Grupo Experimental | | | |
|-----------------------------------|------------------|-------------|-----------|-------------|--------------------|-------------|-----------|------------|
| | Pre-test | | Post-test | | Pre-test | | Post-test | |
| | Nº | % | Nº | % | Nº | % | Nº | % |
| Nivel bajo | 21 | 70,00% | 20 | 66,70% | 22 | 62,90% | 0 | 0,00% |
| Nivel medio | 7 | 23,30% | 7 | 23,30% | 10 | 28,60% | 12 | 34,30% |
| Nivel alto | 2 | 6,70% | 3 | 10,00% | 3 | 8,50% | 23 | 65,70% |
| Total | 30 | 100% | 30 | 100% | 35 | 100% | 35 | 100 |

Nota: Cuestionario aplicado a estudiantes.

El análisis de la Tabla 1 revela diferencias notables entre el grupo de control y el grupo experimental en cuanto a los niveles de aprendizaje en ciencias naturales. Mientras que el grupo de control mantuvo un porcentaje similar de estudiantes en niveles bajos de comprensión desde el pretest hasta el post test, el grupo experimental demostró una tendencia positiva significativa. A pesar de que un porcentaje inicial de estudiantes del grupo experimental se ubicó en un nivel bajo en el pretest, tras participar en los talleres de videos educativos, se observó un notable incremento en el número de estudiantes que alcanzaron niveles más altos de comprensión en ciencias naturales en el post test. Esto resalta el impacto positivo que tuvieron los talleres en el desarrollo del entendimiento de los estudiantes en esta materia.

Tabla 2. Nivel de percepción del aprendizaje de ciencias Naturales.

| | | Grupo de Control | | Grupo Experimental | |
|-----------------------------------|--------------|------------------|-------------|--------------------|-------------|
| | | f | % | f | % |
| Aprendizaje de Ciencias Naturales | Nivel bajo | 21 | 70,00% | 22 | 62,90% |
| | Nivel medio | 7 | 23,30% | 10 | 28,60% |
| | Nivel alto | 2 | 6,70% | 3 | 8,50% |
| | Total | 30 | 100% | 35 | 100% |

Fuente: Pre-test aplicado a estudiantes de la institución.

Este análisis de la Tabla 2 pone de manifiesto una disparidad significativa en los niveles de aprendizaje entre los grupos. Es evidente que una proporción considerable de alumnos en ambos grupos se encuentra en un nivel bajo de comprensión en ciencias naturales. Este hallazgo plantea preocupaciones sobre el interés general y la capacidad de los estudiantes para alcanzar niveles más altos de entendimiento en esta materia.

Resulta alarmante observar que un porcentaje elevado de estudiantes, especialmente en el grupo control, se encuentre en un nivel bajo de aprendizaje, lo que posiblemente sugiere la existencia de desafíos en la metodología educativa o en la comprensión de los contenidos impartidos. Además, los porcentajes reducidos de alumnos que alcanzan un nivel alto de aprendizaje en ambos grupos indican una necesidad apremiante de mejorar las estrategias pedagógicas o de implementar enfoques más efectivos para involucrar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje de las ciencias naturales.

Tabla 3. Nivel de aprendizaje de ciencias naturales después de los talleres.

| | | Grupo Control | | Grupo Experimento | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | | Frecuencia | % de N columnas | Frecuencia | % de N columnas |
| Aprendizaje de Ciencias Naturales | Nivel bajo | 20 | 66,70% | 0 | 0,00% |
| | Nivel medio | 7 | 23,30% | 12 | 34,30% |
| | Nivel alto | 3 | 10,00% | 23 | 65,70% |
| | Total | 30 | 100% | 35 | 100 |

Fuente: Post-test aplicado a estudiantes de la institución.

El análisis de la Tabla 3 revela una discrepancia significativa entre los grupos control y experimental en términos del dominio de las ciencias naturales. Mientras que el grupo control muestra un alto porcentaje de alumnos con un nivel bajo de comprensión (66.70%), el grupo experimental destaca con un 65.70% de estudiantes alcanzando un nivel elevado en esta área. Estos resultados sugieren que la implementación de estrategias educativas, como los talleres de videos educativos, puede estar correlacionada con mejoras notables en el aprendizaje de las ciencias naturales. Además, la ausencia de estudiantes con un bajo nivel de comprensión en el grupo experimental señala la potencial efectividad de estos talleres para elevar el rendimiento de los estudiantes en esta materia. Estos hallazgos respaldan la prometedora contribución de enfoques pedagógicos innovadores para potenciar el aprendizaje en ciencias naturales en el ámbito educativo.

A. Discusión

Este estudio se fundamenta en teorías como la de Feenberg, que destaca la mejora del aprendizaje mediante la integración de elementos visuales y auditivos, y en el constructivismo de Piaget, que subraya el papel activo de los estudiantes en la construcción del conocimiento. Al adoptar este enfoque, el estudio busca evaluar críticamente el rol de la tecnología en la educación, capacitando tanto a profesores como a estudiantes para participar activamente en la creación de contenidos.

Tras finalizar los talleres, se evidenció una mejora notable en la adquisición de conocimientos en Ciencias Naturales, respaldando la teoría constructivista de Piaget, que enfatiza el papel activo del estudiante en la construcción de su propio conocimiento. Además, se observó un cambio alentador en el entusiasmo de los estudiantes hacia las Ciencias Naturales después de su participación en estos talleres.

Estos hallazgos resaltan la importancia de los talleres de vídeo educativos para mejorar la comprensión y la participación de los estudiantes en las ciencias naturales. Al incorporar perspectivas críticas sobre la tecnología educativa y el constructivismo, se logra una comprensión integral de cómo estas herramientas pueden influir positivamente en el proceso de aprendizaje.

Asimismo, los resultados respaldan la efectividad de los talleres de vídeos educativos, basados en la teoría de Feenberg, para fomentar una mayor participación de los estudiantes durante su viaje de aprendizaje. La integración de componentes visuales y auditivos ha sido clave para mejorar la comprensión de ideas científicas complejas, en sintonía con los avances tecnológicos actuales.

Estos resultados subrayan la importancia de reconsiderar los métodos educativos tradicionales. Enfoques que enfatizan la construcción activa del conocimiento y el uso competente de los recursos audiovisuales son fundamentales para mejorar la comprensión en Ciencias Naturales. En consecuencia, estos hallazgos refuerzan la necesidad de seguir investigando técnicas de enseñanza creativas que fomenten la participación y el entusiasmo de los estudiantes en esta área de estudio en particular.

Es evidente el impacto del uso de video talleres educativos en el ámbito de las Ciencias Naturales. La combinación exitosa de teorías pedagógicas modernas y los resultados obtenidos resalta la practicidad y eficiencia de incorporar recursos audiovisuales para mejorar la experiencia de aprendizaje en este campo científico.

CONCLUSIONES

El video taller didáctico tiene un impacto significativo en potenciar el aprendizaje de Ciencias Naturales en la educación básica. Su impacto trasciende las limitaciones de los métodos tradicionales, brindando a estudiantes y docentes una experiencia enriquecedora y estimulante que fomenta la comprensión profunda de los conceptos científicos.

En primer lugar, el aspecto visual y auditivo de los videos didácticos permite una presentación dinámica de los contenidos, capturando la atención de los estudiantes de una manera única. La combinación de imágenes, gráficos, animaciones y narración facilita la representación de fenómenos naturales complejos, haciendo que los conceptos abstractos sean más tangibles y accesibles para los alumnos. Este enfoque multisensorial contribuye a la construcción de una comprensión más sólida y duradera de los principios científicos, ya que se alinea de manera efectiva con distintos estilos de aprendizaje.

Además, el video taller didáctico permite explorar entornos y situaciones que pueden ser difíciles de replicar en un aula convencional. Mediante la visualización de experimentos, procesos naturales y eventos científicos, los estudiantes pueden obtener una perspectiva más cercana y realista de los conceptos estudiados. Esto no solo les brinda una experiencia práctica, sino que también les permite desarrollar habilidades de observación crítica y razonamiento científico, fundamentales para su desarrollo académico y personal.

A pesar de que tanto el grupo de control como el experimental inicialmente presentaban bajos niveles de comprensión en ciencias naturales, los talleres de videos educativos resultaron en mejoras notables en ambos grupos.

Los talleres de videos educativos fueron efectivos para mejorar el entendimiento de los conceptos fundamentales en ciencias naturales en ambos grupos estudiados. Sin embargo, es relevante destacar que el grupo experimental, que participó en estos talleres, mostró un nivel de aprendizaje ligeramente superior al del grupo de control, lo que sugiere un impacto positivo de esta metodología.

Estos resultados respaldan la eficacia de la utilización de videos educativos como herramienta complementaria para mejorar el aprendizaje en ciencias naturales. Aunque ambos grupos experimentaron mejoras, la participación en los talleres de videos demostró un beneficio adicional en el logro de un mayor nivel de comprensión en comparación con el grupo de control, destacando su potencial como estrategia educativa efectiva.

REFERENCIAS

- [1] H. Riveros, «La enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica,» *Revista Mexicana de Física E* 17 (1) 41–46, vol. 17, nº 1, pp. 41-46, 2020.
- [2] S. A. Volkova, P. D. Vasilieva, V. S. Tugulchieva y T. V. Khondaeva, «Implementation of the system approach in continuing natural science education,» *Revista Espacios*, vol. 39, nº 38, 2018.
- [3] M. Del Valle, X. Ayelén y L. García-Romano, «Ibero-American Virtual Museums in Spanish as contexts for the teaching and learning of science,» *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 17, nº 1, p. 779 / 1406, 2020.
- [4] A. Engel y C. Coll, «Entornos híbridos de enseñanza y aprendizaje para promover la personalización del aprendizaje,» *Estudios e investigaciones*, vol. 25, nº 1, pp. 225-242, 2022.
- [5] A. Cascante-Gatgens y I. Villalobos-Vindas, «Efecto de las competencias digitales y las competencias mediáticas sobre el uso del audiovisual educativo en la educación a distancia.,» *American Journal of Distance Education*, vol. 36, nº 3, pp. 242 - 261, 2022.

- [6] Á. Acevedo and A. Correa, "Pensar el cambio socioambiental: Una aproximación a las acciones colectivas en defensa del páramo de Santurbán (Santander, Colombia)," *Revista Colombiana de Sociología*, vol. 42, no. 1, pp. 157 - 175, 2019.
- [7] R. Yedra, M. A. Almeida, E. Ramos, G. Arceo, D. López and R. Gómez, "Microcontenidos para niños: una propuesta didáctica como apoyo en la enseñanza de las ciencias naturales en primaria," *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, pp. 266 - 281, 2022.
- [8] Ministerio de Educación del Ecuador, «Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales. Un análisis del contexto de Educación Básica Primaria,» *REVISTA BOLETÍN REDIPE*, vol. 10, nº 10, pp. 22-32, Octubre 2021.
- [9] M. Iza, Herramienta Moodle para mejorar la enseñanza de los docentes en ciencias naturales de una institución educativa Guayaquil, 2022. [Tesis de posgrado, Universidad César Vallejo], Piura: Repositorio UCV, 2022.
- [10] P. Saldarriaga, G. Bravo y M. Loor, «La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea,» *Dominio de las Ciencias*, vol. II, nº 3, 2016.
- [11] M. Marcos y M. Moreno, «La influencia de los recursos audiovisuales para el aprendizaje autónomo en el aula,» *Anuario Electrónico de Estudios en Comunicación Social "Disertaciones"*, vol. 13, nº 1, pp. 97-117, 2020.
- [12] D. A. Cantos-Amendaño y C. M. Ávila-Mediavilla, «Videos educativos: Recurso didáctico para la enseñanza del baloncesto,» *Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, vol. VII, nº 3, pp. 161-179, 2021.
- [13] E. Dominguez, Los medios audiovisuales en el desarrollo de competencias del área de Ciencias Sociales en los estudiantes de educación secundaria de la I.E.I. N° 31756 Ricardo Palma, Pasco, 2017. [Tesis de Posgrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión], Pasco: Repositorio UNDAC, 2020.
- [14]. S. Freré Arauz, J. P. Véliz Gavilanes, E. M. Sarco Alemán y K. J. Campoverde Jimenez, «La percepción, la cognición y la interactividad,» *Recimundo - Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, vol. 6, nº 2, pp. 151-159, Abril 2022.
- [15] A. M. Velasco Guardias , S. Montiel Bautista y S. Ramírez García, «Los videos educativos como herramienta disruptiva para apoyar el proceso de aprendizaje de algoritmos de restas y multiplicación en estudiantes de segundo grado de primaria.,» *Revista Educación*, vol. 42, nº 2, 2018.

LOS AUTORES



Edgar Alcívar Gallegos Martínez, de nacionalidad ecuatoriana, con más de 14 años en el magisterio nacional, Maestro en Administración de la Educación título obtenido en la Universidad Cesar Vallejo (UCV) Piura – Perú. Docente de la Escuela de Educación Básica “Eloy Alfaro” Daule – Guayas – Ecuador.



Hildegardo Oclides Tamariz Nunjar, de nacionalidad peruana, Licenciado en educación, Magister en investigación y docencia, Doctor en administración de la educación. Jefe de la Unidad de Investigación IESPP Piura, Docente del programa de posgrados de la Universidad Cesar Vallejo de Perú.



Adriana Carolina Gallegos Villacis, de nacionalidad ecuatoriana, docente de la SENESCYT con más de 5 años de experiencia, Magister en Educación Mención en Gestión del Aprendizaje Mediado por TIC título obtenido en la PUCE, Quito – Ecuador. Docente del Instituto Superior Tecnológico “Babahoyo”. Babahoyo – Los Ríos – Ecuador.



Maria Elena León Alvarado, ecuatoriana Docente del magisterio nacional con más de 14 años de experiencia, Maestra en Administración de la Educación, Título obtenido en la Universidad Cesar Vallejo de Perú, docente de la Unidad Educativa “Daule”. Daule–Guayas–Ecuador.

Volatilidad de los activos financieros en las empresas del sector industrial que cotizan en la bolsa de valores de Quito

Cortez Anita

<https://orcid.org/0000-0002-6936-78181>

amcortez1@espe.edu.ec

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Latacunga-Ecuador

Lanchimba Blanca

<https://orcid.org/0000-0003-2024-5614>

bblanchimba@espe.edu.ec

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Latacunga-Ecuador

Caicedo Francisco

<https://orcid.org/0000-0002-1065-789633>

fmcaicedo@espe.edu.ec

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Latacunga-Ecuador

Recibido (17/10/2023), Aceptado (27/11/2023)

Resumen: El estudio tuvo el propósito de analizar la volatilidad de los activos financieros de las empresas del sector industrial que cotizan en la Bolsa de Valores de Quito. Se utilizó un modelo econométrico para determinar las causas de la variación de los precios que afectan a los rendimientos en los activos financieros de renta variable de acuerdo a una estrategia cuantitativa - correlacional. De las cinco empresas tomadas como muestra, se evidenció que la mayor parte de ellas poseen un coeficiente beta positivo menor a 1. Este resultado transmitió que las fluctuaciones de los activos están por debajo de la demanda del mercado, y conciben un comportamiento dependiente del mismo. El estudio concluyó que, la volatilidad no ha demostrado fluctuaciones notables en el mercado de valores ecuatoriano, debido a los mínimos movimientos generados en las negociaciones realizadas en la Bolsa de Valores de Quito.

Palabras clave: activos financieros, bolsa de valores, empresas industriales, volatilidad.

Volatility of financial assets in industrial sector companies listed on the Quito Stock Exchange

Abstract.- The study aimed to analyze the volatility of financial assets of companies in the industrial sector listed on the Quito Stock Exchange. An econometric model was used to determine the causes of price variation that affect the returns on variable income financial assets according to a quantitative-correlational strategy. Of the five companies taken as a sample, it was evident that most have a positive beta coefficient of less than 1. This result conveyed that asset fluctuations are below market demand, and they conceive behavior dependent on it. The study concluded that volatility has not shown notable fluctuations in the Ecuadorian stock market due to the minimal movements generated in the negotiations on the Quito Stock Exchange.

Keywords: financial assets, stock market, industrial companies, volatility.



I. INTRODUCCIÓN

La investigación tiene como finalidad dar a conocer las fluctuaciones que poseen los activos financieros de renta variable pertenecientes a las empresas del sector industrial en la Bolsa de Valores de Quito. Si bien es cierto, el mercado de valores puede llegar a ser altamente riesgoso por sus variantes, pero a su vez, altamente productivo en cuestión de rendimientos esperados, a través de una diversificación de portafolios. De tal manera, se considera la estimación de un riesgo sistemático como una variante principal que afecta a los rendimientos de dichos activos [1].

El riesgo es un indicador que está latente en el mercado de valores y representa la confiabilidad en el mismo, lo que denota un nivel de importancia en las bolsas de valores del mundo. Así, la Bolsa de Valores de Nueva York-NYSE (New York Stock Exchange), en Estados Unidos, como la Bolsa de Valores de Sao Paulo en Brasil, manejan sus rendimientos a través del índice bursátil Dow Jones, considerado uno de los más importantes para medir la fuerza del mercado y determinar el precio de los activos financieros de las empresas del sector industrial, con base a un gestor cuantitativo de riesgo.

En el caso de Perú, la volatilidad en el sector industrial ha estado influenciada por la dependencia de la economía peruana de la exportación de materias primas, como el cobre y el oro. Las variaciones en los precios de estas materias primas en los mercados internacionales pueden tener un impacto directo en sus empresas industriales dedicadas a la extracción y procesamiento de estos recursos. Además, factores políticos y regulatorios, así como eventos internacionales, como la evolución de la demanda china, pueden generar incertidumbre en los mercados financieros peruanos [1].

En el caso de Colombia, la volatilidad del activo financiero del sector industrial ha sido influenciada por la dependencia de las exportaciones de materias primas, como el petróleo y el carbón. Las fluctuaciones en los precios del petróleo, en particular, tienen un efecto significativo en dichas empresas que están relacionadas con la extracción y producción del mismo. En este sentido, factores internos como la situación política y la seguridad pueden contribuir a la incertidumbre en los mercados financieros, como efecto se obtendría volatilidad en sus acciones dentro de la Bolsa de Valores [2].

Las empresas industriales de los países sudamericanos a través de sus inversores se han preparado limitadamente para gestionar la volatilidad de sus activos. Esto puede incluir estrategias de diversificación de cartera, análisis de riesgo y una comprensión sólida de los factores que afectan a la volatilidad en el mercado industrial. Además, contar con una gestión financiera sólida y una buena gobernanza corporativa puede ayudar a mitigar los riesgos asociados con la volatilidad en los activos financieros.

Por otro lado, en el caso de Ecuador, se legalizó la Bolsa de Valores de Quito y la Bolsa de Valores de Guayaquil con la Ley del 26 de marzo de 1969 (Ley 111), que tuvo efectos limitados tanto en el orden legal como en el acceso al mercado [2]. Con el pasar del tiempo, la participación del sector público y el sector privado en el mercado de valores ecuatoriano ha mostrado crecimiento. Sin embargo, por motivos de investigación la información recopilada se centrará en el sector privado, que cotiza en la Bolsa de Valores de Quito.

El sector privado posee diferentes subsectores, entre ellos el sector industrial, al que va dirigida la investigación. Las empresas industriales que cotizan en la Bolsa de Valores de Quito, se ven afectadas por la volatilidad en las emisiones de activos financieros, debido a factores políticos, económicos y sociales, que influye en las decisiones a nivel de país, causando incertidumbre en el mismo e incide en la inflación y deflación repentina. Principalmente, se ve afectada por la variación de las tasas de interés en las instituciones financieras (IFI's), lo que ocasiona mayor compensación para los inversionistas al crear una competencia entre las IFI's y el mercado de valores.

Los continuos cambios en el país han creado debilidad en la medición y control de riesgos, desconfianza en el mercado, toma de decisiones inadecuada respecto a las inversiones y un estancamiento por parte de los inversionistas; lo que no ha permitido mayor movimiento en las cotizaciones de activos financieros en la bolsa.

El objetivo de estudio es analizar la volatilidad de activos financieros en empresas del sector industrial que cotizan en la Bolsa de Valores de Quito, a través de un modelo econométrico para determinar las causas de la variación de precios que afectan a los rendimientos en los activos financieros de renta variable. A través de la teoría que propone Markowitz y la implantación del modelo de Sharpe, se pretende establecer un modelo de valoración CAPM e identificar el factor exógeno que han generado la volatilidad en los activos financieros de las empresas del sector industrial, pertenecientes a la Bolsa de Valores de Quito. Además, elaborar una comparación respecto a los resultados obtenidos.

II. DESARROLLO

El estudio explora los conceptos generales como la volatilidad de los activos financieros, la importancia del riesgo en el mercado de valores y el papel de la Bolsa de Valores de Quito. Se introduce el modelo CAPM (Modelo de Valoración de Activos de Capital) como una herramienta clave para valorar activos financieros, a su vez, se explican sus componentes, como la tasa libre de riesgo, el coeficiente beta y la prima de riesgo del mercado. Además, se abordan conceptos como la volatilidad, el riesgo y la rentabilidad, para la identificación de cómo estos interactúan en el mercado de valores.

A. Activos Financieros

Los activos financieros son instrumentos de deuda [3], pueden ser de renta fija o renta variable que se emiten por parte de las empresas y se negocian en un mercado bursátil a razón de generar réditos monetarios. Por lo tanto, si se adquiere un activo financiero representará para el tenedor la compra de derechos de una empresa, de la cual percibirá beneficios monetarios futuros por parte del emisor. Los activos financieros poseen tres características importantes: la primera es la liquidez, definida como el tiempo que tardan los títulos valores en convertirse en efectivo. La segunda corresponde al riesgo, entendida como la susceptibilidad que tienen los activos financieros frente a la posibilidad de que la inversión no pueda ser retribuida. Y la rentabilidad, que son los rendimientos nominales, resultado de una inversión que se ve reflejado en los intereses a favor del poseedor del activo financiero.

Los activos financieros se clasifican en: certificados de depósito a término, certificados de depósito de ahorro a término, bonos, acciones (por titularización o fondos de inversión), divisas, títulos de tesorería, aceptaciones bancarias, papeles comerciales, depósitos bancarios, títulos de capitalización, papel moneda, pagaré y leasing (método poco frecuente) [4]. De los que se centra principalmente en los activos de renta variable, o también conocidos como acciones. Las acciones al igual que los demás activos se negocian en el mercado de valores. Estos poseen una característica en particular, su rendimiento se define por la volatilidad existente en el mercado. Dicha volatilidad se ve reflejada a tiempo real, lo que responde a un azar de intereses, es decir, se debate entre ganar o perder de un momento a otro. En efecto, estas fluctuaciones son variantes que tienden a analizar el comportamiento del mercado para concebir un futuro monetario de dicha acción.

B. Volatilidad

Los activos financieros se ven influenciados por la volatilidad, que comprende un riesgo, producto de la inconsistencia en el mercado, debido a la intervención de factores políticos, económicos, sociales, entre otros que a causa de la especulación e incertidumbre, afectan la confianza del país en donde se opera, a su vez genera impacto en el mercado bursátil [5].

Es un referente de inestabilidad, variabilidad y fluctuación entre los precios de los activos financieros en el mercado de valores. Tiene dependencia de oferta y demanda, considera aspectos positivos y negativos, de manera que varía en magnitud relativa al comportamiento del mercado [6]. Por otra parte, la volatilidad no es una variable fácil de estimar, su inobservancia requiere de alternativas basadas en modelos econométricos para su interpretación. Cabe mencionar que los resultados de la volatilidad, difieren dependiendo del modelo econométrico implantado.

Luego de una investigación aplicada a cinco economías desarrolladas, confirma que la volatilidad es un factor fundamental para la fijación de precios y cálculos de rendimientos de los activos (acciones). De tal manera, la volatilidad tácita del mercado de valores tiene la capacidad de ser predecible para determinar la volatilidad de las acciones, ante la imprecisión de la volatilidad de commodities. Denotando un principal enfoque en la gestión de riesgos [7]. Todo riesgo tiene incertidumbre. En el mercado de valores la incertidumbre está asociada al rendimiento que se espera de una inversión, dado en la posibilidad de retorno de la misma con su respectivo rendimiento existente, que ha sido valorado en el tiempo. Dicho de otra forma, a mayor riesgo el accionista exigirá una mayor rentabilidad. En tal sentido se comprende, que el riesgo es intrínseco en los activos financieros por su variación e incertidumbre, haciéndolo atractivo a los inversionistas con un grado de aversión al riesgo elevado. De modo que, conocer el mercado bursátil puede generar oportunidades de riqueza en quien considera una alternativa viable para invertir, sin dejar de lado los factores que se ven involucrados.

C. Bolsa de Valores

La Bolsa de Valores de Quito es un ente regulador que brinda servicios y provee de mecanismos para la negociación de valores, por lo que, supervisa y regula las operaciones dentro del mercado de valores a tiempo real. De tal modo, proporciona fiabilidad en sus estadísticas e información que es presentada al público en general, además vela el cumplimiento de la normativa legal y precios justos bajo parámetros de seguridad [8]. La participación de las empresas en el mercado de valores ecuatoriano demuestra un crecimiento a raíz del año 2008, pero en la Bolsa de Valores de Quito presenta un crecimiento lento en comparación a la Bolsa de Valores de Guayaquil. Sin embargo, la Bolsa de Valores de Quito es una fuente completa de información necesaria para el proceso de investigación, a la cual le atribuyen diferentes funciones [9].



Figura 1. Funciones de la Bolsa de Valores de Quito.

La Bolsa de Valores de Quito cumple con diversas funciones que logran que el mercado de valores sea transparente, fomenta mecanismos para que las negociaciones sean productivas a través de la actualización de la información diaria, en la constituye los valores cotizados, emisiones, operaciones bursátiles y casas de valores.

D. El Sector Industrial en la Bolsa de Valores

Los sectores que abarca la Bolsa de Valores de Quito como emisores en el año 2023, según informe de registro comprende: sector público (gobierno central y entidades autónomas), sector privado financiero (bancos, sociedades financieras, aseguradoras, mutualistas, cooperativas de ahorro y crédito, instituciones de servicios financieros, tenedora de acciones), sector privado no financiero (sector industrial, sector comercial, sector agrícola-ganadero-pesquero-maderero, sector inmobiliario, servicios, construcción). Para analizar la volatilidad de los activos financieros se dará principal enfoque en el sector industrial, por considerarse el principal aportador de recursos y plazas de empleo [8]. Además según datos de la Bolsa de Valores de Quito para el año 2023 presenta un total de 81 emisores con 179 emisiones en activos financieros tanto de renta variable como fija.

El sector industrial del Ecuador en el año 2015 representa 12,3% del Producto Interno Bruto (PIB), cifra que es cercana al promedio de América Latina (12,8%) [10]. Para el año 2023, la industria inicia con un 78% aproximadamente de participación en el PIB del Ecuador, cuenta con la participación de "manufactura (11%), petróleo y minas (11%), comercio (11%), construcción (8%), enseñanza, servicios sociales y salud (8%), agricultura (8%), otros servicios (8%), transporte (7%), y actividades profesionales, técnicas y administrativas (6%)". Es decir, la industria ha tenido un crecimiento notable en la economía ecuatoriana. Sin embargo, se ve influenciado por factores externos como son las decisiones gubernamentales que afectan a su financiamiento [11].

E. Modelo de Valoración de Activos Financieros

En los años 1981 y 1990 por contribución de Markowitz en el año 1952, Tobin en el año 1958 y Sharpe continuó en el año 1964 hacia la valoración de activos a través de teorías, fueron acreedores del Premio Nobel. Markowitz a través de su artículo Portfolio Selection, ahora conocida como la Teoría Moderna del Portafolio propone maximizar la utilidad esperada a través de la diversificación del portafolio en busca de carteras eficientes utilizando la media-varianza.

Tobin mejoró dicha teoría, añadiendo el dinero como un activo libre de riesgo fundamentado en los ahorros o excesos de liquidez. Sharpe, al considerar una teoría eficiente pero no práctica en la estimación de la diversificación, propone el Modelo de Valoración de Precios de los Activos de Capital (CAPM), en la que a través de la covarianza de los activos encuentra la relación entre los rendimientos esperados y la varianza [12], [13]. El CAPM es una herramienta que permite ver el rendimiento de un activo financiero (acción) frente a un riesgo. A continuación, la ecuación del modelo:

$$\text{CAPM} = R_f + \beta (R_m - R_f) \quad (1)$$

Donde R_f es la tasa libre de riesgo, β es el coeficiente beta de la acción del mercado y $(R_m - R_f)$ es la prima de riesgo que varía en función de beta. La tasa libre de riesgo en varios países de América Latina no cuenta con bonos del tesoro que identifique un activo libre de un riesgo, y este representada mediante una tasa. Por lo tanto, algunos inversionistas toman como referencia a la tasa de los Bonos del Tesoro Americano.

Para la eficiencia del CAPM se debe considerar gestores cuantitativos de riesgo, para ello está la desviación estándar, la cual es un riesgo no sistemático y controlable. Y el coeficiente beta que, al ser un riesgo sistemático no controlable, lo hace no diversificable. El coeficiente beta (2) mide el grado de dependencia de la empresa vs el mercado respecto al retorno. Por lo que se presenta la siguiente ecuación:

$$\beta = \frac{\text{Cov Ri, Rm}}{\text{Var Rm}} \quad (2)$$

Donde Cov, es la covarianza, Var es la varianza, Ri es el rendimiento de las acciones y Rm, es el rendimiento del mercado. El coeficiente beta es un riesgo que está presente en los activos, y cuenta con tres parámetros, es decir, si $\beta > 1$ significa que las acciones bajarán o subirán más que el mercado; si $\beta = 0$ esto muestra que las acciones bajarán o subirán en paralelo con el mercado y si $\beta < 1$ significa que las acciones bajarán o subirán menos que el mercado.

El CAPM al definir los rendimientos de un activo por encima de una prima de riesgo, se pueden explicar claramente a través de un único factor, el coeficiente beta. Sin la necesidad de involucrar más factores. No obstante, el CAPM es un modelo efectivo, ahora bien para mayor exactitud de rendimientos, es necesario involucrar más factores en cuanto se evalúe a nivel internacional [14].

III. METODOLOGÍA

La investigación posee un enfoque cuantitativo, debido a que se aplicó una relación numérica entre variables, y la probatoria de cálculos matemáticos. Para la respectiva aplicación del método de valoración de activos financieros, se realizó la extracción de datos de fuentes primarias, posteriormente se aplicó la fórmula del CAPM (Modelo de Valoración de Precios de los Activos de Capital) con la finalidad de establecer los resultados [15]. El nivel de investigación fue correlacional, por la asociación de dos variables que se encuentran vinculadas entre sí, de tal manera para la investigación se dispuso de los precios de las acciones referentes al año 2023. El tipo de muestreo que se utilizó fue por conveniencia, debido a que se analizaron los datos de las empresas industriales que cotizan en la bolsa, basándose en la información requerida por el modelo, es decir, aquellas empresas que han permanecido emitiendo acciones de forma constante en el mercado bursátil.

En la extracción de datos históricos se utilizó como fuente base los informes publicados por la Bolsa de Valores de Quito. Para la selección del tipo de muestra por conveniencia se realiza mediante las siguientes características: a) El precio de las acciones debe estar presentadas de forma diaria de las empresas industriales que cotizaron en la Bolsa de Valores de Quito del periodo 2023; y, b) Las acciones representadas en dólares americanos.

Por lo tanto, de las 10 empresas que pertenecen al sector industrial y cotizaron en acciones, se consideró como muestra a 5 empresas que cumplieron con la emisión de acciones de manera diaria y continua durante el año hasta el corte de octubre de 2023. En la Tabla 1 se muestran a las empresas y el tipo de activo financiero que emiten en la Bolsa de Valores de Quito.

Tabla 1. Empresas del sector industrial.

| Empresas | Renta Variable |
|-----------------------------------|----------------|
| Cervecería Nacional CN S A | Acciones |
| Corporación Favorita C.A. | Acciones |
| CRIDESA (Cristalería del Ecuador) | Acciones |
| Holcim Ecuador S.A. | Acciones |
| Industrias Ales | Acciones |

Luego de haber obtenido la muestra, para considerar el precio de cierre de las acciones de forma diaria, existió la necesidad de transformarles a valores mensuales mediante un promedio. Por consiguiente, la tabla 2 muestra los precios de las acciones de forma mensual para el año 2023.

Tabla 2. Precio de las acciones de las empresas industriales 2023.

| Fecha | Cervecería Nacional Cn S A | Corporación Favorita C.A. | CRIDESA (Cristalería del Ecuador) | Holcim Ecuador S.A. | Industrias Ales |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------|
| Precio en dólares americano | | | | | |
| oct-22 | \$ 94,00 | \$ 2,44 | \$ 3,36 | \$ 70,00 | \$ 0,50 |
| nov-22 | \$ 92,00 | \$ 2,55 | \$ 4,00 | \$ 70,01 | \$ 0,50 |
| dic-22 | \$ 91,50 | \$ 2,76 | \$ 4,00 | \$ 69,60 | \$ 0,50 |
| ene-23 | \$ 92,00 | \$ 2,56 | \$ 4,00 | \$ 60,00 | \$ 0,50 |
| feb-23 | \$ 92,00 | \$ 2,38 | \$ 4,30 | \$ 59,68 | \$ 0,50 |
| mar-23 | \$ 89,97 | \$ 2,49 | \$ 4,62 | \$ 58,00 | \$ 0,50 |
| abr-23 | \$ 92,00 | \$ 2,51 | \$ 4,40 | \$ 58,00 | \$ 0,50 |
| may-23 | \$ 92,00 | \$ 2,49 | \$ 4,48 | \$ 57,33 | \$ 0,50 |
| jun-23 | \$ 85,90 | \$ 2,46 | \$ 4,49 | \$ 58,00 | \$ 0,50 |
| jul-23 | \$ 82,00 | \$ 2,47 | \$ 4,25 | \$ 58,00 | \$ 0,50 |
| ago-23 | \$ 92,00 | \$ 2,47 | \$ 4,25 | \$ 58,00 | \$ 0,50 |
| sep-23 | \$ 92,00 | \$ 2,41 | \$ 4,50 | \$ 57,33 | \$ 0,50 |
| oct-23 | \$ 92,00 | \$ 2,42 | \$ 4,51 | \$ 56,57 | \$ 0,50 |

En la tabla anterior se pudo evidenciar que todas las empresas tomadas como muestras cumplen con los requerimientos, con esto se explica que existe variación de precios en todos los meses por cada empresa, con excepción de la empresa Industrias Ales, ya que el precio de sus acciones no varía. Sin embargo, se tomó como muestra porque permite la comparación de resultados y la interpretación en caso de las empresas cuyo precio accionario no presenten variación alguna.

Posteriormente, para considerar la tasa libre de riesgo, se tomó la tasa del bono del tesoro americano porque en Ecuador no existe un activo libre de riesgo. De tal forma, se tomó el rendimiento del bono del tesoro americano a 5 años, en el cual durante el año 2023 se ha mantenido en un promedio de 1.895%. Para la obtención de los rendimientos de mercado se obtuvo datos de ECUINDEX, mientras que para las empresas se tomó del precio mensual de las acciones, para ello se aplicó la siguiente ecuación:

$$R_i, R_m = \frac{P_2}{P_1} - 1 \quad (3)$$

Donde: R_i , R_m son el rendimiento de acciones de la empresa y el rendimiento del mercado consecuentemente, mientras que P_2 es el precio actual y P_1 es el precio anterior. El coeficiente beta por ser un indicador que se compara con un índice de referencia, mide la sensibilidad de las rentabilidades los activos financieros, y sus resultados se presenta de forma numérica. Mientras que el retorno esperado o el CAPM se presenta en porcentajes, esto permite a los analistas financieros determinar si la inversión es o no viable.

IV. RESULTADOS

A. Resultados de los rendimientos de las acciones de las empresas industriales

En cuanto a los resultados obtenidos, se considera conveniente plasmar el procedimiento de una de las empresas del sector industrial, en este caso se tomó en cuenta la Cervecería Nacional S.A, para ello se presenta la tabla 3 con el cálculo de rendimientos.

Tabla 3. Cálculo del rendimiento - Cervecería Nacional CN S. A.

| Fecha | Acciones | Rendimiento de acciones (y) | Ecuindex | Rendimiento de mercado (x) |
|----------|----------|-----------------------------|-------------|----------------------------|
| | Precio | | Precio | |
| oct-22 | \$ 94,00 | | \$ 1404,62 | |
| nov-22 | \$ 92,00 | -0,021277 | \$ 1414,99 | 0,007383 |
| dic-22 | \$ 91,50 | -0,005435 | \$ 1414,45 | -0,000382 |
| ene-23 | \$ 92,00 | 0,005464 | \$ 1401,51 | -0,009148 |
| feb-23 | \$ 92,00 | 0,000000 | \$ 1363,4 | -0,027192 |
| mar-23 | \$ 89,97 | -0,022065 | \$ 1367,51 | 0,003015 |
| abr-23 | \$ 92,00 | 0,022563 | \$ 1355,33 | -0,008907 |
| may-23 | \$ 92,00 | 0,000000 | \$ 1.302,80 | -0,038758 |
| jun-23 | \$ 85,90 | -0,066304 | \$ 1.331,80 | 0,022260 |
| jul-23 | \$ 82,00 | -0,045402 | \$ 1.324,71 | -0,005324 |
| ago-23 | \$ 92,00 | 0,121951 | \$ 1.330,61 | 0,004454 |
| sep-23 | \$ 92,00 | 0,000000 | \$ 1.377,72 | 0,035405 |
| oct-23 | \$ 92,00 | 0,000000 | \$ 1.406,89 | 0,021173 |
| Promedio | \$ 90,45 | -0,000875 | \$ 1.365,98 | 0,000331 |

A partir de la tabla anterior, el rendimiento de las acciones lleva la variable "Y" y el rendimiento del mercado la variable "X", a fin de determinar si las acciones de la Cervecería Nacional S.A poseen un ritmo de fluctuación similar al mercado.

De acuerdo a los resultados, el rendimiento promedio de la empresa fue de -0,000875 frente al promedio del mercado que estuvo en 0,000331. De modo que, el comportamiento de las acciones no fluctúa en función del mercado, es decir, pese a las variaciones presentadas por el mercado, este valor no influyó en gran magnitud en los precios.

Con el uso de la herramienta Excel se calculó la varianza del Rm mediante la aplicación de la ecuación VAR.P y la covarianza del Rm y Ri con la ecuación COVAR. De esa forma, se obtuvo el cálculo del coeficiente para la determinación del CAPM, los cuales se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Cálculo del Beta y CAPM - Cervecería Nacional CN S. A.

| Denominación | Ecuación | Resultado |
|------------------------------|-------------|------------------|
| Rf (Tasa del bono americano) | | 0,018956 |
| Rm (Rendimiento de mercado) | ECU-INDEX | 0,000331 |
| Varianza | VAR.P | 0,000393 |
| Covarianza | COVAR | -0,0967 |
| BETA | COVAR/VAR.P | -0,246168 |
| CAPM | RF+B(RM-RF) | 0,023542 |
| CAPM % | % | 2,35% |

El resultado que se obtuvo del coeficiente beta a octubre del año 2023 fue de -0,24 lo que significó que fue menor a 1. Por lo tanto, el riesgo es defensivo, es decir, si el rendimiento de las acciones sube o baja siempre será menor a la del mercado. Este efecto es debido a que los precios de las acciones no varían de forma significativa. Además, el coeficiente beta al ser negativo denotó variabilidad en el rendimiento de la empresa con respecto a la variabilidad del mercado. De tal manera, dicho comportamiento se lo conoce como inverso, es decir, mientras la una sube, la otra tiende a bajar.

En la Tabla 5 se presentó un cuadro resumen de los resultados obtenidos en la aplicación del modelo CAPM a las cinco empresas industriales estudiadas.

Tabla 5. Cuadro resumen.

| Año 2023 | Cervecería Nacional CN S. A. | Corporación Favorita S.A. | CRIDESA S.A. (Cristalería del Ecuador) | Holcim Ecuador S.A. | Industrias Ales C.A. |
|----------|------------------------------|---------------------------|--|---------------------|----------------------|
| Beta | -0,246167618 | 0,486042537 | 0,35585872 | 0,299054485 | 0 |
| CAPM | 2,35% | 0,99% | 1,23% | 1,34% | 1,90% |

Durante el año 2023, se evidenció que el coeficiente beta de la Cervecería Nacional fue negativo, por lo tanto, la variabilidad del rendimiento de la empresa con respecto al mercado fue inversa. En la empresa Corporación Favorita, CRIDESA y Holcim Ecuador, el coeficiente beta fue menor a 1 con signo positivo, por lo que tienden a variar de acuerdo a la tendencia del mercado. Aunque el precio de sus acciones suba o bajen, siempre serán menor que el precio del mercado. Por otro lado, la Industria Ales, obtuvo un coeficiente beta de 0, por lo tanto, el precio de las acciones fue constante, de modo que, no se puede obtener variación en el rendimiento.

Para las otras empresas con un coeficiente beta diferente de cero, su rentabilidad estará más influenciada por las tendencias del mercado. Por lo tanto, un coeficiente beta negativo indica una relación inversa con el mercado; es decir, cuando el mercado sube, las acciones de Cervecería Nacional tienden a bajar. De este modo, su CAPM de 2,35% sugirió una rentabilidad potencialmente baja, pero también implica un perfil de riesgo único que podría ser atractivo como estrategia de inversión. Con relación a las acciones de Corporación Favorita se evidenció que tienen menos volatilidad que el mercado en general. Su CAPM de 0,99% indicó una rentabilidad esperada baja, lo cual podría ser adecuado para inversores que buscan una opción menos riesgosa en el mercado.

Por otro lado, el coeficiente beta de la empresa CRIDESA (Cristalería del Ecuador) fue de 0,35 es decir, tiene ligera variabilidad en el rendimiento con relación al mercado, a diferencia del retorno esperado que fue de 1,23% que siguió siendo bajo. Es decir, su rentabilidad esperada fue moderada, lo que podría ser atractivo para inversores que buscan un equilibrio entre riesgo y retorno. Mientras que, Holcim reflejó el valor de beta más bajo entre las empresas analizadas, lo que se interpretó con una volatilidad significativamente menor que el mercado. Su CAPM de 1,34% ha mostrado una rentabilidad potencialmente baja, adecuada para inversores que priorizan la estabilidad sobre altos retornos.

En el caso de Industrias Ales se sugiere que las acciones no presentan riesgo sistemático. Sin embargo, esto también implica que los inversores no pueden esperar un rendimiento excesivo en comparación con el mercado más amplio. La rentabilidad de estas acciones es probablemente más estable, pero no necesariamente alta.

B. Análisis comparativo de la eficiencia de las acciones de las empresas industriales

De acuerdo a los resultados obtenidos en el artículo de Análisis de eficiencia de la Bolsa de Valores de Quito, periodo 2013-2015 en la que se realizó el cálculo de la beta y el rendimiento esperado con la finalidad de determinar la eficiencia de la bolsa. En la tabla 6 se evidenció las comparaciones respectivas.

Tabla 6. Cuadro de comparación.

| Empresas | Beta (volatilidad) | |
|---------------------------|--------------------|-----------|
| | Año 2013-2015 | Año 2023 |
| Cervecería Nacional S.A. | -0,0402 | -0,246168 |
| Corporación Favorita C.A. | -0,3400 | 0,486043 |
| CRIDESA S.A. | 10,544 | 0,355859 |
| Holcim Ecuador S.A. | 0,2383 | 0,299054 |
| Industrias Ales C.A. | 31,856 | 0,000000 |

Durante el periodo 2013-2015 existieron coeficientes betas negativos, respecto a la Corporación Favorita y Cervecería Nacional. Esto fue determinado debido a la volatilidad de los activos que no poseen puntos de fluctuación altamente elevados. Mientras que, en el año 2023, solo la Cervecería Nacional presentó signo negativo por lo que sus rendimientos son bajos al igual que su riesgo. Por lo tanto, no muestra pertenencia al mercado.

En Cristalerías del Ecuador (CRIDESA) durante los años 2013-2015 mantuvo un coeficiente beta de 1,05 esto comparado con el año 2023, ha disminuido. De ser más atractiva en las ventas de las acciones paso a ser menos atrayente para el inversionista. Respecto a Holcim Ecuador, alcanzó un coeficiente beta de 0,238 en los años 2013-2015, mientras que en el año 2023 es de 0,299 lo que se aduce que, a menor riesgo, existirá menor rendimiento.

Las Industrias Ales en el periodo 2013-2015 mostró un coeficiente beta de 3,18 que representó una variabilidad alta, donde sus rendimientos fueron más volátiles al estar por encima de 1, esto expresó que, a mayor riesgo, se obtendrá mayor recompensa. Ahora bien, para el año 2023 se logró un coeficiente beta de cero, debido a que el precio de sus acciones fue constante.

CONCLUSIONES

En conclusión, los activos financieros de renta variable por naturaleza poseen volatilidad. Sin embargo, respecto a los resultados previstos, dicha volatilidad no presenta fluctuaciones notables en el mercado de valores ecuatoriano, debido a los mínimos movimientos en las negociaciones que se presentan en la Bolsa de Valores de Quito. Para validar la aplicación del modelo de valoración de activos CAPM propuesto por Sharpe, se tomó en cuenta las acciones emitidas por el sector industrial de la Bolsa de Valores de Quito, en consideración de un factor de riesgo sistemático. De tal forma, el inversionista está restringido a un sector en específico y el supuesto conforme a una variable resulta ser factible para la investigación.

De las empresas estudiadas, Cervecería Nacional CN S.A., denotó un coeficiente beta negativo, y se destaca por tener una relación inversa con el mercado, lo que indica una volatilidad única y posiblemente beneficios para estrategias de cobertura o diversificación. Por otro lado, Corporación Favorita S.A., CRIDESA S.A., y Holcim Ecuador S.A., denotaron una volatilidad menor en comparación con el mercado en general. Es decir, estas empresas son menos susceptibles a las fluctuaciones del mercado, lo que podría ser atractivo para inversores que buscan estabilidad. Por otro lado, Industrias ALES evidenció la menor volatilidad, siendo completamente independiente de las tendencias del mercado.

En términos de rentabilidad, Cervecería Nacional CN S.A. es la empresa más atractiva en el mercado de inversión. A pesar de su beta negativo y su perfil de riesgo único, ofrece la mayor rentabilidad entre las empresas analizadas. Esta rentabilidad, combinada con su carácter de inversión contra cíclica, la hace particularmente atractiva para inversores que buscan diversificar sus carteras y protegerse contra las caídas del mercado. Sin embargo, es importante que los inversores evalúen cuidadosamente su tolerancia al riesgo y su estrategia de inversión general antes de decidirse, ya que un coeficiente beta negativo puede conllevar un determinado riesgo.

Finalmente, al analizar las limitaciones del modelo CAPM, aunque es ampliamente utilizado se centra principalmente en el riesgo sistemático y no toma en cuenta factores específicos de la empresa o del sector. Además, asume una relación lineal entre el riesgo y el rendimiento, lo cual puede no capturar completamente la complejidad y dinámica del mercado real. Por lo tanto, como futuro estudio se puede explorar el uso de otros modelos de valoración de activos, como el Modelo de Precios de Activos Arbitrarios (APM) o el modelo de tres factores de Fama-French, que proporcionan una visión holística al precisar el riesgo y rendimiento de las acciones. Estos modelos consideran múltiples factores de riesgo, por lo que, podrían especificar otras condiciones del mercado.

REFERENCIAS

- [1] D. Botero Guzman and J. A. Díaz Contreras, "Análisis de la relación rentabilidad-riesgo en el mercado accionario internacional para un mundo parcialmente integrado," *Ensayos Econ.*, vol. 27, no. 51, pp. 109–124, Octubre 2017.
- [2] J. I. Lovato Saltos, "Propuesta de reformas al mercado de valores ecuatoriano," *Iuris Dictio*, vol. 13, no. 15, pp. 221–245, Junio 2013.
- [3] F. J. Fabozzi, F. Modigliani, and M. G. Ferri, *Mercados e instituciones financieras*, Mexico: Pearson Educación, 1996.
- [4] M. Córdova, (PDF) *Gestión financiera*, Bogota: ECOE, 2012.
- [5] E. Montenegro, F. Tinajero, and I. Pacheco, "Estimación del riesgo de acciones a través de un modelo financiero y de modelos de heteroscedasticidad condicional autorregresiva," *UTCiencia*, vol. 1, no. 2, pp. 61–71, Jun. 2014, Accessed: Julio 2020.
- [6] G. Rossi, "La Volatilidad en mercados financieros y de commodities: un repaso de sus causas y la evidencia reciente," *Inven. Rev. Investig. académica*, vol. 16, no. 30, pp. 59–74, 2013.
- [7] Z. Dai, H. Zhou, F. Wen, and S. He, "Efficient predictability of stock return volatility: The role of stock market implied volatility," *North Am. J. Econ. Financ.*, vol. 52, p. 101174, Apr. 2020.
- [8] B. Santiago, "El sector productivo y el mercado de valores en Ecuador," thesis, vol. 1, no. 4, p. 53, 2014.
- [9] M. C. López Maroto and M. Carmen, "Estrategias sustentables para aumentar la participacion de las cooperativas de ahorro y credito en la bolsa de valores de Quito," UCE, Quito, 2016.
- [10] Ministerio Cordinador de Producción Empleo y Competitividad and Ministerio de Industrias y Productividad, "Política Industrial del Ecuador 2016-2025." pp. 158, 2016. [Online]. Available: http://servicios.produccion.gob.ec/siipro/downloads/temporales/1_Política Industrial_MIPRO 2016-2025.pdf.
- [11] ASOBANCA, "Boletín Macroeconómico - Enero 2023 | Asobanca," Quito, 2023. [Online]. Available: <https://www.asobanca.org.ec/publicaciones/boletín-macroeconómico/boletín-macroeconómico-enero-2023>.
- [12] R. Engle, "Riesgo y volatilidad: modelos econométricos y práctica financiera. Discurso pronunciado en el acto de entrega del premio Nobel de Economía 2003," *RAE Rev. Astur. Econ.*, no. 31, pp. 221–252, 2004.
- [13] L. Stella Flórez Ríos, "Evolución de la Teoría Financiera en el Siglo XX," *Ecos Econ.*, vol. 12, no. 27, pp. 145–168, 2008.
- [14] A. Gregoriou, J. V. Healy, and H. Le, "Prospect theory and stock returns: A seven factor pricing model," *J. Bus. Res.*, vol. 101, pp. 315–322, Agosto 2019.
- [15] H. Sampieri, R. Fernández Collado, and C. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación*, McGraw-Hil. Mexico, 2004.

LOS AUTORES



Anita María Cortez Villacrés está cursando el último nivel en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga en la carrera de finanzas y auditoría.



Blanca Beatriz Lanchimba Aigaje está cursando el último nivel en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga en la carrera de finanzas y auditoría.



Francisco Caicedo Artiaga es economista por la Universidad Central del Ecuador, Master en Administración de Empresas por la Escuela Politécnica del Litoral, Master en Finanzas Corporativas por la Universidad de Viña del Mar Chile, candidato a PHD en Economía y Ciencias Sociales por la Universidad de Carabobo en Venezuela. En la actualidad es docente de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Motivaciones para la responsabilidad social medioambiental en las empresas bananeras ecuatorianas

Dyanela Belén Vinueza Villagrán
<https://orcid.org/0000-0002-8687-8038>
dvinueza0406@uta.edu.ec
Universidad Técnica de Ambato
Ambato-Ecuador

León Saltos Amparito Cecilia
<https://orcid.org/0000-0001-7047-471X>
leonamparito@uta.edu.ec
Universidad Técnica de Ambato
Ambato-Ecuador

Guamán Guevara María Dolores
<https://orcid.org/0000-0003-4771-6412>
md.guaman@uta.edu.ec
Universidad Técnica de Ambato
Ambato-Ecuador

Guamán Guevara Luis Fabricio
<https://orcid.org/0000-0002-1008-1452>
fabricio.guaman.guevara@gmail.com
Asesor académico y ambiental
Ambato-Ecuador

Recibido (20/09/2023), Aceptado (07/10/2023)

Resumen: La imagen corporativa, la buena reputación empresarial, ventaja competitiva, crecimiento empresarial y posicionamiento en el mercado son elementos de motivación para la responsabilidad social medioambiental (RSM) que comprende el compromiso de la organización con el cuidado del medio ambiente por su actividad económica y las certificaciones de calidad y sostenibilidad ambiental, en las empresas agrícolas. En este trabajo se observaron los elementos de la motivación para la responsabilidad social medioambiental de las empresas bananeras ecuatorianas, el método aplicado es de enfoque cuantitativo; bajo un diseño de trabajo de tipo descriptivo no experimental con alcance correlacional, se realizó el análisis de fiabilidad con el Alfa de Cronbach dando un valor de 0.98 al instrumento de 22 ítems se aplicó a 86 pequeñas empresas bananeras, los resultados encontrados demuestran que existe una relación alta entre las motivaciones de las empresas bananeras y la responsabilidad social medioambiental $p > 0.9$.

Palabras clave: empresas bananeras, elementos de motivación, responsabilidad medioambiental.

Motivations for environmental social responsibility in ecuadorian banana companies

Abstract.- The corporate image, good business reputation, competitive advantage, business growth, and market positioning are motivational elements for environmental and social responsibility (ESR), including the organization's commitment to environmental care for its economic activity and the certifications of quality and environmental sustainability in agricultural companies. This work determined the elements of the motivation for the environmental and social responsibility of the Ecuadorian banana companies. The method applied is a quantitative approach. Under a non-experimental descriptive work design with a correlational scope, the reliability analysis was carried out with Cronbach's Alpha, giving a value of 0.98 to the 22-item instrument applied to 86 small banana companies. The final results prove a high relationship between the motivations of the banana companies and environmental social responsibility $p > 0.9$.

Keywords: banana companies, motivation elements, environmental responsibility.



I. INTRODUCCIÓN

La motivación parte de una necesidad interna impulsada por los retos y desafíos en las áreas que nutren a las personas, y tienden a adoptar nuevos procesos de transformación, con la oportunidad de tratar desafíos sociales, que son la causa fundamental donde surge conflictos éticos y ambientales por pretender equilibrar las iniciativas motivacionales con la Responsabilidad social medioambiental (RSM). Esta investigación es de tipo descriptivo con alcance correlacional.

El objetivo del estudio es observar los elementos de la motivación para la responsabilidad social medioambiental. En este sentido, la implementación de motivaciones que van orientados por la preservación del medio ambiente sin descuidar su economía y crecimiento empresarial conllevan a nuevas ventajas y beneficios que procuran la implementación efectiva de la sostenibilidad ambiental, puesto que las empresas reconocen el compromiso de responsabilidad que tienen con el medio ambiente por su misma actividad económica. Desde la rama de la ciencia de la sostenibilidad, atrae la atención al sector bananero por la reducción de costos, crecimiento empresarial, obtención de rentabilidad y utilización de recursos de forma eficiente. La imagen corporativa agrega valor a sus productos, por consiguiente, las empresas bananeras que adoptan estrategias de protección ambiental son las que crean una ventaja competitiva y sus productos son aceptados por los consumidores. La responsabilidad social medioambiental es un principio para minimizar las prácticas que perjudican a los recursos naturales para las futuras generaciones.

Este artículo contiene una estructura dividida en cinco secciones, en la primera sección se encuentra el objetivo, los métodos empleados y el alcance del estudio, en la segunda sección se describe de forma conceptual la teoría de las motivaciones para la responsabilidad social medioambiental. En la tercera sección, se detalla la metodología de enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo donde se aplicó una encuesta cuya fiabilidad es de 0.98, garantizando la confiabilidad de la información en los resultados, en esta sección también se analizó las 4 categorías de estudio: factores motivacionales, economía circular, compromiso con el medio ambiente y la sociedad, además aspectos de causas y efectos de la responsabilidad social medioambiental en las organizaciones, para el logro de este fin se utilizó como instrumento el cuestionario que fue aplicado a los gerentes, administradores o propietarios de las haciendas bananeras. En la cuarta sección, se explica los resultados obtenidos y las correlaciones de los factores. Finalmente, se encuentran las conclusiones de la investigación.

II. DESARROLLO

A. Factores motivacionales

Las motivaciones son aquellos impulsos que surgen como parte de un proceso para lograr satisfacer ciertas necesidades, y que, en el caso empresarial, permiten adoptar nuevos procesos de transformación ante desafíos sociales. Estos retos son generalmente la causa fundamental del surgimiento de conflictos éticos y ambientales, especialmente al momento de equilibrar las iniciativas motivacionales con la Responsabilidad Social y Medioambiental (RSM).

A nivel empresarial, la implementación de políticas motivacionales debe orientarse a la preservación y conservación del medio ambiente, pero sin descuidar la economía y crecimiento empresarial. Así, la implementación efectiva de planes de sostenibilidad ambiental generará ventajas y beneficios para aquellas empresas que reconozcan su responsabilidad medioambiental durante todos los procesos asociados a sus actividades productivas. Desde un punto de vista de sostenibilidad ambiental, el sector bananero ha captado un mayor interés en las últimas décadas debido a sus logros empresariales vinculados con la reducción de costos, crecimiento empresarial, obtención de rentabilidad, y uso eficiente de los recursos naturales. Además, este sector productivo ha logrado una imagen corporativa que agrega valor a sus productos a través de la adopción de estrategias de protección ambiental, lo cual crea una ventaja competitiva que fortalece la aceptación de sus productos por parte de los consumidores.

El concepto de la responsabilidad social medioambiental como modelo de gestión es fundamental en el desarrollo empresarial actual, ya que este compromiso permite minimizar los impactos negativos de ciertas prácticas empresariales poco sustentables, que podrían comprometer la disponibilidad de los recursos naturales para las actuales y futuras generaciones. Es por esta razón, que el presente estudio se enfoca en determinar la relación entre las motivaciones empresariales y la responsabilidad social medioambiental en un grupo de compañías bananeras ecuatorianas.

A continuación, se detallan los potenciales factores motivacionales que podrían impulsar la utilización de la responsabilidad social medioambiental en las empresas bananeras objeto de estudio.

a) Reputación empresarial

La reputación empresarial se basa en los resultados de la empresa, por la implementación de procedimientos espontáneos y voluntarios, que generan valor en la satisfacción de los clientes, empleados o proveedores, esta aceptación permite obtener un potencial que trasciende al rendimiento de la empresa [1].

Las empresas que tienen una buena reputación gozan de los beneficios que adquieren a largo plazo, pudiendo facilitar la solución a cualquier problema, ya que, es un pilar fundamental para la planificación estratégica de la organización. Para lograr una mayor reputación las empresas deben adherirse a planes de cambio para el bienestar climático y programas a favor del cuidado y protección del medioambiente. También, la práctica de la responsabilidad social corporativa influye verdaderamente en la reputación empresarial y la medida es el crecimiento de las ventas con respecto a años anteriores, no importa el mercado objetivo al que quiera llegar, la oportunidad y mejora de las ventas son una respuesta a la buena reputación empresarial que tiene la organización.

Hoy en día, las organizaciones están en la búsqueda de la buena reputación, legitimidad y visibilidad de la organización frente a la colectividad, intenta conseguir el acuerdo de la organización con la responsabilidad corporativa para asegurar la legitimidad social entendiéndose como la manera de motivar negocios transparentes, éticos y más humanos representando la conducta corporativa y ética con las partes interesadas para garantizar las expectativas y necesidades.

Por otro lado, la sustentabilidad ambiental atrae beneficios económicos y si se desarrolla la sustentabilidad se convertirán en un buen negocio a mediano plazo [2]. La implementación de la responsabilidad social medioambiental permite tener una buena reputación empresarial ante la comunidad y diferenciarse por una rentabilidad positiva. En este análisis, las empresas bananeras ecuatorianas aún tienen deficiencias en la evaluación de su responsabilidad social y la norma ISO 26000 puede constituirse en un instrumento válido para direccionar la práctica de la RS en todas las aristas [3].

b) Crecimiento empresarial, posicionamiento y ventaja competitiva

Las organizaciones inteligentes que adoptan estrategias de protección del medioambiente, son las primeras en lograr crear una ventaja competitiva ante las demás, por la aceptación de la empresa y sus productos ante los consumidores y sociedad. Esto, se puede ejecutar mediante la introducción de algunas actividades como la mejora de la práctica ambiental, poseer un sistema de gestión de operaciones, intervenir positivamente en el progreso socioeconómico, evaluar y controlar los indicadores ambientales y económicos, renovando la imagen corporativa, la competitividad y el crecimiento empresarial mediante actividades de protección ambiental en las fincas [4].

Como motor principal para impulsar la ventaja competitiva en la empresa y tener una cualidad diferenciadora en el mercado ganando posicionamiento rápidamente en los consumidores, además de establecer una fuerte imagen corporativa y fidelidad continua.

c) Uso de la Economía Circular

Una rama de la ciencia de la sostenibilidad es la economía circular (EC) y está basado sobre todo en las industrias ecológicas atrayendo su atención por el crecimiento empresarial y la creación de nuevos trabajos o empleos en las empresas. Además, ofrece nuevas formas de reducción de costos, creación de procesos, productos y valor, generación de ingresos, mayor legitimidad y resiliencia, lo que implica un cambio profundo en las prácticas de gestión de las organizaciones como en la forma de utilización de materiales, energía, reducción de residuos y recursos de modo eficiente [5]. Para maximizar el funcionamiento del bienestar, tanto del entorno natural como el humano es imprescindible dar a conocer a nivel industrial para implementar la economía circular sin excluir la calidad de los productos, procesos, regulaciones, componentes, requisito de consumidores y clientes. Esto se debe a factores influyentes en la actitud de compra del cliente, por eso es necesario abordar estos factores más de cerca para implementarlo en el mercado. Sin embargo, es difícil la unión y adaptación al cambio si los clientes no cuentan con una conciencia ambiental[5].

En lo que respecta a este modelo de economía circular, busca un equilibrio entre el medioambiente y la economía, la propuesta práctica son las 3R (reutilizar, reducir y reciclar) cada uno con sus respectivas estrategias, pero, el poco conocimiento de este modelo y la falta de conciencia es una limitación del desarrollo de las estrategias y para alcanzar las metas en el buen uso de los recursos naturales se necesita de cambios económicos, culturales y sociales[6]. Por último, el sistema de economía circular tiene un proceso continuo para los recursos como la mano de obra, el capital y la tierra, se puede reutilizar para alcanzar el desarrollo sostenible y de manera más efectiva con tecnologías limpias, que busca promover la transparencia, equidad y encontrar la sostenibilidad ambiental, social y económica [6].

d) Lograr el enfoque de empresas con producción sostenible

A partir del año 1990 inicia el enfoque, producción más limpia o sostenible que forma parte las tecnologías limpias, tecnologías ambientales o tecnología verde y al mismo tiempo, está inmiscuida la ecoeficiencia con el propósito de reducir y controlar la contaminación en el proceso productivo, desde el inicio del ciclo hasta el final e impulsar el desarrollo sostenible generando un mínimo daño al medioambiente y encontrando más oportunidad de exportación del producto por su calidad [7]. Igualmente, el concepto de desarrollo y producción sostenible es el que eleva la calidad de vida, lleva al crecimiento económico y bienestar social sin dañar los recursos naturales renovables y tampoco el medio ambiente, de esta manera se pueda seguir en armonía y respeto con el ecosistema utilizando los recursos naturales para las generaciones futuras, satisfaciendo las necesidades.

En cuanto a los sistemas de producción sostenible llevan consigo la sostenibilidad de la mano, por la capacidad de conservar la utilidad y productividad pese a las alteraciones naturales y económicas. Pero la escasez de estrategias sustentables no permite acceder a la relevancia del desarrollo sostenible en la implementación de innovaciones y creación de nuevas tecnologías en el siglo XXI, en efecto, las empresas deben destinar un porcentaje económico para invertir en tecnologías limpias. Las variables de la producción sostenible son: Ambiente, sociedad y economía [7].

e) Aplicación de tecnologías limpias (TL)

El concepto de tecnologías limpias es un proceso o tecnología que usa menos energía y materia prima, esto produce menos residuos que los procesos de producción actual, incluyendo estrategias y herramientas para la prevención de contaminación, minimización de residuos y reducción del daño al ecosistema.

El término de tecnologías limpias se refiere a la aplicación de técnicas y estrategias como reciclado, remplazo, reparación y revaloración. Para la implementación de tecnologías limpias (TL) se puede comenzar con un simple o sofisticado cambio en uno o varios procedimientos con notables inversiones. Ventajas de implementación de tecnologías limpias: a) No crea contaminación y da mejores resultados, b) Ahorros considerables, c) Sistemas de credibilidad, permanentes, rentables, eficaces con un aumento de productividad, d) Obtiene una ventaja económica comparando con la contaminación. De igual manera las tecnologías limpias ayudan a reducir impactos perjudiciales en los recursos naturales, disminuye desperdicios y maximiza el sistema del flujo energético [7].

Para la implementación de tecnologías limpias en las empresas se recomienda la agrupación de clústers que se encuentre interconectados en la misma actividad económica con la finalidad de minimizar costos. Además, el Estado cumple un gran rol, ya que, puede promover la implementación de tecnologías limpias en las organizaciones para minimizar el impacto medioambiental por medio de reducción de tasas de interés en la financiación y dar incentivos tributarios como un ente regulador. Otro aspecto, es que los países en desarrollo intermedio, son obligados a implementar las tecnologías limpias por los clientes, consumidores y sociedad, considerando un ejemplo a las empresas de países desarrollados [7].

B. La arista de la Responsabilidad social medioambiental

La responsabilidad social es uno de los conceptos que ha ido ganando importancia en la sociedad y en las empresas corporativas, reaccionando al impacto que causa la actividad económica del sector bananero en el medio ambiente, entorno, sociedad, equipo de trabajo, clientes y proveedores. El término de la responsabilidad social surge a mediados del siglo XX, a partir de aquello se reconoce que la función de la empresa no solo debe ser económica o legal sino ética y medioambiental, autores como Carroll ya en 1979 propuso 4 dimensiones importantes: legal, económica, filantrópica y ética [8] que bien pueden ser aplicadas en el ámbito medioambiental.

Un aspecto interesante es el papel del estado en la protección del medio ambiente, debido a que el derecho internacional obliga a la existencia de la legislación nacional sobre la responsabilidad medioambiental, dentro de esos lineamientos está la Declaración de Río de 1992 sobre la indemnización a las víctimas de daños ambientales o de contaminación, el Acuerdo de Escazú de 2018 establece principios de prevención o de precaución, dando garantías cuando se trate de amenazas a la salud pública o al medio ambiente, en la misma línea se establece en Estados Unidos, la ley de responsabilidad, compensación y recuperación ambiental de 1980, la misma reconoce los daños de forma retroactiva, creando además un fondo para los daños producidos al medioambiente; la Unión Europea, también mostró su interés en proporcionar una normativa sobre la responsabilidad por los daños al medioambiente, estableciendo el Libro Blanco sobre responsabilidad medioambiental de la Comisión Europea de 2000, en el mismo se detallan los lineamientos para que puedan ser observados por los estados miembros[9]. Los principios internacionales en materia de responsabilidad medioambiental hacen referencia a los siguientes temas: a) principio de responsabilidad, b) El que contamina paga y repara, c) prevención y d) precaución; el principio de la responsabilidad debe responder por su conducta, en el principio del que contamina paga y repara se tiene la obligación de responder por las acciones de daño causadas al medio ambiente y la reparación de lo causado por ejemplo, si una empresa lanza desperdicios, químicos o residuos a un pantano, esta empresa debe pagar económicamente, comenzar un proceso de purificación y restauración del pantano [9].

El principio de prevención sirve para que las empresas realicen prevención y no se cause daños al medioambiente, basándose en la prevención, mitigación y evitación de daños; mientras que el principio de precaución orienta las acciones de los gestores públicos para que se concienticen sobre los impactos que se pueden producir en materia de derechos medioambientales[9]. Asumir la responsabilidad social medioambiental (RSM) significa que en la empresa se adquiere un deber sobre: eliminación de residuos, productos, maximización de recursos y minimización de prácticas que pueden afectar a los recursos naturales para futuras generaciones.

Los elementos que las empresas bananeras deben observar sobre la responsabilidad social medioambiental se describen en el siguiente apartado.

a) Educación Ambiental (EA)

El objetivo de la educación ambiental (EA) es crear conciencia sobre el medioambiente. Es importante conocer la normativa nacional sobre educación ambiental: Art.16 La educación ambiental es un eje importante para promover los programas, planes y estrategias en diferente modalidad y nivel, fomentando las competencias, conductas de la sociedad, concientización, enseñanza y aprendizaje del conocimiento, valores, deberes, obligaciones y derechos para la conservación y protección del medioambiente y el desarrollo sostenible [10].

Comprender el objetivo que se persigue con la educación ambiental, contribuirá a la concientización de la sociedad sobre el impacto que causa el daño al medio ambiente, o al ecosistema, bosques o ríos, provocando un perjuicio directo hacia los seres vivos y la naturaleza [11]. El eje de la educación ambiental, promueve la formación de conocimiento y capacidad para tener un mundo con equilibrio medioambiental, la humanidad está en capacidad de asumir hábitos a favor de la sostenibilidad del ambiente y adaptarse hacia un comportamiento en valores éticos y ambientales con el principio de la razón por el accionar, eliminando las consecuencias de las actuaciones incorrectas con el entorno natural.

b) Política ambiental empresarial

Las políticas ambientales son enunciados que permiten lograr acciones orientadas a preservar los recursos naturales para tener un equilibrio en el uso de los recursos naturales y un acertado desarrollo social, demostrando contribución al desarrollo sostenible y respeto al ambiente con responsabilidad social [12], con las políticas ambientales ecuatorianas se promueve la labor sustentable y cooperativa como un encuentro entre el medio ambiente y la humanidad preservando la calidad de vida.

Las empresas están inmersas en actividades que se relacionan con el medioambiente para ofrecer sus servicios o productos, por esta razón, para controlar y reducir el impacto ambiental que desarrolla cada empresa, deben cumplir con lo establecido en la política ambiental de cada territorio de modo que, si la empresa implementa una política ambiental y social responsable asegura oportunidades en el mercado, alto rendimiento, facilita la implementación de procesos, actualizándose en la innovación ambiental y social.

Las teorías políticas conllevan al análisis de las relaciones entre la sociedad, el medioambiente y la empresa. Por consiguiente, las empresas productoras de banano, cada vez tienen un importante papel social que asumir en las comunidades y ecosistema en el que operan. Desde la política empresarial la responsabilidad social medioambiental o también llamado Environmental Corporate Social Responsibility involucra los procesos que la empresa utiliza para prevenir la contaminación como proyectos de ahorro de energía verde.

c) Gestión Ambiental

La gestión ambiental permite un continuo desarrollo y adaptación de las empresas, sobre todo a la conservación y preservación del medio ambiente. Al mismo tiempo, las exigencias a nivel internacional sobre la sostenibilidad organizacional han incorporado a la gestión ambiental como una ventaja competitiva para consolidar la sustentabilidad y la búsqueda de la conservación de los recursos naturales, sin emisiones contaminantes, derrame de agua, niveles de ruido, es decir un consumo responsable.

También, un factor importante en la práctica de la gestión ambiental es la competitividad de la organización frente un mercado preocupado por el medio ambiente y cada vez más exigente. Por esta razón, es necesario integrar y hacer parte a la gestión ambiental de la misión y estrategia de la empresa. Puesto que, el hacer parte de la estrategia de la empresa ofrece varios beneficios como el logro de la compatibilidad entre el medio ambiente y el crecimiento económico por medio de modelos de negocio [13]. La gestión ambiental ayuda a disminuir, erradicar y prevenir los impactos ambientales.

Sistema de Gestión Ambiental (SGA)

En las empresas el sistema de gestión ambiental es una herramienta importante para alcanzar el éxito y gestionar la administración de los negocios desde un punto de vista medioambiental, aunque exista muchos desafíos al que se enfrentan en la actualidad. Sin embargo, si existe una estructura bien definida del Sistema de Gestión ambiental (SGA) se logrará controlar y minimizar los impactos que se puedan ocasionar al medioambiente, cumpliendo con los requisitos legales permitiendo mejorar continuamente.

La norma Internacional detalla los requerimientos para que exista un sistema de gestión ambiental positivo en las empresas bananeras, la introducción de políticas con requisitos legales para aspectos ambientales y prácticas de gestión ambiental ocasiona cambios en el desempeño ambiental, empresarial y económico [14], estos cambios puntualizan al aumento económico y optimización de la ganancia por un adecuado uso de los contaminantes y residuos. El compromiso que asuma la organización con el SGA permitirá mejorar su imagen corporativa con la sociedad, por la percepción de su cuidado con el medioambiente.

d) Compromiso ambiental empresarial

Un valor agregado para las empresas de la misma actividad económica es el compromiso ambiental, con el desarrollo de sus buenas prácticas, esto permite la protección y conservación del medio ambiente, además, el mejoramiento de la calidad de los servicios y productos por medio de la implementación de las ISO 14001 y 9001. En el sector empresarial el compromiso ambiental y la aplicación de las normas tiene muchos beneficios, pero, el círculo del compromiso comienza por la alta gerencia, un buen liderazgo y después todos los niveles de la organización, buscando llegar a los valores y políticas organizacionales, rescatando la conciencia del uso y manejo de los recursos naturales que deja nuestra actividad, no obstante, la implementación de planes eficientes en el proceso de producción conlleva a una apropiada minimización y eliminación de residuos, previniendo riesgos ambientales, sociales y económicos que guía a costos mayores para corregir los impactos adversos [15].

El compromiso se reduce a obtener certificaciones de calidad ambiental por entidades público-privadas en el cumplimiento de los requisitos para el bien del medio ambiente, pero también por razones de imagen corporativa y solvencia económica. Además, las políticas para la mejora medioambiental empresarial, a más de las legalmente reguladas se encuentran las de forma voluntaria con una oferta muy amplia para su elección, pero depende del compromiso ambiental que la empresa asuma, porque también requiere de costos que se debe afrontar.

Para asumir el compromiso del medioambiente, es necesario realizar una evaluación del impacto ambiental (EIA) para evaluar las probabilidades que existen como consecuencia de desarrollar planes y programas de acción sobre prevención del medioambiente, la evaluación implica el análisis sobre los grupos de interés, costos e impactos que pueda ocasionar la motivación sobre adoptar gestión ambiental en la empresa.

Sistema ISO 14000

El surgimiento de las normas ISO 14001 se da por el impulso del sistema de gestión ambiental para alcanzar el desarrollo sostenible y abordar la gestión medioambiental en las empresas. Las normas son un estándar internacional e integral para el sistema de gestión ambiental, que busca la participación de todos los integrantes de la empresa para coadyuvar a la protección del ambiente generando éxito a largo plazo con beneficios operacionales y financieros; cooperando al desarrollo sostenible para prevenir impactos o efectos negativos ambientales.

Asimismo, permite que las empresas lleven a cabo la certificación de calidad y sostenibilidad ambiental del sistema de Gestión ambiental que promueve un mejoramiento de su conducta hacia el medio ambiente. Las certificaciones más empleadas son aquellas que están relacionadas con la producción orgánica, la calidad y la responsabilidad social asegurando los procesos y alcanzando valor en los mercados altamente potenciales y competitivos [13].

Las normas Internacionales que forman parte de la gestión ambiental se dedican a proporcionar componentes del sistema de gestión ambiental eficiente para incorporarse y ayudar a conseguir los objetivos económicos y ambientales, a su vez, las normas internacionales no están orientadas para cambiar, disminuir o aumentar obligaciones legales y tampoco para establecer restricciones arancelarias o comerciales de la empresa[13].

e) Análisis del impacto ambiental

Para reducir el impacto ambiental de las organizaciones es necesario la implementación de una producción más limpia y la práctica como el ahorro de recursos naturales, materias primas, energía, agua; minimización, suplantación o eliminación de material peligroso; reducción de residuos y emisiones altamente contaminantes y peligrosos durante la vida útil del producto estas son prácticas ecoeficientes que da prioridad a la protección del medioambiente, ya que, está relacionada con la responsabilidad social corporativa.

Existe un gran riesgo de impacto ambiental por la fumigación de insecticidas, fungicidas, bactericidas, herbicidas y la contaminación de fuentes de agua son los principales problemas con el uso de estos productos químicos, por otro lado, se encuentra el aire que se puede ver afectado por la dispersión de los pesticidas dañando la calidad del aire, además de esparcir los fertilizantes que esto causa un efecto invernadero con la emisión de gas [16]. Estos impactos pueden ocurrir a escalas altamente peligrosas, razones suficientes para implementar políticas medioambientales en las empresas.

III. METODOLOGÍA

El método de investigación es de enfoque cuantitativo; bajo un diseño de trabajo de tipo descriptivo no experimental con alcance correlacional, con el fin de medir las variables estudiadas por medio de escalas de medición y probar la hipótesis sustentado en fuentes bibliográficas mediante el análisis en artículos científicos de acceso abierto como Scielo, Scopus, Web of sciences, Redalyc, para explicar las motivaciones de las empresas bananeras ecuatorianas con respecto a la Responsabilidad social medioambiental.

Los participantes de estudio pertenecen a la provincia de Los Ríos cantón Quevedo, pues ahí se encuentran las pequeñas empresas bananeras con un total de 110. Teniendo en cuenta el tamaño total de la población se obtuvo una muestra de 86 empresas bananeras, accediendo a los gerentes de las empresas a quienes se les aplicó el instrumento de medición (encuesta) en el estudio.

Para la recolección de datos se diseñó un instrumento, que se estructuró con un total de 22 ítems ordinales distribuidos en 12 preguntas sobre la primera variable Motivaciones y 10 preguntas sobre la segunda variable de Responsabilidad Social medioambiental bajo la escala de Likert de cinco puntos: 1) Totalmente en desacuerdo, 2) En desacuerdo, 3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4) En acuerdo, 5) Totalmente de acuerdo, con el propósito de obtener respuestas que posibiliten el posterior análisis de la estadística descriptiva [17]. Por lo tanto, para saber la confiabilidad del instrumento de investigación se aplicó el coeficiente Alpha de Cronbach con un procesamiento de 30 casos en la prueba piloto, se logró demostrar la confiabilidad y fiabilidad del mismo, dando como resultado un valor de 0.98 que indica una buena consistencia interna debido a que se localiza en un rango entre 0.70 y 0.90. Posteriormente, la obtención de información fue procesada mediante el Software IBM SPSS Statistic 22 y Microsoft Excel 360 para realizar la estadística y analizar el estado actual de las empresas bananeras ecuatorianas en relación a las variables de investigación.

IV. RESULTADOS

El estudio alcanza el objetivo propuesto, dado que es cuantitativo no experimental, lo que posibilita distinguir un sistema categorial de cuatro factores: factores motivacionales, economía circular, compromiso con el medioambiente y/o causa y efecto de la responsabilidad social medioambiental (RSM) en la organización. La primera parte de los resultados es un análisis descriptivo del instrumento aplicado con los ítems más relevantes de cada variable, en la segunda parte se encuentra la correlación no paramétrica, para definir la asociación y relación que existe entre las variables por medio del coeficiente de correlación de Spearman.

Acorde al instrumento planteado con 22 ítems se han obtenido los más relevantes de la primera variable, se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Factores relevantes de las motivaciones.

| Nº de ítem | Descripción | Frecuencia |
|------------|--|------------------------------|
| 4 | ¿Ud. cree que es una motivación para la organización bananera tener una buena reputación empresarial? | 80.23% Totalmente de acuerdo |
| 5 | ¿Cree Ud. que la reputación de la pequeña empresa bananera abre oportunidades y crecimiento de ventas en los mercados? | 62.79% De acuerdo |
| 6 | ¿Es una motivación para Ud. obtener rentabilidad, reducción de costos, crecimiento y mejora de su Imagen corporativa por la preocupación del cuidado del medio ambiente? | 67.44% Totalmente de acuerdo |
| 7 | ¿Le motiva a Ud. obtener ventaja competitiva por la adopción de estrategias de protección del medio ambiente? | 60.47% Totalmente de acuerdo |
| 8 | ¿Para Ud. es una motivación que la empresa bananera tenga crecimiento empresarial por la implementación de las buenas prácticas ambientales? | 73.26% De acuerdo |
| 11 | ¿Le motiva a Ud. la implementación de una producción sostenible y de calidad con el propósito de obtener más oportunidad de exportación del banano? | 70.93% Totalmente de acuerdo |

Se observa que las motivaciones más importantes de las pequeñas empresas bananeras están relacionadas con el mayor interés en la buena reputación empresarial, la obtención de ventaja competitiva y rentabilidad, reducción de costos, crecimiento empresarial, mejora de su Imagen corporativa y mayor oportunidad de exportación del banano. En la tabla 2 se observa las frecuencias de la segunda variable. Los factores más relevantes de la responsabilidad social medioambiental de las empresas bananeras ecuatorianas son la obtención de certificaciones de calidad y sostenibilidad ambiental, el compromiso con el medio ambiente por medio del desarrollo de planes y programas de prevención al impacto ambiental, social y económico.

Tabla 2. Factores relevantes de la Responsabilidad Social Medioambiental.

| Nº de ítem | Descripción | Frecuencia |
|------------|--|---------------------------------|
| 19 | ¿Cree Ud. que es una motivación que la empresa obtenga certificaciones de calidad y sostenibilidad ambiental? | 81.40% Totalmente de acuerdo |
| 21 | ¿Cree que el compromiso ambiental ayuda a concientizar el uso y manejo de los recursos naturales de las empresas bananeras ecuatorianas? | 61.63% Totalmente de acuerdo |
| 22 | ¿Esta Ud. de acuerdo que el Compromiso medioambiental de las empresas bananeras permiten desarrollar planes y programas que previenen impactos ambientales, sociales y económicos? | 82.56% Totalmente de acuerdo |

Los hallazgos encontrados mediante la correlación de Spearman demuestran que la asociación entre la responsabilidad social medioambiental con respecto a la obtención de certificaciones de calidad y sostenibilidad ambiental de las bananeras se relaciona a las motivaciones que conlleva a la buena reputación con un valor alto de 0.966. Para las organizaciones bananeras ecuatorianas es importante que todos los niveles de la empresa este inmersa en el conocimiento de la norma para llegar al objetivo y adquirirla como una filosofía de trabajo para la oportunidad de una mejora continua y mayor apertura de mercados.

Se identificó que entre la economía circular que es un factor de motivación y el compromiso ambiental que ayuda a concientizar el uso y manejo de los recursos naturales que tiene el sector bananero se encuentra en un valor de asociación alto de 0.949. La economía circular en las empresas bananeras ecuatorianas se encuentra en la flora, fauna y flora que es importante conservar, pero con su propias hojas y residuos que se incorpora al terreno aumenta el contenido de materia orgánica de carbono, el carbono se convierte y se va a la atmosfera y después la misma planta de banano lo absorbe y lo convierte nuevamente en materia orgánica, de igual forma el fruto es aprovechado íntegramente.

Otro aspecto importante es el compromiso de las empresas mediante el desarrollo de planes y programas para prevenir los impactos ambientales, sociales y económicos que causan a partir de la actividad económica, en concordancia con el crecimiento de la reputación de la organización, con un valor alto de 0.937.

También es posible mencionar la relevancia de la motivación positiva que adquieren las bananeras para la utilización de tecnologías limpias por sus grandes ventajas como: no crear contaminación, ahorro de recursos naturales y económicos, mejores resultados y aumento de la productividad con una relación alta de 0.934 a la responsabilidad corporativa que las empresas bananeras poseen y favorece el cuidado del medioambiente. Para el sector productivo bananero las tecnologías limpias van desde el uso racional de pesticidas, utilización de productos amigables y prácticas de conservación de los recursos naturales.

En los resultados el crecimiento empresarial para las bananeras ecuatorianas es un elemento de motivación por medio de los planes y programas de educación medioambiental con un valor alto de asociación de 0.886 debido al compromiso de la organización con la responsabilidad social medioambiental. Considerando que las tecnologías limpias son un factor de motivación por sus diferentes ventajas tiene un valor de relación alta de 0.867 con la implementación de una producción más limpia y ahorro de los recursos naturales y económicos permitiendo reducir notablemente el impacto hacia el medio ambiente.

CONCLUSIONES

En este estudio hecho en empresas bananeras ecuatorianas se concluye que, un elemento de motivación para la responsabilidad social medioambiental está asociado a la imagen corporativa por medio de la obtención de certificaciones de calidad y sostenibilidad ambiental dado que, permite la obtención de

rentabilidad, alta posición y valor en los mercados nacionales como internacionales con un producto responsablemente social y medioambiental impulsando una ventaja competitiva como otro elemento de motivación ganando posicionamiento y fidelidad continua ante las exigencias de los consumidores alcanzando su confianza y cumplimiento de la certificación por su preocupación, compromiso y cuidado con el medio ambiente. Por consiguiente, otro elemento de las motivaciones es el crecimiento empresarial por medio del compromiso y desarrollo de los planes y programas de gestión ambiental para prevenir los impactos ambientales, sociales y económicos de la actividad económica de las empresas bananeras, con la implementación de las buenas prácticas ambientales, a través de la economía circular que busca el equilibrio entre el medio ambiente y la economía del sector bananero, obteniendo rentabilidad, reducción de costos, crecimiento en ventas y una mayor Reputación empresarial, siendo este otro factor de motivación para las bananeras.

Consecuentemente, el elemento motivacional es la producción sostenible que puede alcanzar su organización por la adopción de estrategias para el cuidado del medio ambiente como el compromiso que ayuda a concientizar el uso y manejo de los recursos naturales, lo que se puede deducir en la utilización de tecnologías limpias por sus ventajas como no crear contaminación, ahorros considerables, sistemas de credibilidad, aumento de productividad y ventaja económica con el propósito de que la empresa tenga más oportunidad de exportación del banano.

Para concluir los resultados se demuestra los elementos de motivación investigados de las pequeñas empresas para la responsabilidad social medioambiental como la imagen corporativa, buena reputación empresarial, ventaja competitiva, crecimiento empresarial y producción sostenible (tecnologías limpias), considerando el compromiso del sector bananero con el cuidado del medio ambiente tanto de los propietarios y colaboradores como de los consumidores y proveedores. Finalmente, la motivación para que las empresas bananeras estudiadas logren la inclusión en la industria 4.0 se encuentra en la decisión gerencial de cambiar procesos internos, que se orienten a la búsqueda de crecimiento tecnológico acorde a la globalización y a la era del conocimiento.

REFERENCES

- [1] J. A. Orozco and D. Roca, "Construcción de imagen de marca y reputación a través de campanas publicitarias de RSC," *Sphera Pública*, vol. 11, pp. 273–289, 2011.
- [2] L. Valenzuela Fernandez, M. Jara-Bertin, and F. Villegas Pineaur, "Prácticas De Responsabilidad Social, Reputación Corporativa Y Desempeño Financiero," *Rev. Adm. Empres.*, vol. 55, no. 3, pp. 329–344, 2015, doi: 10.1590/s0034-759020150308.
- [3] J. G. Saltos Cruz, A. M. Zavala Calahorrano, A. C. León Saltos, and A. K. Villalva Orozco, "Validación de un Modelo de Medición de Responsabilidad Social: un Estudio Multivariado Transeccional del Sector- Bananero," *Rev. Lasallista Investig.*, vol. 18, no. 1, pp. 158–172, 2021, doi: 10.22507/rli.v18n1a10.
- [4] X. B. Lastra-Bravo and L. D. Casares Morillo, "Clean technologies and green services; implementation in accommodation establishments at the urban area of Otavalo, Ecuador," *Interam. J. Environ. Tour.*, vol. 16, no. 1, pp. 23–34, 2020, doi: 10.4067/s0718-235x2020000100023.
- [5] A. Kuah and P. Wang, "Circular economy and consumer acceptance: An exploratory study in East and Southeast Asia," *J. Clean. Prod.*, no. 247, pp. 3–46, 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119097.
- [6] E. Hellving and T. Flores Sahagun, "The importance of public police that encourage companies to decarbonize the environment and invest in clean technologies in Brazil," *Rev. Mex. Ing. Química*, vol. 12, no. 3, pp. 505–511, 2021, doi: 10.24275/rmiq/Poly2363.
- [7] H. J. Salas Canales, "Tecnologías limpias como fuente de ventaja competitiva empresarial," *Acad. Rev. Investig. en Ciencias Soc. y Humanidades*, vol. 7, no. 1, pp. 97–104, 2020, doi: 10.30545/academo.2020.ene-jun.10.

- [8] J. Lizcano Prada and J. Lombana, "Responsabilidad Social Corporativa (RSC): reconsiderando conceptos y enfoques," *Civilizar Ciencias Soc. y Humanas*, vol. 18, no. 34, pp. 119–134, 2018.
- [9] H. A. Arenas Mendoza, "Reflexiones sobre los lineamientos que debe seguir la ley de responsabilidad medioambiental para los estados latinoamericanos," *Rev. la Fac. Derecho*, no. 50, pp. 1–36, 2021, doi: 10.22187/rfd2020n50a11.
- [10] J. Collado Ruano, F. Falconí Benitez, and A. Malo Larrea, "Educación ambiental y praxis intercultural desde la filosofía ancestral del Sumak Kawsay," *Utop. y Prax. Latinoam.*, vol. 25, no. 90, pp. 120–135, 2020, doi: 10.5281/zenodo.3872522.
- [11] T. Y. Enríquez Vizcaíno, D. F. Coka Flores, and C. M. Méndez Cabrita, "Aplicación del principio de desarrollo sostenible a través de medios informativos para mejorar la educación ambiental," *Rev. Univ. y Soc.*, vol. 13, pp. 426–432, 2021.
- [12] W. Ma, A. Abdulai, and R. Goetz, "Agricultural Cooperatives and Investment in Organic Soil Amendments and Chemical Fertilizer in China," *Am. J. Agric. Econ.*, vol. 100, no. 2, pp. 502–520, 2018, doi: 10.1093/ajae/aax079.
- [13] A. Vidal and C. Asuaga, "Gestión Ambiental En Las Organizaciones: Una Revisión De La Literatura," *Rev. del Inst. Int. Costos*, vol. 18, pp. 84–122, 2021.
- [14] I. T. Amazonas, R. F. de Carvalho e Silva, and M. O. de Andrade, "Environmental management in hotels: Sustainable technologies and practices applied in hotels," *Ambient. y Soc.*, vol. 21, pp. 1–20, 2018, doi: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0172r2vu18L1AO>.
- [15] C. E. Gamboa Porras, "Compromiso ambiental desde el sector empresarial," *Exito Empres.*, 2019.
- [16] K. Dieguez Santana, A. A. Zabala-Velin, K. L. Villarroel-Quijano, and L. B. Sarduy-Pereira, "Evaluación del impacto ambiental del cultivo de la pitahaya, Cantón Palora, Ecuador," *Tecnológicas*, vol. 23, no. 49, pp. 113–128, 2020, doi: 10.22430/22565337.1621.
- [17] S. L. Hernández Mendoza and D. D. Avila, "Técnicas e instrumentos de recolección de datos," *Boletín Científico las Ciencias Económico Adm. del ICEA*, vol. 9, no. 17, pp. 51–53, 2020, doi: <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>.

LOS AUTORES



Dyanela Belén Vinuesa Villagrán, estudiante de Administración de empresas en la Facultad de Ciencias Administrativas en la Universidad Técnica de Ambato, por graduarme de Licenciada en Administración de Empresas.



Amparito Cecilia León Saltos, Ingeniera en Administración de Negocios de Ecuador y Máster en Investigación en Dirección de Empresas, Marketing y Contabilidad por la Universidad Complutense de Madrid España. Actualmente se desempeña como docente titular en la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Técnica de Ambato, en programas de Pregrado en Organización de Empresas y de Posgrado en la Maestría de Administración de Empresas. Se desempeñó como Coordinadora de Carrera de Marketing y Gestión de Negocios en la modalidad Semipresencial y tiene experiencia en la dirección de empresas de servicio. Actualmente es doctoranda de la Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas de la Universidad Complutense de Madrid. Tiene publicaciones sobre Responsabilidad Social Corporativa, Ética empresarial, Capital Intelectual e Innovación en las organizaciones, autora de proyectos de investigación sobre Responsabilidad Social Corporativa en las empresas bananeras ecuatorianas.



María Dolores Guamán Guevara, Magister en Gestión y Dirección de empresas por la Universidad de Chile y Magister en Psicología con especialización en Comportamiento Humano y Desarrollo Organizacional por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Ambato. Estudios de especialización en Gestión del Talento Humano, en University of St. Thomas - Minnesota - Estados Unidos, como becaria. Estudios en México en el Instituto Autónomo de México, especialización Gestión del Talento Humano y Liderazgo para el cambio. Actualmente, docente en Universidad Técnica de Ambato.



Fabricio Guamán-Guevara recibió el grado de PhD in Geography and Geosciences de la University of St. Andrews, Reino Unido. Durante las últimas dos décadas, ha trabajado en proyectos colaborativos y ha publicado sobre cambio climático, ciencias marinas, turismo, y desarrollo sostenible. Actualmente se desempeña como Asesor Académico y Asesor Ambiental en Ecuador.

La zeolita como mineral asociado al cemento en morteros

Ernesto Patricio Feijoo Calle
<https://orcid.org/0000-0001-6901-7933>
pfeijoo@uazuay.edu.ec
Universidad del Azuay
Cuenca, Ecuador

Bernardo Andrés Feijoo Guevara
<https://orcid.org/0000-0002-1089-1332>
bernardofejoo@uazuay.edu.ec
Universidad del Azuay
Cuenca, Ecuador

Pablo Enrique Vásquez Álvarez
<https://orcid.org/0009-0008-4523-4739>
vazquez199@es.uazuay.edu.ec
Universidad del Azuay
Cuenca, Ecuador

Recibido (24/08/2023), Aceptado (08/11/2023)

Resumen: La explotación de minerales en la actualidad está generando preocupación entre los ingenieros, debido a la posibilidad de escasos de estos recursos en el futuro; yacimientos de caliza cada vez van siendo agotados y se dificulta el descubrimiento de nuevos depósitos. Es indispensable, en este tiempo, buscar alternativas y sustitución de minerales en la industria, y para el caso del cemento podría adoptarse el uso de zeolita, la cual se presenta en la naturaleza en grandes cantidades y en muchas zonas geográficas. Este trabajo propone evaluar la resistencia a compresión simple (RCS) de probetas elaboradas con cemento y otras con una adición en partes iguales de zeolita, es decir 50 % de cemento y 50 % de zeolita, y así determinar la variación de valores de RCS. Los resultados son claros y se pudo generar conclusiones que deben tomarse en consideración por los profesionales involucrados en el uso del cemento.

Palabras clave: cemento, mortero, resistencia, zeolita.

Zeolite as an associated mineral in concrete

Abstract.- The exploitation of minerals today is generating concern among engineers, due to the possibility of shortages of these resources in the future; Limestone deposits are increasingly being depleted and the discovery of new deposits is becoming difficult. It is essential, at this time, to look for alternatives and replacement of minerals in the industry, and in the case of cement, the use of zeolite could be adopted, which occurs in nature in large quantities and in many geographical areas. This work proposes to evaluate the simple compressive strength (RCS) of specimens made with cement and others with an addition in equal parts of zeolite, that is, 50% of cement and 50% of zeolite, and thus determine the variation of RCS values. The results are clear and conclusions could be generated that should be taken into consideration by professionals involved in the use of cement.

Keywords: cement, mortar, resistance, zeolite.



I. INTRODUCCIÓN

La optimización del uso de minerales está generando que se produzcan investigaciones aplicadas para el consumo racional de los mismos, y debido a las cantidades usadas de ciertos minerales, estas investigaciones podrían ayudar a optimizar el consumo de otros con menores reservas. El desarrollo de la sociedad moderna demanda grandes volúmenes de recursos naturales, razón por la cual el hombre se impone la necesidad de buscar nuevas alternativas para proteger y preservar el medio ambiente. Uno de los mayores consumidores de recursos naturales, a nivel mundial, es el sector de la construcción, que utiliza grandes volúmenes de áridos en la elaboración de morteros y hormigones [1].

En los últimos años, la demanda de proyectos de infraestructura y construcción ha crecido rápidamente, lo que ha despertado mayor interés por la búsqueda de un diseño más eficiente, económicamente rentable y óptimo en lo que refiere a la mezcla de hormigón. Sin embargo, así como ha crecido la demanda de proyectos, han crecido los problemas al momento de la construcción, la innovación en los materiales utilizados y los impactos que estos ocasionan [2].

El hormigón es un material compuesto principalmente de cemento, áridos, agua y aditivos. Debido a que es un material heterogéneo, existen muchos factores que afectan la resistencia de los ensayos a compresión. Estos factores van desde la elección de las materias primas, hasta las condiciones de confección, curado y el mismo ensayo de las probetas de hormigón que se confeccionan en obra. A partir de esto, se determinan dos fuentes de variaciones en las resistencias del hormigón: variaciones en las propiedades del hormigón y variaciones debidas a las discrepancias en el proceso de ensayo [3]. El estudio de materiales es muy útil para conocer también el comportamiento de la energía involucrada en el proceso. Con la extracción de materias primas la energía se desperdicia en grandes cantidades y a esto, hay que sumar el uso de energía una vez que el edificio ya está construido, esta es la razón por la que es necesario conocer ciertos materiales [4]. El hormigón puede presentar una gran variedad de propiedades mecánicas y de duración buscando cumplir con las diferentes estructuras para los que fueron diseñados. La resistencia a la compresión del hormigón es la más utilizada en la industria de la construcción para diseñar las diferentes estructuras [5].

Las zeolitas naturales son formadas a partir de la precipitación de fluidos contenidos en los poros, tal como en las ocurrencias hidro-termales, o por la alteración de vidrios volcánicos. Las condiciones de presión, temperatura, actividad de las especies iónicas y presión parcial de agua son factores determinantes en la formación de las diferentes especies de zeolitas [6]. Gayoso y Gil en 1994 comenzaron los estudios de utilización de la zeolita como árido ligero en hormigones, con resultados empíricos satisfactorios. La construcción de cinco barcos de 8, 13 y 16 m de eslora bajo la concepción de obtener un aligeramiento en el hormigón fue logrado, obteniendo un peso volumétrico del hormigón 1850 kg/m³ [7]. Pero el estudio en el tiempo de estos hormigones evidenció un incremento sustancial de su resistencia, atribuyéndose este fenómeno a la reacción puzolánica ocurrida entre el mineral zeolítico (árido ligero) y los productos de hidratación del cemento. La caracterización de los materiales utilizados para la obtención de estos hormigones, el cálculo de su dosificación por medio de un software diseñado a tal efecto, la demostración de la reacción puzolánica de la zeolita y los resultados de resistencia obtenidos comparativamente con hormigones sin adición de zeolita, son presentados en el siguiente trabajo. Las zeolitas naturales del tipo clinoptilolita han demostrado eficacia en la sustitución del cemento como es el caso Sedlmajer que en su investigación concluyeron que la zeolita natural (clinoptilolita) puede ser sustituida parcialmente en el concreto ya que menores cantidades de reemplazo pueden alcanzar propiedades similares al cemento portland, aportando beneficios ecológicos y económicos [8].

Los resultados experimentales en cementos de clinker portland con porcentajes de zeolita del 10, 20 y 40% muestran que la sustitución parcial de clinker por zeolita natural permite la preparación de cementos con adiciones con propiedades mejoradas respecto a otros fabricados a partir de residuos industriales [9]. La

sustitución consiste en reemplazar determinada cantidad de cemento portland por un material cuyas características proporcionen productos similares a los que se obtiene al emplear cemento, con la finalidad de reducir los niveles de uso de este material sin que estas variaciones perjudiquen, sino que ayuden o conserven las propiedades del producto final en este caso el hormigón[10].

El cemento es un polvo fino que se obtiene de la calcinación de una mezcla de piedra caliza, arcilla y mineral de hierro. El producto del proceso de calcinación es el clínker, que se muele finamente con yeso y otros aditivos químicos para producir cemento. A diferencia del yeso, raras veces se utiliza el cemento solo, amasado con agua y formando una pasta pura. Su uso habitual es en combinación con otros materiales, especialmente con áridos para formar morteros y hormigón. Amasado con agua, el cemento fragua y endurece tanto en el aire como sumergido en agua. Se trata, por consiguiente, de un conglomerante hidráulico. El más conocido y el más utilizado de todos los cementos es el cemento portland [11]. El cemento es el ingrediente principal del concreto premezclado y la composición de este último es básicamente cemento, agregados y agua. Los agregados finos para hormigón de cemento estarán formados por arena natural, arena de trituración (polvo de piedra) o una mezcla de ambas. La arena deberá ser limpia, libre de materia orgánica, silícica (cuarzosa o granítica). Deberá estar constituida por granos duros, angulosos, ásperos al tacto, fuertes y libres de partículas blandas, materias orgánicas, esquistos o pizarras. La arena es considerada un árido. Los áridos naturales consisten en roca triturada, arena y grava. Desde el punto de vista de la cantidad y de su valor, los áridos son un material de construcción muy importante y proporcionan al hormigón su fuerza y su volumen, y el cemento une la mezcla dando una sustancia similar a una roca dura [12].

Luego de mezclar estos elementos se produce el denominado hormigón, el cual debe cumplir con el tiempo respectivo de fraguado o endurecimiento, para posteriormente ser sometido al ensayo de carga y así obtener su resistencia. La resistencia a la compresión surge del cociente entre la carga máxima del ensayo (carga de rotura por compresión) y la superficie transversal del elemento ensayado. Por lo tanto, para elementos fabricados de un mismo hormigón, sometidos a un mismo proceso de compactación y curado, las diferencias en el resultado del ensayo sólo deberían ser aleatorias, propias del proceso de producción [13].

II. DESARROLLO

El presente trabajo consistió en el planteamiento de sustituir parte del cemento utilizado en morteros con zeolita, con el fin de obtener una resistencia a la compresión similar a las probetas exclusivamente elaboradas con cemento. En teoría los morteros deben contener únicamente cemento, arena y agua, pero para reducir costos se plantea sustituir el cemento, pero no en términos totales. El cemento usado es del tipo comercial, usado en obras de infraestructura. La arena es procedente de río y fue sometida a un proceso de clasificación granulométrica. Finalmente, la zeolita es de uso comercial. Por otra parte, las probetas elaboradas, con las composiciones que se describirán en la metodología, se dejaron secar y luego fueron sometidas al ensayo de compresión. El ensayo a compresión se realizó sistemáticamente y se obtuvieron los valores respectivos.

A. La zeolita

La zeolita es un mineral microporoso perteneciente al grupo de los aluminosilicatos. Está compuesta principalmente por aluminio, silicio y oxígeno, y su estructura cristalina forma una red tridimensional de canales y cavidades que pueden contener agua y otros iones. Además, las zeolitas son conocidas por su capacidad única de intercambio iónico y adsorción. Debido a sus propiedades, se utilizan en una variedad de aplicaciones industriales y medioambientales, como:

Suavización del agua: Las zeolitas pueden intercambiar iones de calcio y magnesio en el agua por iones de sodio, ayudando a reducir la dureza del agua.

- *Adsorción de gases*: Se utilizan en sistemas de purificación de aire y gas para adsorber moléculas no deseadas, como compuestos orgánicos volátiles.
- *Catálisis*: Algunas zeolitas tienen propiedades catalíticas y se emplean en procesos químicos para acelerar reacciones específicas.
- *Absorción de metales pesados*: Las zeolitas pueden adsorber y retener metales pesados, contribuyendo a la remediación de aguas contaminadas.
- *Detergentes*: Se utilizan en la fabricación de detergentes debido a su capacidad para intercambiar iones y ayudar en la eliminación de impurezas.
- *Agricultura*: En la agricultura, las zeolitas pueden utilizarse como mejoradores de suelos, ayudando a retener agua y nutrientes para las plantas.

Es importante tener en cuenta que existen diferentes tipos de zeolitas, cada una con propiedades específicas. Su versatilidad y capacidad para realizar intercambios iónicos las convierten en materiales valiosos en diversas aplicaciones industriales y medioambientales. Este trabajo es una base teórica importante y el respectivo análisis propuso la elaboración de probetas de cemento más zeolita y permitió la variación de parámetros técnicos, dentro de los límites permitidos. En la parte metodológica se hace una explicación de esta variación. Los resultados obtenidos presentan un rango variable, pero aceptable, lo que nos demuestra la validez de la teoría. Las conclusiones evidencian lo expuesto anteriormente.

III. METODOLOGÍA

La metodología aplicada en este trabajo fue de carácter experimental y se describe a continuación.

Las probetas elaboradas tuvieron, además de arena y agua, exclusivamente cemento y una variación en la cantidad de este, complementado dicha diferencia con zeolita. El cemento utilizado fue del tipo GU, diseñado para todo tipo de construcción, el cual cumple los estándares de la norma NTE INEN 2380. La arena usada fue obtenida de río, y se clasificó entre las mallas 20 y 30. La zeolita usada es del tipo de zeolita clinoptilolita perteneciente al grupo de la heulandita.

El primer conjunto de probetas, el cual estuvo compuesto de tres subgrupos, C1, C2 y C3, tuvo la siguiente composición: Un primer subgrupo, denominado C1, en el que las cantidades usadas fueron 1750 g de cemento, 3500 g de arena y 980 cm³ de agua. Para el subgrupo C2, se utilizaron 1166 g de cemento, 3500 g de arena y 700 cm³ de agua, finalmente para el subgrupo C3, se utilizaron 875 g de cemento, 3500 g de arena y 560 cm³ de agua. En el segundo conjunto se involucró la zeolita, como complemento del cemento y se elaboraron tres subgrupos de probetas, el subgrupo Z1 con 875 g de cemento, 875 g de zeolita, 3500 g de arena y 980 cm³ de agua, por otra parte, el subgrupo Z2, estuvo compuesto por 583 g de cemento, 583 g de zeolita, 3500 g de arena y 700 cm³ de agua, finalmente el subgrupo Z3 estuvo formado con 437,5 g de cemento, 437,5 g de zeolita, 3500 g de arena y 560 cm³ de agua. Uno de los subgrupos de probetas mencionados se puede observar en la figura 1.

Cabe recalcar que todas las probetas tuvieron dimensiones aproximadas de 5 cm x 5 cm x 10 cm.



Figura 1. Probetas elaboradas.

Luego de la elaboración de los conjuntos de probetas, estas se dejaron secar a temperatura ambiente por 7 días para iniciar con el ensayo de ruptura y así determinar su resistencia. El equipo utilizado para la medición de la resistencia a la compresión simple (RCS), se puede observar en la figura 2. La máquina de ensayos tiene como función comprobar la resistencia de diversos tipos de materiales, para esto posee un sistema que aplica cargas controladas sobre una probeta (modelo de dimensiones preestablecidas) y mide en forma gráfica la deformación, y la carga al momento de su ruptura.



Figura 2. Máquina de compresión Humboldt.

IV. RESULTADOS

Luego de ejecutar los ensayos, se presentan los resultados en la tabla 1, con los diferentes valores de resistencia a la compresión de las probetas del primer conjunto, es decir de las que contienen exclusivamente cemento.

Tabla 1. Valores de RCS de las probetas con cemento.

| Muestras C1 | RCS (MPa) | Muestras C2 | RCS (MPa) | Muestras C3 | RCS (MPa) |
|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| 1 | 9,04 | 11 | 4,27 | 21 | 1,22 |
| 2 | 10,15 | 12 | 4,35 | 22 | 1,23 |
| 3 | 10,19 | 13 | 4,61 | 23 | 1,57 |
| 4 | 10,76 | 14 | 4,79 | 24 | 1,60 |
| 5 | 10,82 | 15 | 4,93 | 25 | 2,11 |
| 6 | 10,82 | 16 | 5,43 | 26 | 2,34 |

En la tabla 2 se presentan los resultados de la RCS de las probetas del segundo conjunto, que contienen zeolita en su composición.

Tabla 2. Valores de RCS de las probetas con cemento y zeolita.

| Muestras Z1 | RCS (MPa) | Muestras Z2 | RCS (MPa) | Muestras Z3 | RCS (MPa) |
|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| 31 | 1,47 | 41 | 1,31 | 51 | 1,11 |
| 32 | 1,82 | 42 | 1,36 | 52 | 1,23 |
| 33 | 1,84 | 43 | 1,38 | 53 | 1,27 |
| 34 | 1,88 | 44 | 1,41 | 54 | 1,44 |
| 35 | 1,93 | 45 | 1,47 | 55 | 1,46 |
| 36 | 2,27 | 46 | 1,67 | 56 | 1,55 |

En la tabla 3 se presentan los resultados de los valores de media, mediana y desviación estándar de los subgrupos de probetas de cemento.

Tabla 3. Valores de media, mediana y desviación estándar de las probetas con cemento.

| | C1 | C2 | C3 | |
|----------------------------|-------|------|------|------------|
| Media | 10,30 | 4,73 | 1,68 | MPa |
| Mediana | 10,47 | 4,70 | 1,59 | MPa |
| Desviación estándar | 0,69 | 0,42 | 0,46 | MPa |

Finalmente, en la tabla 4 se presentan los resultados de los valores de media, mediana y desviación estándar de los subgrupos de probetas de cemento con adición de zeolita.

Tabla 4. Valores de media, mediana y desviación estándar de las probetas con cemento y zeolita.

| | Z1 | Z2 | Z3 | |
|----------------------------|------|------|------|------------|
| Media | 1,87 | 1,43 | 1,34 | MPa |
| Mediana | 1,86 | 1,39 | 1,36 | MPa |
| Desviación estándar | 0,26 | 0,13 | 0,17 | MPa |

Se puede observar que los resultados muestran una gran similitud entre los grupos de probetas C3 con las probetas del grupo Z1, lo que implica que, para conseguir resistencia de los cementos y morteros, dentro de esos límites, se puede utilizar la adición de zeolita.

CONCLUSIONES

Una vez evaluados los resultados se puede observar que al disminuir la cantidad de cemento en las probetas y complementar dichas cantidades con zeolita, la resistencia a la compresión disminuye, por lo que se debe tomar en consideración este efecto. Este fenómeno sugiere una relación inversa entre la cantidad de cemento y la resistencia a la compresión en las probetas con adición de zeolita. Si bien la disminución en la resistencia puede ser inicialmente desconcertante, abre la puerta a una reflexión más profunda sobre la interacción compleja entre los componentes de la mezcla. Podría indicar que, en ciertos casos, la zeolita actúa como un agente diluyente, alterando la estructura interna del material. Este descubrimiento no solo tiene implicaciones importantes para la formulación de mezclas de concreto, sino que también destaca la necesidad de una comprensión más completa de los efectos sinérgicos de los diversos ingredientes en la ingeniería de materiales. Investigaciones adicionales podrían revelar estrategias innovadoras para optimizar la relación entre cemento y zeolita, aprovechando al máximo las propiedades de ambos para lograr materiales más eficientes y sostenibles.

La metodología planteada nos permite observar que para las probetas elaboradas solo con cemento la resistencia a la compresión tiene valores entre 1,68 MPa y 10,3 MPa, en cambio para las probetas con adición de zeolita los valores están entre 1,34 MPa y 1,87 MPa. Esta notable diferencia en los rangos de resistencia a la compresión entre las probetas elaboradas solo con cemento y aquellas con adición de zeolita resalta el impacto significativo que puede tener la inclusión de este mineral microporoso en las propiedades mecánicas del material. La zeolita, con su estructura cristalina única y propiedades de absorción, parece influir de manera considerable en la resistencia final del compuesto.

Este hallazgo no solo abre puertas a posibles mejoras en la formulación de mezclas de concreto, sino que también sugiere la exploración de nuevas aplicaciones y tecnologías que podrían beneficiarse de las propiedades únicas de la zeolita en la ingeniería de materiales.

Se observó que la resistencia a la compresión de las probetas del grupo C3 y las del grupo Z1 mantienen una uniformidad, y dichos valores están en el orden de 1,59 MPa hasta 1,87 MPa, lo que se podría decir que son similares. La notable consistencia en los valores de resistencia a la compresión entre las probetas del grupo C3 (con menor cantidad de cemento) y las del grupo Z1 (con adición de zeolita) es un descubrimiento intrigante que merece una exploración detallada. Este patrón sugiere la posibilidad de que la zeolita, al actuar como un componente de la mezcla, pueda compensar la reducción de cemento, manteniendo la estabilidad y resistencia del material final. Este fenómeno podría estar relacionado con las propiedades específicas de la zeolita, como su capacidad para mejorar la cohesión y la durabilidad del concreto.

Este tipo de mortero, con sus propiedades particulares y baja resistencia, se presenta como una opción versátil para una variedad de aplicaciones en la construcción. Su idoneidad para mampostería de baja resistencia, bordillos, revestimiento de paredes y elementos ornamentales sugiere que podría desempeñar un papel valioso en proyectos donde la prioridad no sea exclusivamente la carga estructural, sino también la estética y la facilidad de manipulación durante la instalación. Sin embargo, es crucial que los profesionales de la construcción tomen decisiones informadas y consideren cuidadosamente las especificaciones de cada proyecto. La elección adecuada de este tipo de mortero dependerá de factores como la carga estructural requerida, las condiciones ambientales, los estándares de construcción locales y la durabilidad a largo plazo. La evaluación rigurosa de estos elementos asegurará que la composición del mortero seleccionada se ajuste de manera óptima a las necesidades específicas del proyecto, garantizando resultados duraderos y seguros.

La incorporación de zeolita en cementos tipo N o cementos plastificantes y morteros no solo presenta beneficios económicos, sino que también abre un área de investigación en relación con la durabilidad frente a las condiciones climáticas y la meteorización. Al considerar que todo cemento, mortero u hormigón constituye esencialmente una roca artificial, el estudio de cómo la zeolita puede influir en su resistencia a los efectos del intemperismo ofrece una perspectiva intrigante. La capacidad de la zeolita para absorber y liberar agua, así como su resistencia química, plantea la posibilidad de que su inclusión en las mezclas pueda conferir propiedades protectoras adicionales contra la corrosión y la degradación ambiental. Este enfoque no solo promete reducir el consumo de áridos, sino que también podría impulsar el desarrollo de materiales de construcción más resistentes y sostenibles, abriendo nuevas fronteras en la ingeniería de materiales para ambientes cambiantes.

REFERENCIAS

- [1] J. L. Costafreda, B. Calvo, X.B. Peralta, "Aprovechamiento de los residuos de demolición de la ciudad de Madrid en morteros con zeolita natural: una contribución a la mejora del medio ambiente". III Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, 2009.
- [2] S. P. Muñoz, A. L. Cabrera, C. C. Delgado, P. A. Renilla, "Comportamiento físico-mecánico del hormigón adicionando residuos de acero: una revisión literaria," *Rev. UIS Ing.*, vol. 21, no. 1, pp. 57-72, 2022. <https://doi.org/10.18273/revuin.v21n1-2022005>.
- [3] C. Torres, "Evaluación de la calidad del proceso de confección de hormigón premezclado mediante el análisis estadístico de resistencias a la compresión". 2019. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/173709>.
- [4] J. Cárcel, A. Martínez, J. Llinares, J. Kaur, "Alternativas ecológicas de los materiales tradicionales en la construcción sostenible. 3C Tecnología". *Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 11(1), 17-29. 2022. <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2022.v11n1e41.17-29>.
- [5] I. Saif, "Análisis comparativo entre ensayos destructivos y no destructivos de la resistencia del Hormigón con diferentes métodos de dosificación". 2019. <http://repositorio.puce.edu.ec:80/handle/22000/17797>.

- [6] A. Curi, W. Granda, H. Lima, W. Sousa, "Las Zeolitas y su Aplicación en la Descontaminación de Efluentes Mineros". Información tecnológica, 17(6), 111-118. 2006.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642006000600017>.
- [7] M. Rosell, R. Galloso, B. Calvo, "Zeolita como aditivo mineral activo en hormigones de altas prestaciones". Boletín Geológico y Minero, 117(4), 783-792. 2006.
- [8] V. Salcedo, "Estudio de las propiedades físicas de zeolita natural (aluminosilicato) de tipo clinoptilolita para remplazo parcial del cemento portland". 2021. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32000>
- [9] I. Janotka, S. Mojumdar, "Hidratación y resistencia al ataque por sulfatos de cementos portland y cementos con zeolita natural" Rev. Materiales de Construcción, vol. 53, no. 269, pp. 17-27, 2003.
- [10] Y. Valenzuela, "Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón al emplear zeolita natural en reemplazo parcial del cemento". 2017. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25828>.
- [11] M. Sanjuán, S. ChinChón, "Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland". Universidad de Alicante. 2014.
- [12] E. Tarbuck, F. Lutgens, "Ciencias de la Tierra Una introducción a la geología física". España: Pearson Educación S. A. 2005.
- [13] P. Vila, M. Pereyra, A. Gutiérrez, "Resistencia a la compresión de adoquines de hormigón. Resultados tendientes a validar el ensayo en medio adoquín". Revista ALCONPAT, 7(3), 247-261. 2017. <https://doi.org/10.21041/ra.v7i3.186>

LOS AUTORES



Patricio Feijoo Calle, Ingeniero en Minas, egresado de la Universidad del Azuay (Cuenca-Ecuador), con estudios y pasantías en: Bolivia, Brasil, España, Australia en áreas de geología, geofísica y desarrollo de actividades mineras. Está vinculado a la docencia e investigación en la Universidad del Azuay desde 1991.



Bernardo Feijoo Guevara, Ingeniero Civil, por la Universidad del Azuay (Cuenca-Ecuador), con estudios y pasantías en: Colombia, Perú, Cuba y Panamá, en áreas de caracterización de materiales y procesos de elaboración de cementos y hormigones. Está vinculado a la docencia e investigación en la Universidad del Azuay.



Pablo Vásquez Álvarez, Ingeniero en Minas, egresado de la Universidad del Azuay en 2023 (Cuenca-Ecuador). Participante en proyectos de investigación y vinculación de la Escuela de Ingeniería en Minas.

<https://doi.org/10.47460/uct.v28i122.766>

Explorando la geometría con GeoGebra: estrategias para reforzar el aprendizaje en estudiantes de niveles intermedios

Martínez Zapata Miguel Enrique
<https://orcid.org/0000-0003-4896-3343>
p7001225355@ucvirtual.edu.pe
Universidad Cesar Vallejo
Piura-Perú
emartinez@istg.edu.ec
Instituto Superior Tecnológico Guayaquil
Guayaquil-Ecuador

Pérez Urruchi Abraham Eudes
<https://orcid.org/0000-0003-2037-8951>
aperezur28@ucvirtual.edu.pe
Universidad Cesar Vallejo
Piura-Perú

Robles Medina Génesis Belén
<https://orcid.org/0009-0008-0682-3207>
grobles@istg.edu.ec
Instituto Superior Tecnológico Guayaquil
Guayaquil-Ecuador

Apolinario Arzube Oscar Omar
<https://orcid.org/0000-0003-4059-9516>
oapolinario@istg.edu.ec
Instituto Superior Tecnológico Guayaquil
Guayaquil-Ecuador

Recibido (11/09/2023), Aceptado (21/12/2023)

Resumen: En este estudio se resalta la necesidad de enriquecer la enseñanza de geometría mediante herramientas tecnológicas, como puede ser el caso del software GeoGebra. Se utilizó una metodología cuantitativa, con diseño preexperimental, que involucró a 179 estudiantes de educación básica. Los resultados, respaldados por un coeficiente Alpha de Cronbach de 0,966, indican que los estudiantes alcanzaron unas mejoras significativas en su proceso de aprendizaje. En las variables de conceptualización, capacidad visual y resolutive, se pudo observar que efectivamente GeoGebra fortalece los conocimientos de geometría. Estos hallazgos subrayan la contribución sustancial de GeoGebra a la mejora de la comprensión geométrica en el ámbito educativo.

Palabras clave: GeoGebra, geometría, software, tecnologías de la información.

Exploring geometry with GeoGebra: Strategies to reinforce learning in intermediate students

Abstract.- This study highlights the need to enrich geometry teaching through technological tools like GeoGebra software. A quantitative methodology with a pre-experimental design was used involving 179 elementary school students. The results, supported by a Cronbach's alpha coefficient of 0.966, indicate that the students significantly improved their learning process. GeoGebra effectively strengthens geometry knowledge in conceptualization, visual, and solving ability variables. These findings underline the substantial contribution of GeoGebra to the improvement of geometric understanding in the educational environment.

Keywords: GeoGebra application, geometry, software, information technologies.



I. INTRODUCCIÓN

El rápido avance del desarrollo tecnológico destaca la importancia crucial de la actualización en la enseñanza [1]. La evolución del software educativo ha transformado la educación, especialmente en matemáticas y geometría. Antes de 1960, la enseñanza era tradicional y deductiva. En esa década, Seymour Papert lideró avances al introducir el lenguaje de programación Logo en 1967, permitiendo a los estudiantes explorar conceptos geométricos de manera activa. Logo, diseñado para enseñar matemáticas y geometría mediante comandos de programación, combinó la lógica de la programación con la visualización geométrica. Este enfoque constructivista anticipó las ideas de Piaget y Vygotsky sobre el aprendizaje activo y la construcción del conocimiento.

En la década de 1980, Nicholas Jackiw transformó la enseñanza de geometría al crear Geometer's Sketchpad, una plataforma interactiva que revolucionó la construcción geométrica de manera intuitiva. Este programa marcó un cambio paradigmático al permitir a estudiantes y educadores explorar y construir figuras geométricas de forma dinámica y visual. Con una interfaz intuitiva, los usuarios podían dibujar, manipular y experimentar con objetos geométricos, lo que llevó a una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos. Geometer's Sketchpad facilitó lecciones interactivas y participativas, permitiendo construcciones rápidas y visualización en tiempo real de cambios, transformando la enseñanza de geometría hacia una experiencia práctica y visual. Esta herramienta se convirtió en un estándar en la educación matemática, influyendo en la forma en que los educadores abordaban la enseñanza de geometría y destacando el papel crucial de la tecnología en la mejora del aprendizaje geométrico.

En el siglo XXI, expertos como Maria Meletiou-Mavrotheris abogan por la implementación de tecnologías avanzadas en la educación matemática, destacando la importancia de habilidades en la formulación de explicaciones y justificaciones. La didáctica de la geometría ha evolucionado hacia un enfoque constructivista, priorizando la resolución de problemas y la aplicación de conceptos en contextos del mundo real [2]. Herramientas avanzadas como Desmos, Cabri Geometry y GeoGebra han transformado la enseñanza de la geometría, proporcionando enfoques visuales, interactivos y dinámicos que fortalecen la comprensión y motivan a los estudiantes.

En el ámbito de la enseñanza, Desmos destaca por su enfoque visual en funciones matemáticas y versatilidad. Su graficación interactiva y la herramienta de actividades facilitan experiencias interactivas en matemáticas, ofreciendo funciones de calculadora versátiles. Cabri Geometry, un software de geometría dinámica, facilita la exploración de conceptos matemáticos mediante construcciones dinámicas, destacando por su énfasis en la representación visual y la simplificación de exploraciones geométricas. GeoGebra [3], como plataforma educativa dinámica, integra geometría, álgebra y cálculo, fomentando la participación y motivación de los estudiantes [4]. El estudio evalúa si GeoGebra fortalece los conocimientos en geometría en estudiantes de educación básica, abordando metodología, resultados y conclusiones.

II. DESARROLLO

A. Importancia y aplicaciones de la geometría en la sociedad contemporánea

La geometría, como disciplina matemática, promueve el desarrollo del pensamiento lógico y abstracto. Su aplicación abarca diversos campos en la sociedad contemporánea, ejerciendo un impacto significativo en la ciencia, la tecnología y el diseño. En el ámbito científico, la geometría es crucial para comprender y modelar fenómenos físicos y naturales. Ingenieros y arquitectos, por ejemplo, dependen de conceptos geométricos para el diseño preciso de estructuras y espacios urbanos. Asimismo, en la era digital, profesionales como científicos de datos, informáticos y diseñadores gráficos utilizan la geometría en el desarrollo de algoritmos, el procesamiento de imágenes y el diseño de productos.

La resolución de problemas prácticos en la planificación urbana, fabricación y otras áreas cotidianas también implica la aplicación de principios geométricos. Además, profesionales como topógrafos, cartógrafos y físicos encuentran en la geometría herramientas esenciales para sus investigaciones y prácticas laborales. Esta interconexión entre la geometría y diversos campos destaca la importancia de su enseñanza, ya que un conocimiento avanzado de esta disciplina es fundamental para la formación de profesionales capaces de abordar los desafíos contemporáneos en ciencia y tecnología [5].

B. Características del software GeoGebra

Ya se ha descrito al software GeoGebra como una herramienta dinámica que sirve de apoyo tecnológico para la enseñanza de Geometría. Alguna de sus funcionalidades más importantes está recogida en la tabla 1.

Tabla 1. Módulos más importantes de GeoGebra para la enseñanza de geometría.

| Módulo | Descripción |
|---------------------------------|--|
| Construcciones Dinámicas | Manipulación directa de objetos matemáticos para explorar relaciones y propiedades, mejorando la comprensión visual. |
| Enfoque Visual | Énfasis en la representación visual de conceptos geométricos para mejorar la comprensión. |
| Exploración de Transformaciones | Realización de traslaciones, rotaciones y reflexiones de manera sencilla. |
| Herramientas Específicas | Ofrece herramientas específicas para construir distintos elementos geométricos. |
| Interactividad | Permite la interacción directa con objetos matemáticos, facilitando la comprensión visual. |
| Versatilidad | Cubre una amplia gama de temas matemáticos, desde geometría hasta álgebra y cálculo. |
| Plataforma en Línea | Disponible en línea y como aplicación descargable para diversas plataformas. |

Fuente: Elaboración propia.

C. Enfoques metodológicos utilizando el software GeoGebra.

GeoGebra permite un aprendizaje activo, lo que concuerda con el enfoque constructivista al permitir a los estudiantes explorar y manipular por sí mismos, conceptos geométricos [6]. También con la perspectiva sociocultural de Vygotsky, ya que facilita la interacción social y el diálogo alentando la colaboración entre estudiantes [7]. Además, respalda la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, facilitando la conexión de nuevos conocimientos con experiencias previas, promoviendo así una comprensión duradera [8]. De la misma, encaja con la teoría del aprendizaje por descubrimiento de Bruner al ofrecer un entorno donde los estudiantes pueden explorar y descubrir conceptos geométricos por sí mismos, fomentando la autonomía y la investigación activa [9]. Entonces, debido a la buena integración de GeoGebra con planteamientos metodológicos ya conocidos y a sus ventajas tecnológicas, se puede utilizar en la enseñanza de geometría mediante la implementación de algunos enfoques conceptuales estratégicos para la selección, desarrollo, implementación y evaluación de proyectos educativos.

D. Enfoques conceptuales estratégicos

Los enfoques clave en la integración de la tecnología en la enseñanza de la geometría incluyen la Tecnología Educativa, que se centra en la selección y utilización estratégica de herramientas digitales para desarrollar habilidades geométricas en estudiantes de educación básica [10]. Además, el Aprendizaje Digital aborda la adquisición de conocimientos a través de plataformas digitales, explorando cómo el aprendizaje en línea y las aplicaciones interactivas pueden mejorar la comprensión de la geometría [11]. Por último, la Evaluación del Aprendizaje se enfoca en evaluar el progreso de los estudiantes mediante herramientas digitales y busca determinar la eficacia de estas para mejorar los resultados académicos [12].

Para su adopción en el aula, los docentes requieren estar capacitados en destrezas digitales, para que de este modo puedan utilizar el software y tenga éxito en la implementación de dicha herramienta en los diversos planes de estudio de matemáticas, y por tanto de geometría [13]. La integración efectiva de la tecnología en la enseñanza de estas disciplinas no solo facilita el acceso a recursos educativos innovadores, sino que también potencia el aprendizaje activo y la participación de los estudiantes. La capacitación docente en destrezas digitales no solo se limita al conocimiento técnico del software, sino que implica la comprensión profunda de cómo utilizar estas herramientas para enriquecer la experiencia educativa. Los educadores deben aprender a adaptar el contenido digital a los objetivos pedagógicos, fomentando la interactividad y la colaboración entre los estudiantes.

Además, la formación en destrezas digitales permite a los docentes identificar y abordar posibles obstáculos que puedan surgir durante la implementación de herramientas tecnológicas en el aula. La habilidad para solucionar problemas y ajustar estrategias pedagógicas es esencial para garantizar que la integración de la tecnología no solo sea exitosa, sino que también mejore la calidad del proceso educativo. Asimismo, es crucial que los educadores estén al tanto de las actualizaciones y avances en el ámbito de la tecnología educativa, ya que esto les permitirá mantenerse al día con las últimas tendencias y optimizar sus métodos de enseñanza. La formación continua es esencial para asegurar que los docentes estén preparados para enfrentar los desafíos que puedan surgir en un entorno educativo en constante evolución.

E. Plan para desarrollar las principales competencias de Geometría con GeoGebra

A continuación, se presenta en la tabla 2, un modelo de planificación para el desarrollo de las competencias principales que debe adquirir un estudiante de nivel básico para ser autosuficiente en geometría.

Tabla 2. Módulos más importantes de GeoGebra para la enseñanza de geometría.

| Competencia Geométrica | Actividad con GeoGebra |
|---|--|
| Reconocer figuras geométricas semejantes | Utilizar GeoGebra para visualizar figuras y ajustar sus dimensiones, experimentando con la semejanza. |
| Aplicar el concepto de semejanza | Crear construcciones en GeoGebra que involucren la creación y comparación de figuras semejantes. |
| Clasificar y construir triángulos | Utilizar GeoGebra para realizar construcciones de triángulos, explorando diferentes condiciones. |
| Establecer congruencia entre triángulos | Aplicar herramientas de congruencia de GeoGebra para demostrar la igualdad de triángulos. |
| Identificar triángulos rectángulos semejantes | Utilizar GeoGebra para aplicar criterios de semejanza y resolver problemas relacionados con triángulos. |
| Calcular perímetro y área de triángulos | Emplear las funciones de medición y cálculo de GeoGebra para determinar el perímetro y área de triángulos. |
| Trazar elementos geométricos en un triángulo | Utilizar GeoGebra para trazar medianas, mediatrices, alturas, bisectrices e incentro en un triángulo. |

Fuente: Elaboración propia.

F. Modelo de Van Hiele

El modelo de Van Hiele, concebido como una herramienta pedagógica, simplifica las actividades educativas asociadas al razonamiento geométrico, ofreciendo propuestas didácticas para facilitar el aprendizaje de la Geometría [14]. Este modelo presenta cuatro niveles:

1. Nivel de Visualización o Reconocimiento: donde los estudiantes describen figuras principalmente en términos visuales sin explorar relaciones ni propiedades.
2. Nivel de Análisis: donde demuestran habilidad para identificar elementos y propiedades matemáticas, pero enfrentan dificultades en establecer relaciones entre ellas.
3. Nivel de Ordenación o Deducción Informal: donde los estudiantes comprenden que las propiedades se derivan mutuamente y elaboran clasificaciones basadas en relaciones previamente conocidas. Y finalmente
4. Nivel de Deducción Formal: donde demuestran la capacidad de definir, clasificar y demostrar propiedades utilizando un lenguaje geométrico formal. Este modelo se propone como una guía para facilitar la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría, abordando los distintos niveles de desarrollo del razonamiento geométrico de los estudiantes.

G. Fases de Aprendizaje según el Modelo de Van Hiele

El modelo postula la ejecución integral y secuencial de cinco fases de aprendizaje, las cuales son propuestas por el modelo de Van Hiele. Se resalta la importancia de abordar de manera cohesionada la información inicial, la orientación dirigida, la explicitación, la orientación libre y la integración. Estas etapas constituyen una guía clara para el diseño de actividades y la evaluación del avance de los estudiantes [15].

Fase 1. Exploración de conocimientos previos: En este primer paso, el docente, a través de un diálogo interactivo con los estudiantes, identifica el entendimiento previo que estos poseen sobre el concepto a abordar. Asimismo, brinda información introductoria sobre el área de estudio en la que se enfocarán.

Fase 2. Inmersión guiada: Durante esta etapa, los estudiantes se sumergen en la comprensión de los conceptos previos mediante secuencias didácticas diseñadas por el docente. El propósito es revelar las combinaciones fundamentales de cada nivel.

Fase 3. Expresión e intercambio de ideas: A partir de sus experiencias iniciales, los dicentes manifiestan y comparten sus puntos de vista acerca de los elementos observados. El maestro desempeña un rol básico, asegurándose de que las expresiones utilizadas por los docentes sean apropiadas para su nivel de comprensión.

Fase 4. Exploración autónoma: En este momento, los alumnos se enfrentan a tareas más desafiantes que involucran trabajos con múltiples etapas y distintos enfoques para su resolución. La meta es consolidar los conocimientos adquiridos y aplicarlos de manera efectiva.

Fase 5. Síntesis y consolidación: Los estudiantes revisan, resumen y unifican las relaciones y objetos que conforman el nuevo conjunto de comprensión elaborado a lo largo del proceso.

III. METODOLOGÍA

El presente estudio presenta un enfoque cuantitativo de tipo explicativo puesto que trata de poner énfasis en la utilización del aplicativo GeoGebra como herramienta educativa para mejorar los conocimientos de geometría. El diseño es de tipo pre-experimental, esto quiere decir que se aplica un pre test para evaluar los conocimientos iniciales del grupo y un post test después de ser aplicado el programa o estímulo que contenía 16 sesiones de trabajo cada una de 30 minutos. El estudio se basó en la evaluación de conceptualizaciones, capacidad interpretativa, capacidad visual y capacidad resolutoria.

Para la categoría de análisis se utilizó el aplicativo GeoGebra como herramienta indispensable para fortalecer los conocimientos de geometría en estudiantes de educación básica. La muestra se conformó por cuatro grupos teniendo un total de 179 estudiantes. La técnica utilizada en el estudio para la recopilación de los datos fue el cuestionario, que se aplicó cumpliendo con todos los criterios éticos de la investigación. Los cuatro grupos estaban organizados de la siguiente manera: uno de ellos con 45 estudiantes, de los cuales 19 eran hombres, el otro grupo con 47 estudiantes, de los cuales 15 eran hombres, un tercer grupo con 19 hombres y 26 mujeres y finalmente un cuarto grupo con 42 estudiantes, donde había 19 hombres y 23 mujeres.

Para la elección del software se evaluaron los siguientes las siguientes herramientas (Tabla 2) informáticas, que ofrecen un importante aporte al estudio de la geometría.

Tabla 3. Softwares analizados.

| Software | Beneficios | Desventajas |
|----------------|---|---|
| Geogebra | <ul style="list-style-type: none"> - Interfaz intuitiva y amigable. - Combina álgebra, geometría y cálculo. - Amplia comunidad en línea con recursos y apoyo. - Plataforma multiplataforma (disponible en línea y como aplicación). | <ul style="list-style-type: none"> - Puede tener una curva de aprendizaje para los usuarios nuevos. - Algunas funciones avanzadas pueden ser complicadas para principiantes. |
| Desmos | <ul style="list-style-type: none"> - Fácil de usar y accesible en línea. - Interactividad en tiempo real. | <ul style="list-style-type: none"> - Centrado principalmente en gráficos y álgebra, con funciones geométricas más limitadas. - Menos opciones avanzadas en comparación con algunos otros programas. |
| Cabri Geometry | <ul style="list-style-type: none"> - Herramientas poderosas de construcción geométrica. - Exploración dinámica de objetos geométricos. | <ul style="list-style-type: none"> - Interfaz puede ser menos intuitiva para algunos usuarios. - No tan ampliamente utilizado como Geogebra. |
| GeoGebra 3D | <ul style="list-style-type: none"> - Extiende Geogebra a un entorno tridimensional. - Permite la visualización y manipulación de objetos en 3D. | <ul style="list-style-type: none"> - Al igual que Geogebra, la curva de aprendizaje puede ser empinada para nuevos usuarios. |
| AutoCAD | <ul style="list-style-type: none"> - Herramienta profesional utilizada en diseño y arquitectura. - Potente para la creación precisa de modelos geométricos. | <ul style="list-style-type: none"> - Curva de aprendizaje pronunciada y orientada a usuarios más avanzados. - Puede ser costoso para estudiantes y educadores. |

Se observa que GeoGebra ofrece mayor robustez y mejor manejo de interfaz para el nivel de estudio, por tanto, se consideró importante la selección de esta herramienta, además la elección de GeoGebra se sustenta no solo en su robustez y manejo de interfaz, sino también en su capacidad para integrar de manera efectiva los conceptos matemáticos, su accesibilidad en línea y fuera de línea, el apoyo de una comunidad activa y su adaptabilidad a diferentes niveles educativos. Estas características hacen de GeoGebra una herramienta valiosa para enriquecer la enseñanza y el aprendizaje.

A. Actividades realizadas implementando GeoGebra

En la tabla 4 se muestran las actividades diseñadas, aplicadas al grupo experimental.

Tabla 4. Actividades realizadas con GeoGebra.

| Actividad | Características principales | Forma de aplicación | Evaluación |
|--|--|---|---|
| Construcción de Figuras geométricas | <ul style="list-style-type: none"> - Utiliza herramientas de construcción de GeoGebra. - Explora conceptos de polígonos, círculos, etc. - Aplicación en geometría elemental y avanzada. | <ul style="list-style-type: none"> - Estudiantes crean figuras geométricas interactivamente. - Se fomenta la experimentación y descubrimiento. | <ul style="list-style-type: none"> - Precisión en la construcción. - Comprensión de propiedades geométricas. |
| Gráficos de funciones matemáticas | <ul style="list-style-type: none"> - Utiliza las funciones de GeoGebra para graficar. - Posibilidad de explorar transformaciones de funciones. - Integra álgebra y geometría en un solo entorno. | <ul style="list-style-type: none"> - Estudiantes introducen ecuaciones y observan gráficos. - Análisis de comportamiento de funciones. | <ul style="list-style-type: none"> - Correcta interpretación de gráficos. - Habilidad para ajustar parámetros. |
| Resolución de problemas de geometría analítica | <ul style="list-style-type: none"> - Aplica coordenadas y sistemas de referencia. - Enfocado en la ubicación de puntos y vectores. - Visualización de geometría en el plano cartesiano. | <ul style="list-style-type: none"> - Resolución de problemas utilizando herramientas. - Uso de herramientas de GeoGebra para cálculos. | <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación correcta de conceptos analíticos. - Razonamiento y resolución de problemas. |
| Análisis de transformaciones geométricas | <ul style="list-style-type: none"> - Explora reflexiones, traslaciones y rotaciones. - Visualización dinámica de cambios en figuras. - Conexión con conceptos algebraicos de matrices. | <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación práctica de transformaciones geométricas. - Manipulación en tiempo real de objetos geométricos. | <ul style="list-style-type: none"> - Identificación correcta de transformaciones. - Comprensión de efectos de transformaciones. |
| Investigación de propiedades de triángulos | <ul style="list-style-type: none"> - Herramientas específicas para triángulos y medidas. - Exploración de teoremas y características especiales. - Integra teoría y práctica en un entorno interactivo. | <ul style="list-style-type: none"> - Creación y manipulación de triángulos en GeoGebra. - Uso de medidas y construcción de argumentos. | <ul style="list-style-type: none"> - Identificación de propiedades y relaciones. - Razonamiento deductivo y aplicación de teoremas. |

IV. RESULTADOS

Se observó que los estudiantes presentaron cierta motivación al realizar las actividades en GeoGebra, aunque al inicio fue una experiencia desafiante, fue posible alcanzar los objetivos de aprendizaje una vez que superaron el temor de aprender con un software. Los resultados se observan en la tabla 5.

Tabla 5. Actividades realizadas con GeoGebra.

| Actividad | Observaciones durante la actividad | Observaciones al finalizar | Evaluación |
|---|--|--|---|
| Construcción de figuras geométricas | - Muestra destrezas - Se confunde con el manejo del mouse - Se confunde con la selección de las herramientas web | - Logra hacer las figuras - Logra definir los elementos web y manejo del mouse | - Supera las dudas - Alcanza el aprendizaje |
| Resolución de problemas de geometría analítica | - Dificultad para ubicarse en el plano - Dificultad para asociar puntos en el plano | - Analiza el problema en el plano - Comprende las herramientas | - Logra ubicar vectores en el plano - Comprende la relación de los elementos en el plano |
| Análisis de transformaciones geométricas | - Dificultad para ubicar figuras en movimiento - Dificultad para relacionar ecuaciones con figuras | - Logra comprender las figuras en movimiento - Logra relacionar ecuaciones con figuras | - Alcanza el conocimiento de figuras en movimiento - Comprende la relación de funciones y figuras |
| Análisis de transformaciones geométricas investigación de propiedades de triángulos | - Dificultad para diferenciar tipos de triángulos | - Logra comprender las figuras en movimiento - Crea triángulos sabiendo los tipos - Logra diferenciar las partes del triángulo | - Alcanza el conocimiento de figuras en movimiento - Identifica triángulos diferentes. - Razona sobre el triángulo y sus partes |
| Investigación de propiedades de triángulos | - Dificultad para reconocer partes del triángulo | - Crea triángulos sabiendo los tipos | - Identifica triángulos diferentes. |

Una vez aplicadas las actividades, se pudo realizar la encuesta para evaluar los conocimientos y la receptividad de los estudiantes con el experimento realizado. Para la evaluación del nivel de conocimiento, los niveles de desempeño se clasificaron en cuatro categorías: Insuficiente, Regular, Bueno y Excelente. Los hallazgos obtenidos, revelaron que inicialmente, en el pretest y postest respectivamente, el 73,7% y el 26,3% de los estudiantes se encontraban en el nivel insuficiente, indicando un bajo dominio de los conocimientos de geometría antes de la aplicación de la herramienta. Tras la implementación del aplicativo, se observa una mejora significativa, reflejada en un 0,6% en el nivel excelente, 25,1% en el nivel bueno, 74,3% en el nivel regular y un 0,0% en el nivel insuficiente, permitiendo observar cómo la intervención afectó el desempeño de los participantes en términos de mejora o cambio en sus niveles de conocimiento o habilidad.

La inclusión de programas educativos en el proceso de aprendizaje ha demostrado ser beneficioso para los estudiantes. Estos programas, también conocidos como software educativo, ofrecen una manera atractiva de consolidar conocimientos y habilidades. Más allá de su función principal, el software educativo puede desempeñar un papel valioso como herramienta de apoyo en la enseñanza y el estudio de diversas disciplinas. Su capacidad de interacción, junto con su habilidad para proporcionar retroalimentación y evaluar el progreso del estudiante, resulta altamente valiosa para medir los avances de los alumnos. La implementación de software educativo tiene el potencial de mejorar y optimizar los procesos de aprendizaje dentro del entorno educativo.

Además, se buscó identificar los conocimientos de geometría y sus variables asociadas, logrando definir los siguientes resultados:

En la variable de conceptualizaciones, el 48,6% de los estudiantes evidenció un insuficiente dominio de los conceptos, indicando la necesidad de intervención educativa. Para abordar esto, estrategias pedagógicas específicas podrían centrarse en fortalecer la comprensión conceptual mediante enfoques prácticos y actividades contextualizadas. La identificación precisa de las áreas de debilidad guiaría el diseño de intervenciones más personalizadas.

En la variable de capacidad interpretativa, el 84,4% de los estudiantes demostró habilidades insuficientes para analizar y comprender la información. Estrategias pedagógicas deberían fortalecer estas habilidades mediante prácticas regulares de lectura y análisis, conectando la teoría con aplicaciones prácticas. La intervención debería abordar no solo la evaluación específica, sino también potenciar habilidades transferibles.

En la variable de capacidad visual, el 50,8% de los estudiantes mostró un nivel insuficiente. Estrategias pedagógicas que fomenten el desarrollo de habilidades visuales, como reconocimiento de patrones y visualización espacial, podrían mejorar esta capacidad. La identificación precisa de áreas de desafío permitiría intervenciones más adaptadas.

En la variable de capacidad resolutive, el 67,0% de los estudiantes demostró un nivel insuficiente en la resolución de problemas. Estrategias educativas deberían fomentar el razonamiento lógico y la aplicación práctica de conceptos. La retroalimentación específica y la intervención dirigida a habilidades transferibles son cruciales.

Después de aplicar GeoGebra, se observa mejora en todas las dimensiones evaluadas. Por ejemplo, en conceptualizaciones, el 45,8% de los estudiantes mejoró, indicando un avance sustancial. En interpretación, el 52,5% alcanzó un nivel regular. En capacidad visual, el 47,5% mostró progreso, y en resolutive, el 43,0% obtuvo un nivel regular. Estos resultados informan sobre áreas de mejora y permiten ajustar estrategias pedagógicas para optimizar el aprendizaje en todas las dimensiones evaluadas.

CONCLUSIONES

GeoGebra, un software altamente versátil y adaptable, abarca diversas áreas matemáticas, desde geometría hasta álgebra y cálculo, convirtiéndose en una herramienta valiosa en el aula. Su naturaleza interactiva permite a los estudiantes experimentar y explorar conceptos matemáticos de manera práctica, aumentando la participación, el interés y promoviendo un aprendizaje más profundo. La mejora significativa en la conceptualización se atribuye al enfoque práctico y experimental de GeoGebra, que facilita la construcción y manipulación visual de figuras geométricas y la exploración de gráficos de funciones en tiempo real.

La interactividad de GeoGebra contribuye a una comprensión sólida de los conceptos, ya que los estudiantes participan activamente en la construcción y manipulación de objetos matemáticos. La existencia de una comunidad en línea que comparte recursos amplía las posibilidades educativas, permitiendo a los docentes acceder a una variedad de materiales y enriquecer la experiencia de aprendizaje.

Además, GeoGebra no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también fortalece habilidades visuales y resolutive. La representación visual dinámica de conceptos matemáticos y la resolución de problemas de manera interactiva contribuyen al desarrollo integral de habilidades en los estudiantes. Es crucial que los docentes estén capacitados en destrezas digitales para una implementación exitosa, destacando la importancia del desarrollo profesional docente en entornos tecnológicos.

RECONOCIMIENTOS

A los maestros y directivos de la Universidad Cesar Vallejo, por su incansable orientación.

REFERENCES

- [1] G. Cenich, S. Araujo y G. Santos, «Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido en la enseñanza de matemática en el ciclo superior de la escuela secundaria,» Scielo, vol. 42, nº 167, 2020.
- [2] G. Morales Ramírez, V. Larios Osorio y N. Rubio Goycochea, «Esquemas de argumentación de estudiantes de bachillerato al usar GeoGebra en el contexto de teselados,» Scielo, vol. 35, nº 2, 2021.
- [3] A. Jaraba Gutierrez, «GeoGebra: herramienta didáctica para fortalecer competencias geométricas en Educación Media,» Ddálticas de las matemáticas, vol. 105, pp. 165-188, 2020.
- [4] L. A. Juárez More , «"Aplicación del software GeoGebra para desarrollar competencias matemáticas en estudiantes de secundaria en una Institución Educativa en Tumbes",» Trabajo de fin de máster, Universidad Cesar Vallejo, Perú, 2019.
- [5] Cifuentes y C. Cifuentes, «www2.repositorio.ucaldas.edu.co,» 31 agosto 2022. [En línea]. Available: <https://repositorio.ucaldas.edu.co/handle/ucaldas/18027>.
- [6] T. Legler, A. Santa Cruz y L. Zamudio, Introducción a las Relaciones Internacionales, Mexico: Universidad Iberoamericana, A.C., 2021.
- [7] E. Negueruela Azarola, P. García y A. Escandón, Teoría sociocultural y español LE/L2, Londres: Taylor & Francis Group, 2023.
- [8] R. Huerta González y M. G. Mendoza Ramírez, «El tiempo histórico y el aprendizaje significativo. Propuesta de una línea del tiempo para la comprensión del Tiempo histórico,» SOUTH FLORIDA JOURNAL OF DEVELOPMENT, vol. 2, nº 4, 2021.
- [9] O. I. Trejos Buriticá, «Importancia del pensamiento computacional en la formación de ingenieros a partir de teorías y modelos de aprendizaje,» de Importancia del pensamiento computacional , Pereira, Universidad Tecnológica de Pereira, 2021.
- [10] T. de Gracia y R. Marte Espinal, «Tecnología educativa. Uso de las TIC en los docentes de la modalidad presencial del Instituto Nacional de Formación Técnico Profesional,» Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo, vol. 13, nº 1, 2021.
- [11] M. d. I. M. Rubio Pulido, «Las tecnologías digitales al servicio del diseño universal para el aprendizaje,» Journal of Neuroeducation, vol. 3, nº 1, 2022.
- [12] E. Montoya Flores y V. M. Campbell Rodríguez, «Metodología de evaluación formativa mediante rúbricas para estudiantes de la primaria Roberto Medellín a través de herramientas digitales,» Brazilian Journal of Technology, vol. 5, nº 3, 2022.
- [13] Y. M. Cano Murillo, L. S. Mejía Aristizábal y C. M. Jaramillo López, «Conocimiento profesional del profesor que enseña matemáticas en primaria,» SOUTH FLORIDA JOURNAL OF DEVELOPMENT, vol. 3, nº 5, 2022.
- [14] Y. López Cuadrado y M. Bolaño Garcia, «Niveles de Razonamiento de Van Hiele en Estudiantes de Séptimo Grado,» SOUTH FLORIDA JOURNAL OF DEVELOPMENT, vol. 3, nº 1, 2022.
- [15] N. M. Fuentes Hernández, J. C. Portillo Wilches y J. R. Robles, «Desarrollo de los niveles de razonamiento geométrico según el modelo de Van Hiele y su relación con los estilos de aprendizaje,» Politécnico Grancolombiano, vol. 9, nº 16, 2022.
- [16] MINEDUC, Curriculum priorizado con énfasis en CC-CM-CD-CS Superior, Ecuador: MINEDUC, 2021.

LOS AUTORES



Miguel Enrique Martínez Zapata, ecuatoriano. Docente nivel medio con más de 20 años de experiencia. Docente del Instituto Superior Tecnológico de Guayaquil. Coordinador de las carreras de Tecnología Superior en Desarrollo de Software y Desarrollo de Software modalidad híbrida del ISTG. Doctorante en Educación de la Universidad Cesar Vallejo de Perú.



Abraham Eudes Pérez Urruchi, peruano. Docente Universitario con más de 25 años de experiencia, docente de pregrado y posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes y la Universidad César Vallejo, Maestría en docencia universitaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Doctor en Administración de la Educación de la UCV. Investigador.



Génesis Belén Robles Medina, ecuatoriana. Docente y Asesora Académica con más de 8 años de experiencia en el área educativa. Coordinadora del Centro de Idiomas del Instituto Superior Tecnológico Guayaquil, con experiencia en planificación académica. Doctorante en Ciencias Pedagógicas del Centro de Estudios para la Calidad Educativa y la Investigación Científica.



Oscar Omar Apolinario Arzube, ecuatoriano. Docente del Instituto Superior Tecnológico de Guayaquil, Doctor en Informática. Experiencia en liderazgo de empresas como CLARO llevando a cabo numerosos proyectos. especialización incluyen ontología, web semántica, sistemas basados en conocimiento, machine learning y análisis de sentimiento. Investigador.

<https://doi.org/10.47460/uct.v28i122.793>

Educación para la ciudadanía: Integrando las ciencias sociales en el currículo universitario

José Calizaya-López

<https://orcid.org/0000-0001-6221-0909>

jcalizaya@unsa.edu.pe

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa
Arequipa, Perú

Ariosto Carita-Choquecahua

<https://orcid.org/0000-0001-6878-6925>

acarita@unsa.edu.pe

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa
Arequipa, Perú

Ada Erlinda Huamantuna Sullo

<https://orcid.org/0009-0006-7666-9052>

ahuamantuna@unsa.edu.pe

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa
Arequipa, Perú

Rildo Bellido-Medina

<https://orcid.org/0000-0002-8699-3490>

rbellidome@unsa.edu.pe

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa
Arequipa, Perú

Hugo Fernando Mamani Chambi

<https://orcid.org/0009-0002-5013-312X>

hmamanicha@unsa.edu.pe

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa
Arequipa, Perú

Elizabeth Mendoza Quispe

<https://orcid.org/0009-0006-3810-3699>

emendozaqui@unsa.edu.pe

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa
Arequipa, Perú

Recibido (01/10/2023), Aceptado (10/02/2024)

Resumen: En la sociedad contemporánea, caracterizada por el rápido avance tecnológico, se necesita adaptar los planes curriculares universitarios a los cambios políticos, sociales, científicos y tecnológicos emergentes. En este contexto, la educación ciudadana adquiere una relevancia fundamental al integrar diversos propósitos educativos que ofrezcan una formación integral centrada en el estudiante y orientada hacia el futuro. Este estudio se profundizó en la enseñanza de las ciencias sociales en distintas disciplinas universitarias, utilizando el enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), y se apoyada en encuestas y entrevistas realizadas a directivos y docentes de tres instituciones educativas. Se proponen ajustes curriculares que enriquezcan la formación ciudadana a través de la integración de las ciencias sociales en actividades CTS. Los resultados obtenidos destacaron el papel fundamental de las asignaturas de ciencias sociales en diversas carreras universitarias como componente esencial de la formación de futuros profesionales, preparándolos para enfrentar los desafíos de un mundo globalizado.

Palabras clave: educación ciudadana, formación integral estudiantil, ciencia, tecnología y sociedad, reforma curricular.

Education for citizenship: Integrating social sciences into the university curriculum

Abstract.- In contemporary society, characterized by rapid technological advancement, university curricula need to be adapted to emerging political, social, scientific, and technological changes. In this context, citizenship education acquires fundamental relevance by integrating various educational purposes that offer comprehensive training focused on the student and oriented toward the future. This study delved into the teaching of social sciences in different university disciplines, using the Science, Technology, and Society (STS) approach, and was supported by surveys and interviews carried out with managers and teachers of three educational institutions. Curriculum adjustments are proposed that enrich citizen training through the integration of social sciences in STS activities. The results obtained highlighted the fundamental role of social sciences subjects in various university careers as an essential component of the training of future professionals, preparing them to face the challenges of a globalized world.

Keywords: citizenship education, comprehensive student training, science, technology and society, curricular reform.



I. INTRODUCCIÓN

La formación ciudadana es un proceso de permanente transformación, de fundamental importancia en todas las áreas de estudio a nivel universitario. En las ciencias sociales, es imprescindible abordar la formación de docentes y estudiantes, quienes, junto a las instituciones universitarias, construyan formas cívicas de enseñanza-aprendizaje en un contexto socio histórico complejo y sujeto a constantes cambios científicos, tecnológicos y sociales. En general, en los países latinoamericanos, no existen políticas públicas que propicien la comunicación, el respeto por los derechos ciudadanos, la defensa de la sociedad y la interacción respetuosa entre los ciudadanos. Esto requiere una educación ciudadana que inculque valores, donde se normen comportamientos sociales sujetos a la valoración del pensamiento crítico [1][2].

La educación para la ciudadanía es un enfoque que busca desarrollar habilidades y competencias en los estudiantes, para que sean ciudadanos responsables y participativos en la sociedad. Por esta razón, integrar las ciencias sociales en el currículo universitario es un paso clave para lograr este objetivo [3]. Algunos aspectos clave de la educación para la ciudadanía se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Aspectos clave en la educación para la ciudadanía.

| Aspectos | Descripción |
|--------------------|--|
| Competencias | Capacidad de tomar decisiones, comunicarse, resolver problemas y trabajar en equipo. |
| Ciudadanía digital | Implica el uso de las tecnologías de la información y comunicación para apoyar la participación ciudadana. |
| Ciudadanía ética | Implica la responsabilidad moral y ética en la toma de decisiones y en la acción. |
| Ciudadanía global | Comprensión de los problemas y retos que enfrenta el mundo en la actualidad y en los próximos años. |

Integrar las ciencias sociales en el currículo universitario ayuda a lograr estos objetivos, debido a que proporcionan conocimientos y habilidades esenciales para la comprensión de la sociedad y la participación ciudadana [4]. Entre las ciencias sociales que pueden ser integradas en currículos de la educación universitaria, se tienen la sociología, la antropología, la psicología, la economía y la política [5]. Un reto importante, es incluir las ciencias sociales en las carreras de ciencias, ingeniería y demás carreras humanísticas.

La educación para la ciudadanía implica fortalecer valores democráticos, legales, justos, que se apoyan en nociones de tolerancia, diversidad, pluralismo, derechos humanos, ecología, disposiciones constitucionales, sociedad libre y otras ideas similares, que coinciden con lo considerado políticamente correcto [6]. La educación para la ciudadanía busca desarrollar habilidades y competencias en los estudiantes para que puedan ser ciudadanos responsables y participativos en la sociedad. La implementación de la educación para la ciudadanía en la educación superior puede realizarse a través de diversas estrategias, que van desde la inclusión de asignaturas en el currículo hasta el fomento de la participación activa de los estudiantes en la comunidad [2][7]. La educación para la ciudadanía se puede incluir como una o varias asignaturas obligatorias o electivas, como parte de otras materias, abordando temas como valores democráticos, derechos humanos, diversidad, justicia social y participación ciudadana, integrándola en diversas áreas del conocimiento, fomentando una comprensión holística de la ciudadanía y sus implicaciones a nivel local y global. En varios países latinoamericanos, se introducen a nivel de cursos básicos, o en semestres posteriores como asignaturas obligatorias [8].

El enfoque de una enseñanza de las ciencias sociales centrada en los problemas sociales relevantes es una gran oportunidad para la educación ciudadana porque acerca a los estudiantes al mundo real y los prepara para la vida. El currículo centrado en problemas utiliza la realidad social pública para enfatizar en problemas complejos como contenido de los estudios sociales [9]. Esta visión completamente filosófica, busca que los estudiantes participen en la vida pública de manera reflexiva y crítica. Sin embargo, no los prepara para un futuro profesional en un entorno globalizado dominado por los avances tecnológicos, científicos, ambientales y de cambios sociales.

En esta investigación se pretende profundizar sobre la educación ciudadana a través de las ciencias sociales, el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y las nuevas tecnologías, así como, su articulación en los procesos de generación y aplicación del conocimiento social en las distintas carreras universitarias [10][11]. La idea es proponer una perspectiva a través de una reforma curricular, que permita afrontar los principales desafíos ante un mundo globalizado, que busca crear conciencia en los estudiantes universitarios durante el desarrollo de sus estudios y luego como profesionales. En este sentido, la educación ciudadana en los currículos universitarios de todas las carreras de ciencias, humanidades e ingeniería, prepara a los estudiantes para asumir los retos que implica una sociedad sujeta a constantes avances tecnológicos, y que respondan a patrones de desarrollo de la ciencia, la tecnología y de su impacto en la sociedad. Por tanto, las ciencias sociales, son parte esencial de la corriente de ciencia, tecnología y sociedad ofreciendo el marco teórico necesario para considerar este aspecto [12].

El enfoque de este trabajo se basa en dos elementos fundamentales:

- i) Planes curriculares de las universidades para afrontar los retos que involucra la formación de profesionales con una formación integral, que incluya la educación ciudadana a través de las ciencias sociales, tal que le permitan afrontar los retos futuros, con una adecuación de los currículos de las distintas carreras que ofrecen.
- ii) Docentes preparados y formados para asumir los retos que involucra la incorporación de varias asignaturas de ciencias sociales para la educación ciudadana, inmersas en el enfoque CTS.

A partir de estos y otros elementos se establecen estrategias que deben ser consideradas en las universidades, con la finalidad de formar profesionales integrales, con un sólido componente de educación ciudadana, capaz de asumir los retos de los avances tecnológicos y desarrollos futuros. Este trabajo está organizado de la siguiente manera: en la sección II, se muestran aspectos relacionados con el desarrollo de la investigación y la metodología usada. En la sección III, se muestran los resultados, que luego se discuten en la sección IV. Finalmente, se muestran las principales conclusiones y las referencias.

II. DESARROLLO

El objetivo de las asignaturas de ciencias sociales es dar a los estudiantes herramientas teóricas y prácticas para abordar la realidad social, donde se analicen los problemas con una mirada crítica. De tal forma, que los estudios sociológicos articulan teorías de otras disciplinas como Historia, Ciencias Políticas, Antropología, Filosofía, Psicología y la Sociología, para analizar los diversos enfoques que se plantean a nivel social, político y cultura [13][14]. La educación universitaria se ha enfocado en la formación de profesionales que egresan y ejercen sin dificultades en los distintos campos laborales. Sin embargo, actualmente debería orientarse hacia la adquisición de competencias para un mundo globalizado y cambiante. Esto obliga a que las universidades deban realizar reformas curriculares, para adaptarlos a los avances científicos-tecnológicos con sus respectivos cambios en la sociedad [15].

En este contexto, se pretende profundizar los aspectos del currículo de diversas carreras universitarias de ciencias, ingeniería, humanísticas en algunas universidades, en cuanto al papel de las ciencias sociales para educación ciudadana y la inserción de actividades CTS. Además, se han analizado los contenidos en el contexto de la globalización, para incluirlos en los currículos de las distintas carreras [16]. La Ciencia, Tecnología y Sociedad constituye un paradigma para entender el fenómeno científico-tecnológico en el contexto social. Se puede definir un ámbito de trabajo académico cuyo objeto de estudio está constituido por los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, tanto en lo que concierne a los factores sociales que influyen sobre el cambio científico-tecnológico, como en lo que atañe a las consecuencias sociales y ambientales [17].

La Figura 1, muestra el esquema general de la propuesta de innovación en los currículos de las diversas carreras universitarias ofrecidas en distintas universidades. La impartición de conocimiento basado en CTS a través de las ciencias sociales, como parte del componente de educación ciudadana conduce a egresar profesionales con formación integral en ciencias, tecnología y sociedad independientemente de la carrera.

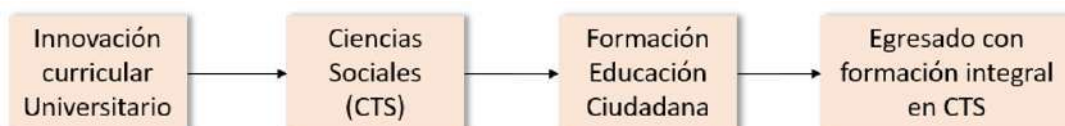


Figura 1. Se muestra el esquema general de la propuesta de innovación en los currículos de las diversas carreras universitarias ofrecidas en distintas universidades..

En la siguiente sección se muestran los aspectos metodológicos para el desarrollo de la investigación.

III. METODOLOGÍA

Esta investigación, enfocada en educación para la ciudadanía integrando las ciencias sociales en el currículo universitario, se abarcó como una forma de innovación curricular para distintas carreras universitarias, y está centrada en los siguientes aspectos:

- Ciencias sociales en carreras humanísticas, carreras de ciencias e Ingeniería,
- Formación de los docentes a nivel de maestría y doctorado en CTS,
- Grupos de Investigación en educación ciudadana y ciencias sociales en las Universidades,
- Las ciencias sociales inmersas en actividades CTS.
- Preparar a los estudiantes de cualquier área de estudios con actividades científicas tecnológicas y sociales.

El trabajo es una investigación no experimental, tipo exploratoria porque se emplearán herramientas de recolección de información como encuestas y entrevistas aplicadas a directivos y profesores de tres universidades, una pública y dos privadas, que imparten diversas carreras en: ciencias, ingeniería y humanidades. Además, la investigación es documental. ya que se indagará, interpretará y presentarán datos de fuentes existentes en la literatura.

El objetivo es proponer aspectos curriculares, incluyendo asignaturas relacionada con la educación para la ciudadanía y ciencias sociales, para preparar un profesional capaz de identificarse con los problemas sociales, y a través de CTS, incluir conocimientos sobre ciencia y tecnología.

Las encuestas-entrevistas aplicadas están basadas en los aspectos siguientes:

- Reformar los currículos para preparar los estudiantes enfrenten con éxito los retos que requieren los avances tecnológicos y con un componente de educación ciudadana, que le permita crear conciencia sobre los problemas sociales.
- Acciones implementadas o por implementar, mediante reforma curricular, en cuanto a formación en educación ciudadana en las distintas carreras que ofrecen.
- Planes de formación para sus profesores para que asuman los retos que requiere la educación para la ciudadanía.

El trabajo se abordará desde la integración de las ciencias sociales, como una forma de innovación, mediante el enfoque CTS en el currículo universitario, para ello se plantean dos aspectos esenciales sobre:

1. Plantearse reformas curriculares de todas las carreras en los próximos años, en concordancia con los acelerados avances científicos y tecnológicos en la era actual, considerando incluir asignaturas de ciencias sociales.
2. Las asignaturas a incluir, inmersas en el enfoque CTS, permitirán relacionar las ciencias sociales con las ciencias naturales, ingeniería y otras carreras humanísticas. Las carreras ofrecidas en las universidades consideradas para la investigación se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Carreras ofrecidas en las universidades seleccionadas para la investigación.

| Universidad | Carreas que ofrece |
|-----------------------|--|
| Universidad pública 1 | Matemáticas, Física, Biología, Química, Administración, Sistemas, Contabilidad, Sociología, Trabajo Social, Educación, Relaciones Industriales |
| Universidad Privada 2 | Educación, Administración, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Industrial, Derecho |
| Universidad privada 1 | Educación, Ingeniería civil, Comunicación Social, Derecho |

IV. RESULTADOS

Las encuestas-entrevistas se realizaron a directivos y docentes, con la particularidad que la universidad pública está muy politizada y para cualquier carrera dictada, el componente político social es parte natural del currículo independientemente de algunas carreras y lo político prevalece sobre lo social.

Los encuestados no suministraron datos específicos sobre los métodos de enseñanza, aunque se puede inferir que la educación ciudadana se centra en la impartición de conocimientos históricos y culturales, tratando de fomentar el pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes. En algunos casos, una de las pocas actividades que vinculan los estudiantes con las comunidades, es a través de las actividades de Responsabilidad Social Universitaria. Por otra parte, las universidades privadas naturalmente por su filosofía de creación vincula las ciencias sociales de sus carreras con la sociedad.

En las universidades encuestadas solo se ofrecen, máximo tres asignaturas obligatorias de ciencias sociales realidad nacional, economía y antropología, y en otros casos, proyectos sociales, científicos y tecnológicos, ubicadas entre los primeros cinco semestres de estudio de cada carrera.

Un aspecto importante es que las universidades que ofrecen carreras de ciencias sociales y humanísticas, en general, ofrecieron hasta hace dos décadas atrás las asignaturas física y química para humanidades, que, de alguna forma, vinculaba los estudios de esas carreras con asignaturas de ciencias.

Las orientaciones de las asignaturas de ciencias sociales dependen, en gran parte, del docente que la dicte y de su tendencia política. Los estudiantes de ciencias y de ingeniería, ven las asignaturas de ciencias sociales como un requisito más, sin internalizar los objetivos verdaderos que debería tener.

En la educación ciudadana, es inherente que la universidad debe tener una estrecha relación entre ciudadanía, desarrollos científicos-tecnológicos, política y sociedad. Además de ser un espacio formativo en los contenidos de cada carrera y de valores ciudadanos, es un espacio que debería formar ciudadanos críticos, con conciencia social. En [18] se plantean retos para la educación universitaria, tales como producción de conocimiento y formación de profesionales con un componente en educación ciudadana, independientemente de la carrera cursada.

Para lograr esto, la Universidad debe considerar lo siguiente:

1. Los docentes deben estar conscientes de las competencias, programas y contenidos de las asignaturas en ciencias sociales de cada carrera que ofrece la Universidad.
2. Los docentes deben estar conscientes de los objetivos sociales y educación para la ciudadanía en la universidad, tomando como base fundamental que la educación social tiene como objetivo aumentar la conciencia de los estudiantes en cuestiones sociales y fomentar estrategias para mejorar dichas condiciones sociales
3. Manejar con propiedad los objetivos de la educación para la ciudadanía, donde los estudiantes pongan en práctica la toma de decisiones, tomen conciencia del papel de los ciudadanos y oportunidades para contribuir a la solución de problemas sociales y ambientales.

La tabla 3. Resumen de la importancia de las ciencias sociales en cada una de estas áreas.

Tabla 3. Softwares analizados.

| Áreas | Papel de las ciencias sociales |
|-------------|--|
| Humanidades | Proporcionan una comprensión más profunda de la cultura, la historia y las sociedades. Estos conocimientos se pueden aplicar en carreras universitarias como Antropología, Historia, Filosofía y Artes, Administración, Trabajo Social, Relaciones Industriales entre otras. |
| Ciencias | Las ciencias sociales son inherentemente relevantes en Sociología, Antropología, Psicología y la Geografía. Estas carreras universitarias ayudan a entender las interacciones sociales, culturales y económicas que afectan a las ciencias naturales y aplicadas. |
| Ingeniería | Ser relevantes, especialmente, en el ámbito de distintas ingenierías. Estos conocimientos pueden ayudar a comprender las necesidades de los usuarios, los problemas sociales y culturales, y las implicaciones éticas y sociales de las tecnologías. |

La vigencia, pertinencia y calidad del currículum de las diversas carreras universitarias, debe estar acorde a los requerimientos de los avances científicos, tecnológicos y del entorno social de los países y en un mundo cada vez más globalizado y exigente debido a los acelerados avances científicos, tecnológicos y de las tecnologías de información y comunicación. Por esta razón, el conocimiento integral, de un egresado universitario de cualquier carrera, en el ámbito de una sociedad globalizada, es fundamental para lograr una mejor educación ciudadana [19][20]. La propuesta de esta investigación se basa en la transformación, modernización y actualización del currículum y para lograrlo, la estrategia está centrada en un cambio, que implica incluir más asignaturas de ciencias sociales, inmersas en el enfoque CTS.

A. Propuesta curricular para la educación ciudadana

La propuesta curricular para una mejor educación ciudadana a través de las ciencias sociales considera, entre otros aspectos, incluir en el desarrollo de todas las carreras universitarias: las actividades CTS inmersas en las asignaturas de ciencias sociales. Esto conduce a sugerir a las instituciones universitarias y docentes lo siguiente:

1. Instituciones universitarias

- Aumentar el número de materias relacionadas con ciencias sociales y CTS en las carreras de ciencias (Matemáticas, Física, Química, Biología e Ingeniería).
- Las Carreras de ciencias sociales, Trabajo Social, Sociología, Historia, Psicología, Economía, Educación y Antropología inherentemente tienen las asignaturas relacionadas con formación ciudadana, incorporar actividades CTS para vincular estas con ciencias e ingeniería.
- Carreras humanísticas en general, también incrementar a nivel curricular el número de horas y distribuir a lo largo de la carrera.
- Formar docentes a nivel de Maestría y Doctorado en Ciencias Sociales.

2. Preparación de los docentes en CTS

- El docente debe participar en equipos interdisciplinarios para el análisis social de los distintos contextos sociales y educativos. Además, diseñar, planificar, coordinar, y evaluar investigaciones en el campo de las ciencias, ingeniería y avances científico-tecnológicos en general relacionándolo con actividades CTS. Son los encargados de dictar las ciencias sociales en las distintas carreras universitarias.
- El docente debe estar preparado para investigar e interpretar sobre los fenómenos de la realidad social, producir nuevos conocimientos críticos por medio de ensayos, tesis o publicaciones especializadas.
- Incentivar la motivación y participación de los estudiantes en asignaturas de ciencias sociales relacionadas con la educación ciudadana, con la inclusión del enfoque CTS.

Lo planteado hasta ahora permite esquematizar el modelo mostrado en la Figura 2, fundamentado en la formación ciudadana a través de las ciencias sociales y el enfoque CTS, siendo esencial para enseñar cómo impacta la ciencia y la tecnología a la sociedad. El modelo propuesto se puede considerar como una forma de innovación a nivel curricular, para todas las carreras universitarias: ciencias naturales y exactas, humanidades e ingeniería. El modelo conduce a que los humanistas tengan un conocimiento científico-tecnológico y los de ciencias e ingeniería complementen su formación con un componente social que los vincula con los problemas cotidianos de la sociedad.

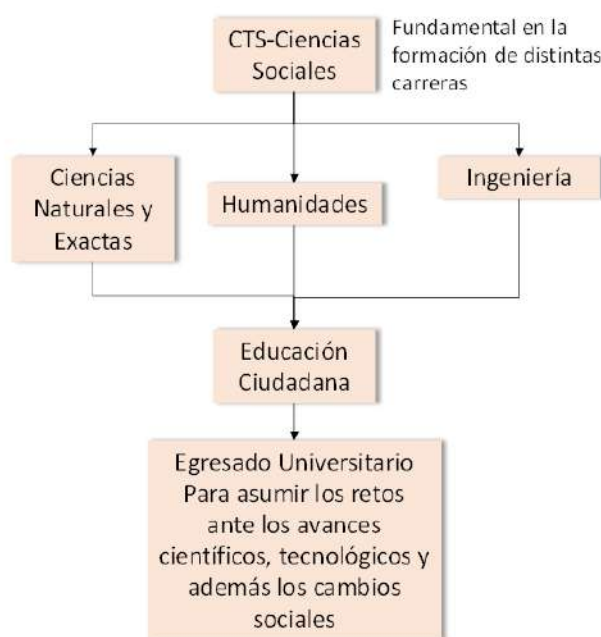


Figura 2. Modelo propuesto para la implementación de la educación ciudadana a nivel curricular en las diversas carreras ofrecidas por las universidades

Para la reforma curricular no basta con cambiar los objetivos ni incluir contenidos, sino que se deben cambiar la cultura pedagógica del docente y de los estudiantes. Como parte del modelo propuesto, la educación ciudadana debe complementarse con la formación de los docentes en el enfoque y actividades en CTS, las cuales explican los avances tecnológicos a partir de las Ciencias Sociales.

B. Discusión

Una reforma curricular basada en el modelo propuesto permitirá formar profesionales tanto en carreras humanísticas como científicas y de ingeniería con vocación para la investigación y un profesional más humano, con plenos conocimientos de las realidades científicas, tecnológicas y sociales. La inclusión del componente CTS en los currículos de las carreras de ciencias sociales, permitirá formar docentes que serán parte esencial en la educación ciudadana [10][12]. La investigación desarrollada conduce a sugerir, un aumento del número de horas a nivel de currículo, a través de asignaturas obligatorias en ciencias sociales. La inclusión del enfoque CTS, requiere docentes formados con un componente científico-tecnológico que complemente sus estudios en ciencias sociales. De esta manera, las asignaturas de ciencias sociales se fortalecen en su contenido y se puede dictar con un nivel científico-tecnológico excelente en las distintas carreras universitarias.

Todo esto conduce a una serie de recomendaciones a instituciones y docentes, que se mencionan a continuación:

- El currículo debe reorientarse y fortalecerse con los elementos esenciales que apunten hacia la educación ciudadana, a través del enfoque CTS, para tener profesionales con sensibilidad social y que pueda aplicar los conocimientos en beneficio de la sociedad.
- El currículo debe permitir tener un egresado universitario en humanidades, ciencias o ingeniería con un componente de investigación, desarrollo de proyectos manejo de bibliografía de artículos científicos relacionados con su carrera. El conocimiento se aprende y se internaliza cuando se despiertan las emociones.
- Planes de investigación en el marco CTS, capaces de recopilar ideas, problemas y adecuación en la enseñanza y aprendizaje de diferentes áreas de conocimiento, en relación con los avances y desarrollos tecnológicos.

- El docente debe crear la cultura para el manejo de las referencias para mantenerse actualizado respecto a los avances científicos-tecnológicos en distintas áreas. Además, debe conocer y manejar las tecnologías de información y comunicación como parte esencial de su labor académica.

CONCLUSIONES

Se ha propuesto un modelo de reforma curricular, a manera de fortalecer la educación para la ciudadanía, basado en el enfoque CTS incluido en las asignaturas de ciencias sociales de distintas carreras universitarias.

La propuesta curricular planteada en este trabajo está basada en el diagnóstico de los indicadores curriculares para la educación ciudadana de universidades públicas y privadas, busca promover la formación de los estudiantes en los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, partiendo de los factores sociales que influyen en el cambio científico-tecnológico, considerando también las consecuencias sociales y ambientales.

El análisis de las reformas curriculares en universidades latinoamericanas se ha enfocado en el papel de las ciencias sociales: En algunos casos conduce a transformaciones en la misma universidad para adaptarse a los diversos cambios regionales, nacionales e internacionales. Es significativo el número de proyectos donde la formación ciudadana, abordada por las ciencias sociales ayudan a enriquecer la investigación en la solución de problemas de la sociedad.

Con la propuesta, se pretende que las asignaturas de ciencias sociales, en las diversas carreras universitarias inmersas en actividades CTS, ayuden a los estudiantes a aprender y entender sobre su papel en una sociedad democrática y culturalmente diversa, con conocimientos de los problemas sociales y de los acelerados avances científicos y tecnológicos en un mundo globalizado.

REFERENCIAS

- [1] R. Aranguren. "Educación ciudadana en la enseñanza de las ciencias sociales Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales", Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales, no. 18, 2012. ISSN: 1316-9505.
- [2] N. Aguilar, D. F. Mendoza, A. M. Velásquez, D. F. Espitia, J. Ducón y J. De Poort. "Educación Inclusiva para la Justicia Social (I) Educación para la Ciudadanía Mundial: Una Innovación Curricular en Ciencias Sociales", vol. 8 no. 2, 2019.
- [3] A. T. Sigauke. "Citizenship Education in the Social Science Subjects: An Analysis of the Teacher Education Curriculum for secondary schools", Australian Journal of Teacher Education, vol. 38, no. 11, 2013. <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2013v38n11.1>.
- [4] G. González y A. Santisteban. "La formación ciudadana en la educación obligatoria en Colombia: entre la tradición y la transformación", Educación y Educadores, vol. 9, no. 1, 89-102 2016.
- [5] M. Curcio y E. Camargo. "Universidad y formación ciudadana", Reflexión Política, vol. 14, no. 28, pp. 118-126, 2012.
- [6] A. Osler and H. Starkey. "Education for democratic citizenship: A review of research, policy and practice 1995-2005", Research Papers in Education, vol. 21, no. 4, pp. 433- 466, 2006. <http://dx.doi.org/10.1080/02671520600942438>.
- [7] C. Hartung. "Global citizenship incorporated: Competing responsibilities in the education of global citizens", Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education, vol. 38, no. 1, pp. 16-29, 2017. <https://doi.org/10.1080/01596306.2015.1104849>.
- [8] D. Nieto. "Citizenship education discourses in Latin America: Multilateral institutions and the decolonial challenge. Compare", A Journal of Comparative and International Education, vol. 48, no. 3, pp. 1-17, 2017. <https://doi.org/10.1080/03057925.2017.1408399>.

- [9] J. Romero. "Apuntes para una sociogénesis del currículum centrado en problemas sociales / Notes for a sociogenetic analysis of the problem-centered curriculum", REIDICS. Revista de Investigación en Didáctica de las Ciencias Sociales, vol. 9, pp. 14-40, 2021.
- [10] C. Osorio. "La educación científica y tecnológica desde un enfoque en ciencia, tecnología y sociedad", Revista Iberoamericana de Educación, no. 28, pp. 61-81, 2002.
- [11] M. Ramallo, E. Repetto, M. Gayoso y R. Giacomino. "Ingeniería y sociedad: aportes de los estudios CTS a la formación de los ingenieros", Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS, vol. 14, no. 41, pp. 197-214, 2019.
- [12] J. Sutz. "Ciencia, Tecnología y Sociedad: argumentos y elementos para una innovación curricular", Revista Iberoamericana de Educación, no. 18, pp. 145-169, 1998.
- [13] T. Sigauke. "Citizenship Education in the Social Science Subjects: An Analysis of the Teacher Education Curriculum Schools Aaron", Australian Journal of Teacher Education, vol. 38, no. 8, 2013.
- [14] L. F. Ocampo and S. Valencia. "Los problemas sociales relevantes: enfoque interdisciplinar para la enseñanza integrada de las ciencias sociales". Revista de Investigación en Didáctica de las Ciencias Sociales, no. 4, pp. 60-75, 2019. <https://doi.org/10.17398/2531-0968.04.60>
- [15] I. M. Fernández., D. M. Pires y R. M. Villamañán. "Educación científica con enfoque ciencia-tecnología sociedad-ambiente. Construcción de un instrumento de análisis de las directrices curriculares", Formación universitaria, vol. 7, no. 5, pp. 23-32, 2014.
- [16] Y. N. Álvarez-Tobón, D. I. Arroyave-Giraldo, y A. García-Carmona. "Relaciones ciencia-tecnología-sociedad en la educación científica colombiana: Una revisión del estado de la cuestión", Revista Científica, vol. 42, no. 3, 2021. <https://doi.org/10.14483/23448350.18231>.
- [17] C. A. Quintero. "Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia", Revista del Instituto de Estudios en Educación de la Universidad del Norte, 12 enero-junio de 2010 <http://www.issn-electronico.com/2145-9444>. ISSN impreso:1657-2416.
<https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/zonaeditoreszonaproxima@uninorte.edu.co>
- [18] C. Echavarría. "Función política de la universidad en Colombia", Revista Universidad de La Salle, no. 55, pp. 13-31, 2011.
- [19] M. Rodríguez y A. M. Ortiz Blanco. "Ciencia, Tecnología, Cultura y Sociedad en el Contexto Universitario", Revista Científica CIENCIAEDUC, vol. 8, no. 1, pp. 1-14, 2022. Recuperado 14/03/2023, de <http://portal.amelica.org/ameli/journal/480/4802861004/html/>
- [20] M. I. Vera-Muñoz y D. Pérez "Ciudadanía y enseñanza de las ciencias sociales, D.(eds.): Formación de la ciudadanía: Las TICs y los nuevos problemas". Edit. Asociación Universitaria de Profesores de Didáctica de las Ciencias Sociales (AUPDCS), España, 2004.

Estrategias metacognitivas para potenciar la lectura en estudiantes del nivel elemental

Miriam Romero Saldarriaga
miriam.romero@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6465-4749>
Universidad César Vallejo
Piura, Perú

María Chancay Chancay
mariachancaych3@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3712-1896>
Universidad César Vallejo
Piura, Perú

Sandra del Rocío Romero Saldarriaga
sandra.romero@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0000-0001-9925-8148>
Ministerio de Educación
Machala, Ecuador

Jorge Romero Saldarriaga
jorgeg.romero@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0001-9380-5101>
Ministerio de Educación
Machala, Ecuador

Jeny Soto Rivera
jeny.soto@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0000-3142-5907>
Ministerio de Educación
Machala, Ecuador

Carmen Benitez
carmen.benitez@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0007-1050-4367>
Ministerio de Educación
Machala, Ecuador

Recibido (15/11/2023), Aceptado (16/02/2024)

Resumen: Las estrategias metacognitivas se revelan como elementos fundamentales para impulsar la comprensión lectora, una habilidad de vital importancia en el proceso de aprendizaje. El objetivo de este estudio es analizar el impacto de estas técnicas en estudiantes de nivel elemental pertenecientes a una institución educativa en Ecuador. La investigación, fundamentada en un enfoque cualitativo con diseño fenomenológico hermenéutico, incluyó la participación activa de estudiantes, docentes y directivos. La recopilación de datos se llevó a cabo mediante diversas herramientas, tales como pruebas de comprensión lectora, cuestionarios de autorregulación, entrevistas, observaciones en el aula y análisis de cuadernos. Los resultados evidencian que fomentar estrategias metacognitivas contribuye significativamente a fortalecer la comprensión lectora en los estudiantes. La reconsideración del paradigma educativo a través de estas estrategias puede propiciar la autorregulación estudiantil, y los hallazgos sugieren un potencial para elevar las habilidades de pensamiento crítico y mejorar la calidad educativa en su totalidad.

Palabras clave: aprendizaje, comprensión lectora, educación, estrategias metacognitivas.

Metacognitive strategies to enhance reading in elementary level students

Abstract.- Metacognitive strategies are revealed as fundamental elements to promote reading comprehension, a skill of vital importance in the learning process. The objective of this study is to analyze the impact of these techniques on elementary school students from an educational institution in Ecuador. The research, based on a qualitative approach with a hermeneutic phenomenological design, included the active participation of students, teachers, and administrators. Data collection was carried out through various tools, such as reading comprehension tests, self-regulation questionnaires, interviews, classroom observations, and notebook analysis. The results show that fostering metacognitive strategies contributes significantly to strengthening students' reading comprehension. The reconsideration of the educational paradigm through these strategies can foster student self-regulation, and the findings suggest a potential for raising critical thinking skills and improving educational quality as a whole.

Keywords: learning, reading comprehension, education, metacognitive strategies.

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de la educación, la comprensión lectora se erige como una habilidad fundamental para el éxito académico y profesional. La relevancia de esta destreza trasciende las fronteras de la mera adquisición de conocimientos, abarcando la capacidad de los estudiantes para interpretar, analizar y aplicar la información en diversas situaciones [1]. La carencia de habilidades de comprensión lectora eficaces puede convertirse en un obstáculo significativo en el camino hacia el aprendizaje autónomo y el desarrollo personal. La investigación se centra en estudiantes de nivel elemental debido a la importancia crítica de este período en la formación académica. Los estudiantes que desarrollan habilidades metacognitivas durante esta etapa pueden cosechar beneficios a largo plazo, ya que están en un punto clave para consolidar fundamentos sólidos en la comprensión lectora, lo que les permitirá enfrentar con éxito los desafíos educativos futuros [2].

Además, la elección de una institución educativa en Ecuador agrega un componente importante a la investigación. Las características específicas del entorno educativo en este país, con su diversidad cultural y económica, proporcionan un terreno fértil para comprender cómo las estrategias metacognitivas pueden adaptarse y ser efectivas en diferentes contextos, contribuyendo así a la relevancia y aplicabilidad global de los hallazgos. Los desafíos que enfrentan los estudiantes en la comprensión de lo que leen son multifacéticos y a menudo van más allá de la falta de acceso a recursos educativos. Factores como la motivación, la atención y las diferencias en los estilos de aprendizaje también influyen en la capacidad de los estudiantes para comprender y retener información. Este estudio se propone abordar estas complejidades, ofreciendo una perspectiva integral que va más allá de un enfoque unidimensional de mejora de habilidades.

La inclusión de datos estadísticos sobre el analfabetismo funcional refuerza la urgencia de este estudio. Estos datos destacan la necesidad apremiante de implementar estrategias metacognitivas para contrarrestar los efectos negativos del analfabetismo funcional, que no solo limita el acceso a oportunidades educativas, sino que también contribuye a la disparidad socioeconómica [3].

Al poner de manifiesto la falta de capacitación adecuada de los docentes en estrategias metacognitivas, especialmente en áreas rurales, se destaca la brecha existente en la preparación pedagógica. Esta brecha no solo afecta la calidad de la enseñanza, sino que también resalta la necesidad de intervenciones específicas y programas de formación docente centrados en la integración efectiva de estrategias metacognitivas [4].

En este sentido, el objetivo fundamental de este estudio adquiere una dimensión más amplia, extendiéndose más allá de la mejora de habilidades individuales para abordar cuestiones sistémicas en la educación. Se busca, por tanto, proporcionar una plataforma para la reforma educativa y el diseño de políticas que favorezcan la integración efectiva de estrategias metacognitivas en todo el sistema educativo.

A través de la descripción detallada y el análisis exhaustivo de las estrategias metacognitivas, este artículo se propone no solo ofrecer soluciones prácticas para la mejora de la comprensión lectora, sino también sentar las bases para un cambio transformador en la manera en que se abordan los desafíos educativos en Ecuador y más allá.

La contribución significativa al avance educativo en la comunidad de Machala, Ecuador, no solo radica en la mejora de habilidades de comprensión lectora, sino también en la promoción de un enfoque educativo más holístico que considere las necesidades individuales de los estudiantes y las complejidades del entorno educativo local.

En última instancia, este artículo no solo busca resaltar la importancia de las estrategias metacognitivas en la mejora de la comprensión lectora, sino también servir como un llamado a la acción para todos los actores involucrados en la educación. Al reconocer la necesidad de un cambio sistemático y una mayor atención a las habilidades metacognitivas, se espera que este estudio motive iniciativas educativas innovadoras y sostenibles que beneficien a estudiantes, educadores y comunidades en su conjunto [5].

II. DESARROLLO

A. Contenidos teóricos de la investigación

La evidencia derivada de varios estudios respalda la eficacia de las estrategias metacognitivas en el mejoramiento de la comprensión lectora. El estudio cuantitativo realizado por Campoverde y López con 25 estudiantes, empleando organizadores gráficos, reveló mejoras significativas en la comprensión lectora, evidenciando un notable incremento del 54% en las habilidades lectoras. Este resultado subraya la utilidad práctica de estas estrategias, destacando la satisfacción de los estudiantes y su aplicabilidad en diversas áreas [6].

A pesar de la falta de diferencias estadísticas significativas en las pruebas de 22 estudiantes, el estudio de Miranda y Cadena destaca elementos cruciales que merecen una mayor consideración. A menudo, la evaluación exclusiva basada en resultados cuantitativos puede no captar completamente el impacto subyacente de las estrategias metacognitivas en la comprensión lectora [7].

La resiliencia de estas estrategias se evidencia en la construcción de confianza y el mejoramiento del rendimiento, aspectos que, aunque no se reflejen de manera evidente en las métricas cuantitativas, son esenciales para el proceso educativo. La confianza del estudiante en su capacidad para comprender y abordar textos, aunque no se traduzca directamente en números estadísticos, influye directamente en su disposición y motivación para aprender.

Además, la mejora del rendimiento, aunque no alcance niveles estadísticamente significativos, puede tener implicaciones prácticas y perceptibles en el desarrollo académico a largo plazo. El hecho de que estas mejoras se manifiesten incluso en contextos particulares, sugiere la adaptabilidad y la relevancia de las estrategias metacognitivas, que pueden desempeñar un papel fundamental en la superación de desafíos específicos y la optimización del aprendizaje individual.

En última instancia, este estudio destaca la importancia de adoptar un enfoque holístico al evaluar estrategias educativas, reconociendo que el impacto positivo puede manifestarse de maneras más sutiles y cualitativas que no siempre quedan reflejadas en las medidas tradicionales. La construcción de la confianza y el fomento del rendimiento mejorado son aspectos intrínsecos a la efectividad de las estrategias metacognitivas, contribuyendo así a un panorama más completo y enriquecedor en el ámbito de la comprensión lectora.

Otro de los análisis realizados por Romero y Zhamungui en una escuela de Ibarra resalta la carencia del 52% de los estudiantes en habilidades de comprensión lectora. Sus hallazgos resaltan la importancia de las estrategias metacognitivas, que enfatizan el aprendizaje autorregulado y la integración de factores cognitivos, afectivos y conductuales [8]. La implementación de estrategias específicas de comprensión lectora por Pernía y Méndez con 119 estudiantes demostró ganancias en el 45% de ellos, fortaleciendo la comprensión del texto y el desarrollo de habilidades de comprensión lectora [9].

La evaluación de Gamboa en México destaca que, aunque el grupo de control tuvo el mejor desempeño en el dominio del vocabulario, el grupo que aplicó estrategias metacognitivas mostró niveles más bajos de comprensión lectora, subrayando la importancia de la elección estratégica en la mejora de las habilidades lectoras [10].

También Mamani et al. en Perú evidencian la correlación positiva entre estrategias cognitivas y la comprensión de libros académicos, a pesar de la baja proporción de estudiantes que admitieron utilizar estas estrategias. Este hallazgo sugiere un potencial subutilizado que podría aprovecharse mediante la promoción consciente de estas estrategias [11].

Mientras Álvarez en Brasil, evaluando las estrategias de aprendizaje y autorregulación, destaca un mejor rendimiento con estrategias metacognitivas, aunque señala el uso de estrategias de correlación positiva disfuncionales. Este último aspecto subraya la necesidad de abordar no solo la implementación, sino también la calidad y pertinencia de las estrategias empleadas [12].

En resumen, estos estudios convergen en la idea de que la lectura no es simplemente descifrar símbolos; implica comprender su significado. La comprensión lectora se basa en procesos que van más allá de la decodificación, incluyendo la comprensión, la imaginación y la capacidad de responder preguntas relacionadas con el texto. Estos elementos se revelan como fundamentales para la comprensión efectiva del material escrito.

III. METODOLOGÍA

A. Metodológica de la investigación

Este artículo se centra en una comprensión profunda de las experiencias de los estudiantes respecto a la comprensión lectora y las estrategias metacognitivas, adoptando un enfoque cualitativo fenomenológico para explorar de manera detallada cómo estas estrategias influyen en los procesos perceptivos y lectores de los estudiantes, con el objetivo de mejorar la educación en Ecuador. Este enfoque cualitativo se posiciona al inicio del estudio para resaltar la importancia de capturar las experiencias subjetivas de los estudiantes, reconociendo que la comprensión profunda de sus vivencias puede arrojar luz sobre aspectos cruciales del proceso educativo.

Además, este estudio sigue un paradigma interpretativo que facilita una relación dialéctica entre el investigador y el tema de investigación. Este enfoque proporciona un marco conceptual coherente pero diverso, permitiendo a los autores enfrentar diversas posiciones y mantener la coherencia entre teoría, método, ética y contexto.

Se da especial valor al contexto y a la subjetividad inherentes al tema, reconociendo la perspectiva y la experiencia del docente. El uso de métodos cualitativos refuerza un enfoque ontológico para comprender las estrategias metacognitivas y su impacto en la enseñanza de la comprensión lectora, especialmente dirigido a estudiantes del nivel elemental en una institución educativa ecuatoriana en el año 2023.

La elección del paradigma explicativo se justifica mediante el análisis del significado detrás de las acciones humanas. Se reconoce que, en la construcción de conocimiento, este se explica en lugar de descubrirse, permitiendo así la interpretación de ideas, esquemas y modelos para otorgar significado a las experiencias en el contexto de generar necesidades y buscar soluciones. En resumen, este enfoque cualitativo busca profundizar en la comprensión de las experiencias de los estudiantes y docentes, ofreciendo una perspectiva más rica y contextualizada para informar las prácticas educativas y contribuir al avance en la enseñanza de la comprensión lectora.

B. Tipo y diseño de investigación

La metodología de esta investigación se configura dentro de un diseño cualitativo fenomenológico, centrado en obtener una comprensión profunda de las experiencias de los estudiantes con respecto a la comprensión lectora y las estrategias metacognitivas. Esta elección se realiza de manera consciente al inicio del estudio, subrayando la importancia de capturar las experiencias subjetivas de los participantes, reconocimiento clave para enriquecer el proceso educativo.

El tipo de investigación se clasifica como cualitativo, ya que su objetivo principal es explorar y comprender las percepciones, significados y contextos asociados a las estrategias metacognitivas y la comprensión lectora en estudiantes de quinto grado. Este enfoque permite una aproximación flexible y holística, alineándose con la naturaleza compleja y subjetiva de los fenómenos educativos.

La metodología implica una investigación de campo, donde se emplearán técnicas como entrevistas en profundidad y observaciones participativas para recopilar datos ricos y contextualizados. Las entrevistas proporcionarán un espacio para que estudiantes y docentes compartan experiencias, percepciones y desafíos vinculados a la comprensión lectora y el uso de estrategias metacognitivas, estas entrevistas fueron validadas por 5 expertos, grabadora de voz, cuaderno de apuntes y cámara fotográfica. La observación participativa permitirá al investigador sumergirse en el entorno educativo, capturando de manera auténtica las dinámicas y prácticas relacionadas con la lectura, para lo cual se utilizó el registro descriptivo y anecdótico, cuaderno de apuntes y cámara fotográfica.

El análisis de datos seguirá un enfoque inductivo, permitiendo que patrones y temas emerjan de las experiencias compartidas por los participantes. Este enfoque interpretativo y flexible respalda el paradigma explicativo seleccionado, buscando comprender y explicar el significado de las acciones humanas en el contexto educativo, respaldado por la investigación bibliográfica.

En resumen, la metodología adopta un diseño cualitativo fenomenológico para explorar las experiencias de estudiantes y docentes con la comprensión lectora y las estrategias metacognitivas, proporcionando una base sólida para comprender y mejorar la enseñanza de la lectura.

C. Población

La investigación se llevará a cabo en una institución educativa pública de Ecuador. Para este propósito, se seleccionaron cuidadosamente 20 estudiantes, de edades comprendidas entre los 9 y 11 años, pertenecientes al cuarto año de educación básica. La participación de estos estudiantes se autorizó previamente por parte de sus padres o representantes legales. Además, se integrarán al estudio dos docentes tutoras y dos auxiliares que desempeñan su labor en el mismo nivel educativo. Se incluirá también la participación activa de la rectora y los vicerrectores de la Unidad Educativa Ciudad de Machala en Ecuador. En total, un grupo de 27 personas conformará la muestra participante de este estudio, representando de manera integral a los diferentes actores educativos en el contexto de la investigación.

IV. RESULTADOS

A. Resultados

La aplicación meticulosa de entrevistas y observaciones, como se detalla en nuestra metodología de estudio, ha arrojado resultados reveladores que profundizan nuestra comprensión sobre la importancia de la metacognición y su efectiva implementación en el contexto educativo. Este estudio enfatiza que menospreciar la relevancia de estas estrategias constituiría un error significativo, ya que no solo enriquecen el proceso de aprendizaje, sino que también se adaptan de manera precisa a las necesidades individuales de cada estudiante, demostrando ser esenciales para superar las limitaciones inherentes a la enseñanza personalizada.

La manifestación de estudiantes que establecen objetivos, revisan materiales y reflexionan no solo revela una visión más profunda, sino que también respalda estas acciones con un conocimiento previo fundamental. La metacognición, identificada como crucial para el proceso de aprendizaje, demanda una orientación pedagógica cuidadosa para asegurar que los estudiantes avancen hacia la autonomía educativa.

Los resultados obtenidos subrayan que la carencia de metacognición obstaculiza la comprensión lectora, ejerciendo un impacto significativo en el desarrollo adecuado del aprendizaje. Esta conexión intrínseca entre el crecimiento personal y el éxito profesional, evidenciada en nuestra investigación, destaca la importancia de una comprensión profunda de los principios del desarrollo de la lectura. Se enfatiza la necesidad imperante de habilidades críticas, argumentativas y reflexivas, trascendiendo la mera adquisición de conocimientos, y se resalta cómo el trabajo colaborativo fortalece la metacognición, facilitando así la construcción colectiva del conocimiento.

Adicionalmente, se destaca que la autorregulación, gestionada emocionalmente, emerge como un elemento crucial para la retención del conocimiento, mientras que la competencia lectora se postula como vital para la comunicación efectiva y el desarrollo personal y profesional. Es relevante señalar que el análisis crítico de textos va más allá de las habilidades lingüísticas, involucrando procesos de pensamiento lógico y abstracto.

La participación activa en discusiones no solo refuerza la comprensión inferencial, sino que también impulsa la búsqueda activa de vocabulario. La habilidad de analizar textos críticamente, que trasciende las capacidades lingüísticas y expresivas, se identifica como esencial para la toma de decisiones informadas en la vida adulta. La omisión del crecimiento formativo de los estudiantes, evidenciada en este estudio, tiene consecuencias perjudiciales, y se destaca que el enfoque de capacitación busca no solo mejorar habilidades académicas, sino también integrar elementos para un desarrollo humano integral.

En resumen, estos resultados ofrecen una visión integral y respaldada empíricamente sobre la importancia de la metacognición en el proceso educativo y sus efectos directos en el crecimiento y éxito de los estudiantes. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para argumentar en favor de la implementación consciente de estrategias metacognitivas en entornos educativos, subrayando la necesidad de un enfoque pedagógico que fomente tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades críticas y la autonomía estudiantil.

B. Discusión

La presente investigación revela hallazgos fundamentales que destacan la importancia crítica de la metacognición y su efectiva implementación en el entorno educativo. Los resultados subrayan que menospreciar la relevancia de estas estrategias sería un error, ya que su integración no solo enriquece el proceso de aprendizaje, sino que se adapta de manera precisa a las necesidades individuales de cada estudiante. Este aspecto se revela como esencial para superar las limitaciones inherentes a la enseñanza personalizada.

Se observa que los estudiantes que establecen objetivos, revisan materiales y reflexionan no solo exhiben una visión más profunda, sino que también respaldan estas acciones con un conocimiento previo fundamental. La metacognición, identificada como crucial para el proceso de aprendizaje, demanda una orientación pedagógica cuidadosa para asegurar que los estudiantes avancen hacia la autonomía educativa.

Adicionalmente, se destaca que la carencia de metacognición obstaculiza la comprensión lectora, ejerciendo un impacto significativo en el desarrollo adecuado del aprendizaje. Los resultados sugieren una conexión intrínseca entre el crecimiento personal y el éxito profesional y una comprensión profunda de los principios del desarrollo de la lectura. Se resalta la necesidad imperante de habilidades críticas, argumentativas y reflexivas más allá de la mera adquisición de conocimientos.

El estudio destaca cómo el trabajo colaborativo fortalece la metacognición, facilitando la construcción colectiva del conocimiento. La autorregulación, gestionada emocionalmente, emerge como un elemento crucial para la retención del conocimiento, mientras que la competencia lectora se posiciona como vital para la comunicación efectiva y el desarrollo personal y profesional. Es relevante señalar que el análisis crítico de textos va más allá de las habilidades lingüísticas, involucrando procesos de pensamiento lógico y abstracto.

La participación activa en discusiones no solo refuerza la comprensión inferencial, sino que también impulsa la búsqueda activa de vocabulario. La habilidad de analizar textos críticamente, que trasciende las capacidades lingüísticas y expresivas, se identifica como esencial para la toma de decisiones informadas en la vida adulta. La omisión del crecimiento formativo de los estudiantes, como evidencian los resultados, tiene consecuencias perjudiciales, y se destaca que el enfoque de capacitación busca no solo mejorar habilidades académicas, sino también integrar elementos para un desarrollo humano integral. En resumen, estos resultados ofrecen una visión integral y respaldada empíricamente sobre la importancia de la metacognición en el proceso educativo y sus efectos directos en el crecimiento y éxito de los estudiantes.

CONCLUSIONES

En el transcurso de esta investigación, se han obtenido resultados significativos que enfatizan la trascendental importancia de la metacognición y su implementación eficaz en el ámbito educativo. Subestimar la relevancia de estas estrategias se revela como un error, ya que no solo enriquecen el proceso de aprendizaje, sino que también se ajustan a las necesidades individuales de cada estudiante, demostrando ser esenciales para superar las limitaciones de la enseñanza personalizada.

Los estudiantes que establecen objetivos, revisan materiales y reflexionan no solo manifiestan una visión más profunda, sino que también respaldan estas acciones con un conocimiento previo fundamental. La metacognición, identificada como crucial para el proceso de aprendizaje, demanda una orientación pedagógica cuidadosa para asegurar que los estudiantes avancen hacia la autonomía educativa.

Adicionalmente, se destaca que la carencia de metacognición obstaculiza la comprensión lectora, ejerciendo un impacto significativo en el desarrollo adecuado del aprendizaje. Los resultados sugieren una conexión intrínseca entre el crecimiento personal y el éxito profesional y una comprensión profunda de los principios del desarrollo de la lectura. La necesidad imperante de habilidades críticas, argumentativas y reflexivas va más allá de la mera adquisición de conocimientos.

Este estudio resalta cómo el trabajo colaborativo fortalece la metacognición, facilitando la construcción colectiva del conocimiento. La autorregulación, gestionada emocionalmente, emerge como un elemento crucial para la retención del conocimiento, mientras que la competencia lectora se posiciona como vital para la comunicación efectiva y el desarrollo personal y profesional. Es relevante señalar que el análisis crítico de textos va más allá de las habilidades lingüísticas, involucrando procesos de pensamiento lógico y abstracto.

La participación activa en discusiones no solo refuerza la comprensión inferencial, sino que también impulsa la búsqueda activa de vocabulario. La habilidad de analizar textos críticamente, que trasciende las capacidades lingüísticas y expresivas, se identifica como esencial para la toma de decisiones informadas en la vida adulta. La omisión del crecimiento formativo de los estudiantes, como evidencian los resultados, tiene consecuencias perjudiciales, y se destaca que el enfoque de capacitación busca no solo mejorar habilidades académicas, sino también integrar elementos para un desarrollo humano integral.

En resumen, estos resultados ofrecen una visión integral y respaldada empíricamente sobre la importancia de la metacognición en el proceso educativo y sus efectos directos en el crecimiento y éxito de los estudiantes. El estudio subraya la necesidad de una implementación consciente de estrategias metacognitivas en entornos educativos, señalando la relevancia de un enfoque pedagógico que promueva no solo la adquisición de conocimientos, sino también el desarrollo de habilidades críticas y la autonomía del estudiante.

RECONOCIMIENTO

Al personal docente y directivo de la Universidad César Vallejo, por su constante orientación.

A todos aquellos docentes investigadores que aportaron en la elaboración de este artículo.

A mi familia, por su apoyo incondicional.

A todos los niños, niñas y adolescentes que me han nutrido durante mi desarrollo profesional.

REFERENCIAS

- [1] R. Montealegre y L. Forero, «Desarrollo de la lectoescritura: adquisición y dominio,» Acta Colombiana de Psicología, vol. IX, nº 1, Mayo 2016.
- [2] L. J. Campoverde y J. L. Lopez, «Comprensión lectora mediante el uso de organizadores gráficos,» Espirales revista multidisciplinaria de investigacion cientifica, vol. 6, nº 2, pp. 14-46, 2022.
- [3] F. L. S. Cajamarca, «Varios gobiernos de Ecuador han estado trabajando durante mucho tiempo para reducir el analfabetismo en Ecuador. El Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos (INEC) en,» Sociedad, vol. 11, nº 5, 2022.
- [4] H. M. M. Márquez y G. J. R. Valenzuela, «Leer más allá de las líneas. Análisis de los procesos de lectura digital desde la perspectiva de la literacidad,» Sinéctica, vol. 50, nº 1, 2019.
- [5] UNICEF, «Nivel de lectura a nivel mundial,» Cumbre de Transformación de la Educación en Nueva York durante la Asamblea General de la ONU., 2022.
- [6] A. Campoverde y T. López, «La implementación de organizadores gráficos para enseñar habilidades de comprensión lectora a estudiantes de segundo grado de la escuela sur oriental Boston Branch School,» Universidad Tecnológica de Pereira, 2022.
- [7] X. Miranda y D. Cadena, «Estrategias metacognitivas de aprendizaje en la comprensión lectora de los estudiantes de tercer y cuartos años de Educación General Básica de la Unidad Educativa Juan Pablo II del cantón Ambato,» Universidad Técnica de Ambato, 2023.
- [8] K. Romero y G. Zhamungui, «Análisis de Estrategias Metacognitivas para la Comprensión Lectora,» Revista Científica Ciencia y Sociedad, vol. II, nº 1, 2022.
- [9] H. M. G. Pernía, «Reading comprehension strategies: Primary Educational experience,» Educere Revista Venezolana de Educación, 2 Octubre 2017.
- [10] C. Gamboa, «Estrategias metacognitivas para mejorar las habilidades de lectura de los estudiantes,» Península, vol. XV, nº 2, Julio 2020.
- [11] W. Mamani, H. Vilca, H. Mamani, D. Carpio, F. Vilca y J. Laime, «Estrategias cognitivas y nivel de comprensión de textos académicos en estudiantes ingresantes en la universidad – Perú,» Revista innova Educación, vol. III, nº 4, 2021.
- [12] J. Álvarez, «Estrategias de autorregulación del aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes de bachillerato,» Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación, vol. VII, nº 2.

[13] R. Ranjan, «Desafío mundial de lectura,» Unerco, vol. 11, nº 1, 2020.

[14] D. Cassany, «Aproximaciones a la lectura crítica: teoría, ejemplos y reflexiones,» Tarbiya, Revista De Investigación E Innovación Educativa, nº 32, 2017.

LOS AUTORES



Miriam Alexandra Romero Saldarriaga, profesora de Educación Primaria, Secundaria. Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria de Ecuador. Diplomada en: Recursos Tecnológicos Didácticos, Desarrollo de las Inteligencias Múltiples, Metodologías de la enseñanza y Aprendizaje en Comunicación, Metodologías para el Aprendizaje de Lecto-Escritura; Formador de Formadores, Coach Educativo. Dra. En Educación. Docente con 32 años de servicio. Actualmente, laboro en la Unidad Educativa Ciudad de Machala.



Jorge Geovanny Romero Saldarriaga. Bachiller en Computación, Técnico Superior en Análisis de Sistema, Tecnólogo en Informática mención Análisis de Sistemas, Licenciado en Ciencias de la Educación Básica, Magister en Gestión Educativa mención en Organización e Innovación de los Centros Educativos, Directivo Educativo de la Unidad Educativa “Antonio Neumane” de Manga, Docente con 15 años de experiencia dentro del magisterio ecuatoriano.



María Magdalena Chancay Chancay. Licenciada en Educación Primaria en la Universidad de Guayaquil Facultad de Filosofía y Letras. Maestra en Administración de la Educación, Docente de la Unidad Educativa de la ciudad de Guayaquil “Alejo Lascano Bahamonde” de Ecuador, Doctorante de la Universidad César Vallejo de Perú.



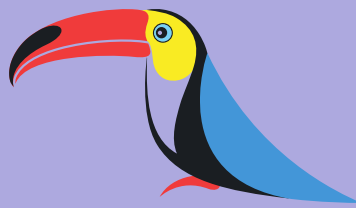
Jenny Soto Rivera, Profesora de Educación Básica, Licenciada en Ciencias de la Educación, Magister en Educación Infantil. Docente con experiencia en el magisterio del Ecuador. Actualmente labora en la Unidad Educativa “Ciudad de Machala”.



Sandra del Rocío Romero Saldarriaga. Bachiller en Secretaría Bilingüe. Licenciada en Ciencias de la Educación, Magister en Educación Especial, Docente con 19 años de experiencia dentro del magisterio ecuatoriano. Labora en la Unidad Especializada Cariño. Gerente Propietaria del Centro Pedagógico especializado Lcdo. Jorge Romero Romero.



Carmen Benitez. Licenciada en ciencias de la educación, magíster en intervención y educación inicial con 15 años de experiencia dentro del magisterio ecuatoriano. Directora pedagógica de la escuela de capacitación de operadores y mecánicos profesionales de equipo caminero de El Oro, Vicerrectora de la Unidad Educativa “Ciudad de Machala”.



Edited by

