



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria, Estelí

# Revista Científica de FAREM-Estelí



Año 12  
Núm. 45 | 2023

ISSN: 2305-5790



#### AUTORIDADES

Dra. Ramona Rodríguez  
Rectora, UNAN-Managua

MSc. Aracelly Barreda Rodríguez  
Decana, FAREM-Estelí, UNAN-Managua

---

#### CONSEJO EDITORIAL

Dra. Beverly Castillo Herrera  
Coordinadora Editorial de la Revista Científica de FAREM-Estelí

Dra. Graciela Alejandra Farrach Ubeda  
Secretaria de Facultad, FAREM-Estelí, UNAN-Managua

Dra. Ana Teodora Téllez Flores  
Docente. UNAN-Managua

Dra. Julia Argentina Granera  
Docente. UNAN-Managua

Dr. Juan Alberto Betanco Maradiaga  
Docente. UNAN-Managua

Dr. Edwin Antonio Reyes Aguilera  
Docente. UNAN-Managua

Dr. Israel Ramón Zelaya  
Docente. UNAN-Managua

MSc. Marlene Rizo  
Docente. UNAN-Managua

---

#### CONSEJO ASESOR

MSc. Yirley Indira Peralta Calderón  
Vicedecana de FAREM-Estelí, UNAN-Managua

MSc. Mariela Gutiérrez Hernández  
Directora del Departamento de Ciencias Económicas. FAREM-Estelí, UNAN-Managua

Dr. Emilio Lanuza Saavedra  
Director del Departamento de Educación y Humanidades. FAREM-Estelí, UNAN-Managua

MSc. Josué Tomás Urrutia  
Director del Departamento de Ciencias Tecnológicas y Salud. FAREM-Estelí, UNAN-Managua

---

#### EQUIPO TÉCNICO

##### Diseño y diagramación

Ing. Darwing Joel Valenzuela Flores

##### Traducción de resúmenes

Lic. Ena Anielka Suárez

---

#### ISSN: 2305-5790 Versión electrónica

La Revista Científica de la FAREM Estelí: Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano, es una publicación electrónica en la web, de periodicidad trimestral, editada por la Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí, tiene el propósito de compartir las experiencias de investigación que desarrollan estudiantes y docentes. Este es un esfuerzo que pretende la articulación entre el quehacer de los docentes-investigadores y diferentes actores del sector público, sector privado, Organismos no Gubernamentales y población de Nicaragua.

Todos los derechos son reservados para su contenido, diagramas, fotos y resúmenes. Se autoriza la reproducción parcial o total por cualquier medio conocido, siempre y cuando sea con fines académicos. En caso contrario, se requerirá autorización expresa de la Coordinación de Investigación de la FAREM Estelí.

Los conceptos expresados en esta publicación periódica son producto de investigaciones debidamente fundamentadas. Sin embargo, los conceptos y opiniones expresados en cada artículo es responsabilidad de los autores y las autoras.

## CONTENIDO

Pág.

### **Editorial**

*Beverly Castillo Herrera*

1

### **Reacción liquenoide oral en joven con policonsumo de sustancias psicoactivas. Reporte de caso clínico**

*Alicia Samanta Espinoza Palma, Manuel Amed Paz Betanco, Evert Miguel Téllez Castillo, Emiliano Andrés Herrera Rodríguez*

5

### **Análisis de las competencias blandas en las carreras de Administración de Empresas, Marketing y Publicidad. Universidad Católica Redemptoris Mater en Managua, Nicaragua**

*María del Socorro Gaitán Nicolás, Millié Pérez de Francia*

17

### **Competencias que desarrollan los estudiantes universitarios a través de la investigación, como estrategia de aprendizaje en UNAN-Managua, FAREM-Matagalpa, Nicaragua**

*Basilisa Tórrez Loáisiga*

42

### **El feedback positivo para la enseñanza de las formas verbales conjugadas, regulares e irregulares en estudiantes de 7mo grado, Instituto Rigoberto López Pérez, Managua Nicaragua**

*Estrella Luz Peña Ruiz, Kendriths Magdieel Calero Chévez, Norlan René Ruiz Blandón*

58

### **La Enseñanza-Aprendizaje de la Historia en Educación Secundaria. Historia de vida de tres maestras de Tola, Rivas**

*Julio César Orozco Alvarado, Mayela Guadalupe Fariña Rodríguez, Luis Felipe Almendares Miranda, Liwdmila Lariza Cruz Aguilar*

81

### **Plan de Pizarra como metodología activa del aprendizaje significativo y amigable en Matemáticas para la educación secundaria en Nicaragua**

*Rigoberto Francisco Jarquín Matamoro*

108

### **Efectividad de las estrategias didácticas en la modalidad Blended Learning en el Tecnológico Nacional INATEC Matagalpa – Nicaragua**

*Juana Paula Muñoz Gonzáles*

131

### **Itinerario genético de las relaciones de equivalencia en la escuela y la vida diaria**

*Arnoldo Abraham Herrera Herrera, Iván Augusto Cisneros Díaz*

148

<b>Área y Volúmenes de los Sólidos Platónicos</b> <i>Arnoldo Abraham Herrera Herrera, Ingrid Judith Orozco Martínez, Iván Augusto Cisneros Díaz</i>	<b>171</b>
<b>Estabilidad del equilibrio de Nash de un juego de Cournot con bienes diferenciados y función de demanda cóncava</b> <i>Jony Rojas Rojas, Enrique Boanerge Pérez Avalos</i>	<b>191</b>
<b>Principales riesgos de seguridad en computación móvil en la nube: una revisión de la literatura</b> <i>Alberto Mendoza de los Santos, Jairo Aldair Ríos Reyes, Renzo Yampier Vásquez Chiclayo</i>	<b>206</b>
<b>Determinar el Índice de sostenibilidad del sistema de agua potable en la comunidad Paso Ancho. Estelí, Nicaragua</b> <i>Mauricio José Moraga Marín, Richard József Benavidez Markó, Yader Alexander Camas Moreno, Edwin Antonio Reyes Aguilera</i>	<b>221</b>
<b>Calidad de aguas marino-costeras en bahías de San Juan del sur, Escameca, La Flor y El Ostional, Costas del Océano Pacífico nicaragüense</b> <i>Iris Lissette Hurtado-García, Javier Antonio Barberena-Moncada</i>	<b>235</b>
<b>Diseño y evaluación de un sistema de barreras reactivas permeables a escala piloto para la reducción de carga de nitrato en agua de escorrentía superficial agrícola</b> <i>Colber Antonio Somoza Sandino, Jorge Carlos Cuadra Molina</i>	<b>251</b>
<b>Evaluación de la vulnerabilidad global en presas de colas. Moa, Cuba</b> <i>Teresa Hernández Columbié, Rafael Guardado Lacaba</i>	<b>267</b>

## Editorial

La REVISTA CIENTIFICA DE FAREM-Estelí, UNAN-Managua; confirma su compromiso de facilitar un espacio de publicación abierta y gratuita para los investigadores interesados en compartir los resultados de sus estudios, lo cual, no solamente implica aportar con un nuevo conocimiento, sino también colaborar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y contribuir al desarrollo del país.

Por ello, en este ejemplar No.45, nos complace compartir 15 artículos científicos de diferentes áreas: salud pública, ciencias de la educación, tecnología y ciencias ambientales.

En el área de salud pública, se comparte un artículo titulado: Reacción liquenoide oral en joven con policonsumo de sustancias psicoactivas. Se presenta el caso clínico de un paciente masculino de 24 años, historial de policonsumo de sustancias desde hace diez años, actualmente en rehabilitación ambulatoria. Los principales resultados muestran que en el examen clínico intraoral se encontró lesión blanquecina en toda la extensión de carrillos de forma bilateral, la biopsia reveló compatibilidad con lesión liquenoide oral, a 6 meses de control se evidencia evolución favorable con reducción del 30% de lesiones. El artículo concluye que las lesiones con potencial premaligno requieren modificación y control de hábitos de consumo, y observación de la evolución de las lesiones cada 6 meses por equipos multidisciplinares.

En el área de ciencias de la educación se incluyen nueve artículos. El primero se refiere a un análisis de las competencias blandas en el campo de Administración de Empresas, Marketing y Publicidad para el fortalecimiento de los currículos académicos de la Universidad Católica Redemptoris Mater, Managua, Nicaragua. Los principales resultados indican que actualmente no existe diferencia significativa entre el nivel de competencias blandas requerido por las empresas y el nivel demostrado por los estudiantes. Las autoras afirman que, esta investigación es una contribución positiva para concientizar a las autoridades para cambiar y evolucionar el rol de la educación de la manera tradicional, a la formación de competencias en los nuevos planes de estudio.

El siguiente artículo se titula: Competencias que desarrollan los estudiantes universitarios a través de la investigación, como estrategia de aprendizaje en UNAN-Managua, FAREM-Matagalpa, Nicaragua. Este estudio parte de las dificultades que se han identificado en los trabajos de investigación realizado por los discentes. Los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes provienen de zonas rurales, de escasos recursos económicos, tienen un móvil, no siempre tienen acceso a internet, y tienen que hacer sus investigaciones en la biblioteca de la Universidad; pero, han alcanzado algunas competencias como: la búsqueda de bibliografía en fuentes confiables, la comprensión lectora, la ampliación de vocabulario, pensamiento crítico, mejoras en el uso de las normativas APA y la redacción, entre otras.

El tercer artículo de educación sobre: el feedback positivo para la enseñanza de las formas verbales conjugadas, regulares e irregulares en estudiantes de 7mo grado, Instituto Rigoberto López Pérez, Managua Nicaragua. El estudio parte desde el paradigma interpretativo, con un enfoque cualitativo, por medio de la investigación aplicada y descriptiva se pone en práctica la estrategia novedosa del feedback positivo. Los autores señalan como principales resultados que los estudiantes desconocen de forma conceptual y práctico el uso del verbo y en el proceso de intervención educativa se evidenció pocas mejoras en el aprendizaje debido a interrupciones de tiempo en las actividades planificadas, aunque algunos estudiantes demostraron dominio en el uso de las formas verbales copulativas.

Otro artículo muy interesante es una investigación sobre la enseñanza-Aprendizaje de la Historia en Educación Secundaria mediante la historia de vida de tres maestras de Tola, Rivas. Los autores señalan que esta investigación surge a partir de la necesidad de conocer y valorar la labor de los docentes que impartieron la asignatura de Historia. El estudio es una indagación retrospectiva, se fundamenta en las experiencias docentes, narradas por las maestras en la década que impartieron docencia en la década de los años 90. Se mencionan como principales hallazgos que, en la década de los 90 la enseñanza de las asignaturas de historia era tradicional, basada en memorización y utilización de libros textos, elaboración de resúmenes e investigaciones en la biblioteca del Centro Escolar. Además, era una educación no gratuita, basada en los preceptos de la "autonomía escolar" y con altos índices de empirismo docente.

Otro artículo titulado: Plan de Pizarra como metodología activa del aprendizaje significativo y amigable en Matemáticas para la educación secundaria en Nicaragua. Desde el 2019, esta metodología la implementa el Ministerio de educación (MINED) de Nicaragua en conjunto con el programa NICAMATE, con el objetivo de mejorar el rendimiento académico de Matemáticas en secundaria. Los autores brindan una base teórica, algunos recursos didácticos, la evaluación formativa, gradualidad de los contenidos y la valoración de los aprendizajes. El principal resultado demuestra que los estudiantes presentaron dominio de los contenidos, por tanto, esta metodología favorece a su aprendizaje.

El siguiente artículo en el área de educación trata sobre la efectividad de las estrategias didácticas en la modalidad Blended Learning en el Tecnológico Nacional INATEC Matagalpa, Nicaragua. La autora utilizó una metodología observacional, esta investigación es descriptiva, transversal y mixta. La muestra fue de 10 docentes y 68 estudiantes, quienes demuestran la efectividad de las estrategias didácticas para implementarse en las sesiones de aprendizajes. Los principales resultados demuestran que, para los docentes, el sentido de efectividad está en el Aprendizaje basado en problema 88.9%, gamificación 77.8%, aprendizaje colaborativo 66.75% aprendizaje basado en el pensamiento 66.7%, aprendizaje basado en proyecto 77.8%, aula invertida 33.3%, pensamiento de diseño 33.3%, aprendizaje cooperativo 33.3%.

Esta publicación incluye en el área de educación, tres artículos enfocados en matemática aplicada. El primero se titula: Itinerario genético de las relaciones de equivalencia en la escuela y la vida diaria. Los autores, presentan ejemplificaciones detalladas en diversos contextos y niveles educativos, y la correspondiente determinación de: clases de equivalencia y conjunto cociente. El otro artículo sobre: Área y Volúmenes de los Sólidos Platónicos, se demuestra el análisis geométrico para obtener las fórmulas de áreas y

volúmenes, y su aplicación a la resolución de problemas prácticos que se presentan en diversas situaciones demostrativas de la matemática.

El siguiente artículo de matemática aplicada se titula: Estabilidad del equilibrio de Nash de un juego de Cournot con bienes diferenciados y función de demanda cóncava. Los autores muestran un nuevo juego no cooperativo bipersonal de Cournot donde la función de demanda es cóncava y se demuestra que este juego tiene un único equilibrio de Nash que, además, es simétrico. Se concluye que, bajo la regla de actualización estratégica de expectativa ingenua, el equilibrio de Nash simétrico es asintóticamente estable y la permanencia en el mercado de las empresas solo es posible si ambas siguen la estrategia de imitación, es decir, cada empresa produce la misma cantidad de bien que su oponente en cada período de tiempo.

En el área de tecnología e informática se ubica el artículo titulado: Principales riesgos de seguridad en computación móvil en la nube: una revisión de la literatura. Los autores exponen los principales riesgos de seguridad que existen en la computación móvil, en la nube, en los datos, en los dispositivos y en la red móvil; aspectos determinantes en el robo de información y la vulnerabilidad de autenticación.

En el área de ciencias ambientales se incluyen cuatro artículos. El primero se titula: Índice de sostenibilidad del sistema de agua potable en la comunidad Paso Ancho. Estelí, Nicaragua. Se aplicó la metodología PROPILAS (Proyecto Piloto de Agua y Saneamiento), con el propósito de validar y sistematizar propuestas bajo concepto de sostenibilidad, evaluando los factores de gestión para la operación y mantenimiento de sistemas de agua potable rurales, a fin de determinar la sostenibilidad de los sistemas. Se concluye que el índice de sostenibilidad de todo el sistema de agua potable de acuerdo a los factores de sostenibilidad se califica como un sistema medianamente sostenible o en estado regular. Por tanto, el agua que consumen en esta comunidad desde el punto de vista físico-químico es de buena calidad por lo tanto es apta para su consumo humano.

Otro artículo se refiere a la Calidad de aguas marino-costeras en bahías de San Juan del sur, Escameca, La Flor y El Ostional, Costas del Océano Pacífico nicaragüense. Los autores realizaron dos muestreos en cada sitio, uno en periodo lluvioso 2018 y otro en periodo seco 2019, se tomaron muestras integrales de 20 m de profundidad, variables fisicoquímicas fueron realizadas en sitio y muestras para análisis en laboratorios de nutrientes, microbiológicos. Los resultados indican que no se encontró evidencia de contaminación por bacterias de origen fecal. El índice de calidad de agua ICAM sitúa a las bahías en los rangos de óptimo y adecuado, variación que depende de la época en que se monitorea.

También se comparte el artículo sobre: Diseño y Evaluación de un Sistema de Barreras Reactivas Permeables a Escala Piloto para la Reducción de Carga de Nitrato en Agua de Escorrentía Superficial Agrícola en Nicaragua. Los autores afirman que esta investigación tiene un alcance de tipo: piloto, a escala de laboratorio y aplicada dado que los resultados resolverán una problemática identificada, de corte exploratorio. El artículo detalla la metodología utilizada, y se considera un campo nuevo en Nicaragua. Se destacan los hallazgos relacionados al funcionamiento de las Barreras desde el punto de vista físico, dado que esta tecnología viene a ser una alternativa de bajo costo, fácil construcción, mantenimiento y manejo, y con resultados eficientes para la remoción de nitrato.

Finalmente, se comparte el artículo sobre: Evaluación de la vulnerabilidad global en presas de colas. Moa, Cuba. En esta investigación se realiza una evaluación de la vulnerabilidad de una presa de colas, ante diferentes amenazas hidrometeorológicas, sísmicas y tecnológicas, determinando a través de la aplicación de métodos cualitativos y cuantitativos la vulnerabilidad global de la obra. Se realiza una zonificación para la evaluación de la peligrosidad ante eventos de origen natural y antrópicos. Los autores consideran que la evaluación de la vulnerabilidad global es “muy alta” en las zonas B, C y D de la obra y “alta” en la zona A. Por tanto, el nivel de predisposición de ser dañada la estructura es “muy alto”.

Esperamos que este ejemplar No.45 de la REVISTA CIENTIFICA DE FAREM-ESTELÍ, les sea de utilidad para sus procesos de investigación, y aporte a nuevos conocimientos en las diferentes áreas de conocimiento.

Saludos cordiales,

Dra. Beverly Castillo Herrera  
Coordinadora Editorial  
Revista Científica de FAREM-Estelí



## Reacción liquenoide oral en joven con policonsumo de sustancias psicoactivas. Reporte de caso clínico

### Oral lichenoid reaction in a young man with poly-consumption of psychoactive substances. Clinical case report

#### **Alicia Samanta Espinoza Palma**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-León, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0002-2860-0169>

[samanta.espinoza@fo.unanleon.edu.ni](mailto:samanta.espinoza@fo.unanleon.edu.ni)

#### **Manuel Amed Paz Betanco**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-León, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0002-2282-935X>

[manuel.paz@fo.unanleon.edu.ni](mailto:manuel.paz@fo.unanleon.edu.ni)

#### **Evert Miguel Téllez Castillo**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-León, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0003-3521-4503>

[evert.tellez@cm.unanleon.edu.ni](mailto:evert.tellez@cm.unanleon.edu.ni)

#### **Emiliano Andrés Herrera Rodríguez**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-León, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0001-7659-0287>

[andres.herrera@cm.unanleon.edu.ni](mailto:andres.herrera@cm.unanleon.edu.ni)

**Recibido**

22/01/2023

**Aceptado**

21/03/2023

## RESUMEN

Las lesiones liquenoides orales son parte de un grupo de lesiones de mucosa oral descritas como estados patológicos con potencial premaligno, relacionadas a factores locales y hábitos de consumo, que incluyen abuso de drogas. Considerando que el consumo de sustancias psicoactivas es una preocupación creciente entre población joven y existen reportes de aumento en la incidencia de lesiones de mucosa oral y tumores de la cavidad oral en este mismo grupo etario; se ha convertido en una prioridad de salud pública la atención y control de uso de sustancias en muchos países, por sus implicaciones sociales y económicas. El objetivo del estudio fue caracterizar clínica e histopatológicamente lesiones de mucosa oral encontradas como hallazgo eventual en paciente con policonsumo de sustancias psicoactivas, evidencia que es parte de un estudio epidemiológico de mayor envergadura en un grupo caracterizado como población de jóvenes en riesgo de exclusión social en León, Nicaragua. Presentación de caso de paciente masculino de 24 años, historial de policonsumo de sustancias desde hace diez años, actualmente en rehabilitación ambulatoria. Al examen clínico intraoral se encontró lesión blanquecina en toda la extensión de carrillos de forma bilateral. La biopsia mostró resultados compatibles con lesión liquenoide oral, a 6 meses de control se evidencia evolución favorable con reducción del 30% de lesiones. Conclusión: Las lesiones con potencial premaligno requieren modificación y control de hábitos de consumo, así como observación de la evolución de las lesiones cada 6 meses por equipos multidisciplinarios.

© 2023 - Revista Científica de FAREM-Estelí.



Este trabajo está licenciado bajo una [Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

## PALABRAS CLAVE

Mucosa bucal; lesiones liquenoides orales; abuso de drogas.

## **ABSTRACT**

Oral lichenoid lesions are part of a group of oral mucosal lesions described as pathological states with premalignant potential, related to local factors and consumption habits, including drug abuse. Considering that the consumption of psychoactive substances is a growing concern among young people and there are reports of increased incidence of oral mucosal lesions and oral cavity tumors in this same age group, the attention and control of substance use has become a public health priority in many countries, due to its social and economic implications. The objective of the study was to characterize clinically and histopathological oral mucosal lesions found as an eventual finding in patients with poly-consumption of psychoactive substances, evidence that is part of a larger epidemiological study in a group characterized as a population of young people at risk of social exclusion in Leon, Nicaragua. Case presentation of a 24-year-old male patient with a history of poly-substance abuse for the last ten years, currently in outpatient rehabilitation. At the intraoral clinical examination, a whitish lesion was found in the full extent of the cheeks bilaterally. The biopsy showed results compatible with oral lichenoid lesion, at 6 months of control there is evidence of favorable evolution with a 30% reduction of lesions. Conclusion: Lesions with premalignant potential require modification and control of consumption habits, as well as observation of the evolution of the lesions every 6 months by multidisciplinary teams.

## **KEYWORDS**

Oral mucosa; oral lichenoid lesions; drug abuse.

## INTRODUCCIÓN

Las lesiones de mucosa oral constituyen un grupo importante de desórdenes de variada etiología, entre los que se enlistan lesiones leucoplásicas, líquenoides orales, eritroplásicas, entre otras que han sido ampliamente descritas como estados patológicos con potencial premaligno (Amadori et al., 2017; Hallikeri et al., 2018; Warnakulasuriya, 2019) or mixed white and red patches on the oral mucosa. Discussed here are some common conditions encountered in clinical practice that appear as white or red patches, together with some rare, but clinically significant, conditions. Based on pathognomonic features, major diagnostic criteria are outlined to help with the differential diagnosis, while some require further investigation (eg, biopsy and/or microbiologic or hematologic investigation).

Se reconocen como factores etiológicos de lesiones leucoplásicas en la población en general, el uso de tabaco, alcohol, nutrición, virus y además otros elementos considerados locales, tales como pobre higiene dental, dientes filosos y alimentos condimentados o de altas temperaturas. Estos factores en su mayoría tienen efecto acumulativo en el tiempo, sumado a que guardan estrecha relación con estilos de vida del individuo, lo que aporta consistencia al hallazgo epidemiológico de prevalencias altas en las personas de mayor edad (Aleksander et al., 2018; Amadori et al., 2017; Bernabe et al., 2020; Hallikeri et al., 2018; Wood & Goaz, 1997).

En contraste, estudios en grupos de población adolescente y joven, usuarios de drogas, identifican lesiones de mucosa oral en un rango entre 3% a 7%. Los patrones de lesiones orales, relacionados al uso de sustancias psicoactivas, tienen tendencia unilateral y erosiva (Casnati et al., 2013; Caviglia et al., 2014; Warnakulasuriya, 2018).

Debido a la apariencia clínica similar y la necesidad de realizar un diagnóstico oportuno, se deben considerar como diferenciales tanto las lesiones líquenoides orales (LLO), como el líquen plano oral (LPO), por ser lesiones con patrón blanquecino, mixto (blancas-rojas), apariencia reticular y en ocasiones de tipo erosivo. Las LLO se han clasificado en tres tipos: la primera, relacionada a una restauración (usualmente de amalgama), la segunda, relacionada a drogas y la tercera, en la enfermedad injerto contra huésped (Warnakulasuriya, 2018).

El diagnóstico temprano de lesiones de mucosa oral es parte de una guía propuesta por OMS, debido a reportes de aumento en la incidencia de lesiones de mucosa oral y tumores de la cavidad oral en pacientes jóvenes (Amadori et al., 2017; Hallikeri et al., 2018; World Health Organization, 2013) including the patient's demographic details, the type of habit, duration, frequency, and the associated oral mucosal pathology. Further, patients were clinically examined and recorded on tobacco-related oral lesions. RESULTS: Prevalence of OML

was 54.18%, and 91.50% being among male and with higher frequency at the age of second and fourth decade. The prevalence of oral submucous fibrosis, leukoplakia, carcinoma, lichen planus, and erythroplakia was 26.95, 10.35, 9.94, 5.5, and 0.66%, respectively. Smokeless tobacco habit was prevailing among males (98.79%). Considerándose una prioridad la secuencia diagnóstica, que permita aumentar la efectividad y diagnóstico apropiado (Wood & Goaz, 1997), lo que es consistente con la filosofía médica de mínima intervención para el manejo de enfermedades orales, que debe redirigirse en interceptar la enfermedad en etapas tempranas (Bernabe et al., 2020).

En el área urbana de la ciudad de León, Nicaragua, se ha caracterizado grupos de adolescentes y jóvenes, cuyo uso intencional de consumo de sustancias psicoactivas los ubica como población en riesgo de exclusión social, detectando elevada prevalencia de abuso de drogas entre 30 a 70% (Canales Quezada et al., 2012; Herrera Rodríguez, 2008; Vásquez Espinoza et al., 2012).

Con lo que se han implementado programas de intervención para la captación, desintoxicación, rehabilitación ambulatoria, atención en salud de este grupo de población (Fuente Clínica de la Familia, Programa de rehabilitación y reinserción social jóvenes en riesgo, CIDS, UNAN, León, 2022); siempre en coherencia con los ODS y el Plan de Lucha contra la Pobreza y Desarrollo Humano en Nicaragua, 2022-2026, que en sus lineamientos establece **“la Juventud como eje central de desarrollo” y el “Desarrollo de los talentos humanos para el desarrollo nacional”** lo que permitirá atención comprensiva para grupos específicos y reintegración social para el desarrollo del país (*Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano 2022 - 2026 de Nicaragua | Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo, 2022*)

Hasta el momento en Nicaragua se dispone de escasa información publicada recientemente sobre indicadores de salud oral y datos la prevalencia de lesiones de mucosa bucal, tanto a nivel poblacional, como de grupos específicos; por lo que el reporte de caso, es el primer eslabón científico que visualiza la importancia del diagnóstico, manejo clínico y a posteriori la consideración e identificación de prioridades de atención en salud.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se presenta un reporte de caso clínico, que corresponde a un estudio de tipo observacional, donde se describe detalladamente el proceso diagnóstico de un caso inusual de lesiones intraorales blanquecinas en un paciente del programa de Programa de Jóvenes en Riesgo, en el Centro de Investigación en Demografía y Salud (CIDS) de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN, León), por lo que se decide describirlo y presentar los factores.

La población total en este programa durante el año 2021 fue de 399, del que se extrajo una muestra de 164 jóvenes que fueron parte de un estudio de mayor envergadura para el diagnóstico epidemiológico del estado de salud oral en este grupo (datos no publicados).

Tomando en cuenta los elementos de la Guía CARE para el reporte de casos clínicos (Gagnier et al., 2013) se presenta la caracterización del paciente, descripción de las lesiones y etapas del proceso diagnóstico en patología oral (Betanco, 2019).

### Reporte del caso

Paciente masculino de 24 años, educación primaria, religión católica, del área urbana de León, historial de policonsumo de drogas por más de 10 años, en los últimos 4 años en situación de calle. Con una combinación de consumo de alcohol, tabaco, marihuana e inhalación de piedra crack. Es atendido en el Programa de rehabilitación y reinserción social jóvenes en riesgo y se encuentra en el segundo mes de rehabilitación ambulatoria; se realiza evaluación clínico-bucal de rutina, encontrándose lesión blanquecina de característica reticular y en otras zonas en placa, en toda la extensión de carrillos de manera bilateral (figura 1A y 1B) con mayor extensión en el lado izquierdo de tamaño aproximado 2cms de base \*4.5 cms de altura, la mucosa superficial no presentó erosiones.

El paciente presentaba pérdida dentaria asociada a caries dental (CPOD 9), palidez mucocutánea, ganglios no palpables. Se realiza biopsia incisional en carrillo izquierdo, donde al examen clínico fue notable mayor caracterización de la lesión. (Figura 1B)



Figura 1<sup>a</sup>



Figura 1B

Figura 1A y Figura 1B. Lesion blanquecina generalizada en mucosa yugal. En la figura 1B nótese marca en el sitio de biopsia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un fragmento de mucosa blanquecina de 0.5 x 0.4 cm, fue trasladada inmersa en formol al 10%. Toda la muestra fue procesada en bloque. Se realiza diagnóstico histopatológico resultando datos compatibles con reacción liquenoide (Figura 2A, 2B, 2C).

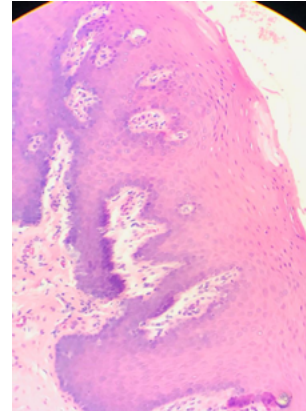
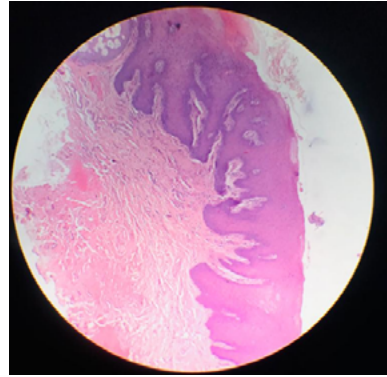
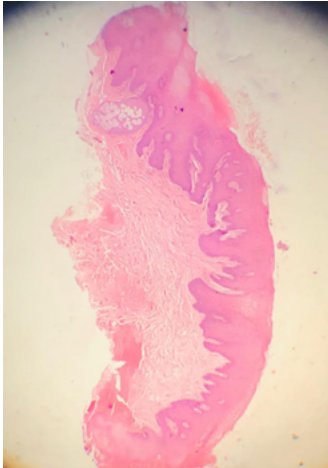


Figura 2A. Aumento a 4X

Figura 2B. Aumento a 10X

Figura 2C. Aumento a 20X

Figura 2A, 2B y 2C. Imagen de cortes histológicos de mucosa yugal, con aumentos 4X, 10X y 20X.

En las imágenes se muestra epitelio plano estratificado no queratinizado y lámina propia (4X, 10X); al aumento el epitelio de la mucosa muestra acantosis mucosa, sitios de pérdida de continuidad de la membrana basal y migración de células cilíndricas del estrato basal al estrato intermedio del epitelio, formando pequeños focos de aspecto vacuolar nutridos por vasos sanguíneos (20X), además se encuentra inflamación crónica en banda de la lámina propia, compatible con edema leve.

Se realizó manejo conservador, considerando que el paciente se encontraba en un proceso de rehabilitación que permitía controlar los factores de riesgo presentes. El plan de tratamiento para las lesiones orales consistió en acompañar la rehabilitación ambulatoria del paciente, con sesiones de educación en salud oral que incluyeron técnica de cepillado y hábitos de consumo saludables.

Para las lesiones bucales se prescribió un gel bucal con ácido hialurónico (1%) y digluconato de clorhexidina (0.2%) dos veces al día, para una rápida regeneración del tejido del que se tomó la muestra, además de cepillado dental habitual al menos dos veces por día, evitar la ingesta de bebidas alcohólicas, consumo de otras drogas como crack, reducir el hábito de tabaco de manera progresiva, evitar alimentos condimentados, ácidos, picantes o de altas temperaturas por al menos 6 meses.

Debido a que el término leucoplasia es amplio y deriva en distintos diagnósticos per-se, y que una correlación clínica histopatológica es compleja, se tomó en cuenta los criterios clínicos e histopatológicos para la diferenciación diagnóstica de lesión liquenoide oral (LLO) y líquen plano oral (LPO) propuestos por Van der Meij y Van der Waal (2003), que ha mostrado eficacia entre 42 y 50% de consenso para el diagnóstico.

En primera instancia se tomaron en cuenta los criterios clínicos para LPO, sin embargo, no fueron cumplidos en su totalidad, pues en el caso se encontró lesión leucoplásica extensa, bilateral. Es pues que fue muy necesario considerar los criterios histopatológicos, tales como:

- Presencia de infiltrado celular en banda
- Signos de degeneración licuefactiva en la basal
- Ausencia de displasia epitelial
- Término de reporte histopatológico "compatible"

La evolución ha sido valorada a los seis meses posterior a la muestra inicial. Con evolución favorable con reducción de la extensión de las lesiones intraorales en 30% aproximadamente (medición a los 6 meses 2cms de base\* 3.5 cms de altura en el lado que correspondía a la biopsia), así también se valora positivamente la desintoxicación del individuo y la terapia psicosocial. Cabe mencionar que persiste el hábito de consumo de tabaco.

Considerando al individuo de manera integral, se llevan a cabo las pautas de Programas de Reducción de daños en las adicciones; la intervención terapéutica estuvo dirigida con la técnica de reducción de daño y consumo de sustancias psicoactivas, que tiene dos enfoques, la primera es una intervención psicosocial al paciente y los familiares, y la segunda intervención terapéutica clínica del individuo descrita por Velásquez et al (2016).

En primera instancia un equipo de trabajadores sociales y psicólogos, visitaron el lugar de habitación, donde se realiza una observación no participante para la identificación de factores, conductas y ambientes de riesgo, se emite un reporte al terapeuta que en un segundo momento realiza una intervención individual con el paciente, que es considerada como una terapia breve por un periodo de seis meses, basado en los objetivos primordiales de estos programas, que son reducir la morbi-mortalidad asociada al consumo de sustancias, por lo que se enfoca en eliminación/ reducción del consumo de drogas, en el caso de drogas inyectables se pretende además reducir el riesgo de sobredosis o de sufrir enfermedades como VIH, hepatitis B o C, infecciones bacterianas, tromboflebitis, ITS y lesiones de mucosa oral. Así mismo, se procura reducir conductas sexuales de riesgo, menor participación en actividades delictivas, mejora de estabilidad familiar y posibilidad de obtener o conservar un empleo (Velásquez Benítez et al., 2016).

El caso clínico presentado resume la importancia del diagnóstico integral en la atención de un paciente, incluyendo los aspectos de valoración estomatológica;

que permite la detección oportuna de lesiones de tejidos blandos intraorales para la identificación, diagnóstico y tratamiento temprano de lesiones con potencial premaligno.

Los cambios histopatológicos encontrados, obedecen a alteraciones celulares de tipo benigno mientras no se encuentra evidencia de caracterización celular neoplásica, sin embargo, es de relevancia mencionar que los sitios de pérdida de continuidad de la membrana basal y migración de células a un estrato distinto del epitelio corresponden a una metaplasia, que es un cambio reversible, lo que debe generar una alerta temprana para el cambio en el patrón de comportamiento del individuo. El seguimiento del paciente se planifica cada seis meses para ser dados de alta de estas lesiones de mucosa, además paralelo al proceso de desintoxicación, deshabitación y reintegración social posterior de policonsumo de drogas, seguido en este mismo centro de atención por dos años.

Es importante considerar que el paciente, tiene un elevado riesgo de recaída en su proceso de rehabilitación ambulatoria, que es cercano al 60%, según datos de este centro (datos no publicados, entrevista); dentro del comportamiento secuencial para su desintoxicación se apoyan del hábito tabáquico para el control de síntomas físicos del síndrome de abstinencia (Velázquez Benítez et al., 2016).

El diagnóstico de lesiones liquenoides orales se apoya en lo encontrado por Tomasi et al y basados en la propuesta de diferenciación diagnóstica por Van der Meij E y Van der Waal I que considera cuatro criterios clínicos y tres histopatológicos, en los que se especifica explícitamente que los hallazgos deberán ser considerados desde el punto de vista clínico e histopatológico deben ser cumplidos a cabalidad para el diagnóstico de LPO y en su defecto se considerará LLO. (Tomasi et al., 2019; Van der Meij & Van der Waal, 2003)

La ubicación intraoral de las lesiones encontradas en el presente estudio es similar a las reportadas por Tomasi et al. para LLO, quien describe la mucosa yugar como el sitio de predilección en su estudio, así mismo Bascones, lo refiere para LPO (Bascones-Ilundain et al., 2006; Tomasi et al., 2019).

La presencia de las lesiones en este paciente puede hipotizar que el patrón de consumo alcohol+tabaco+marihuana+crack, puede elevar el riesgo de aparición de lesiones de mucosa oral en pacientes jóvenes. Sin embargo, este sería un hallazgo por profundizar en futuros estudios ya que es debatible en la comunidad científica su relación, pues no se ha encontrado evidencias significativas entre consumo de drogas y presencia de lesiones de mucosa (Valeri Martínez, 2016).

Así también, es de consideración indicar que el patrón de policonsumo de sustancias usualmente está de la mano con la pérdida de interés en salud oral y otros hábitos perniciosos que afectan la salud general del individuo (Altamirano et al., 2019; Cuadra Pérez & Jiménez Méndez, 2016; Herrera Rodríguez,



2008; Valeri Martínez, 2016). En la evaluación el paciente manifestó acatar la indicación del cepillado dental dos veces por día.

Otro aspecto importante que será interesante de ahondar en futuros estudios, es que hasta el momento se desconoce los químicos ni las concentraciones de cada componente a los que están expuestos los usuarios de estos productos artesanales como la piedra crack, ya que los expendios locales realizan una transformación empírica de la droga, agregando de manera intencional elementos para aumentar su volumen y potenciar el efecto psicoactivo, tales como diesel, gasolina, soda cáustica, ácido de baterías, entre otros. Sin contar que el propio consumo se realiza con aditamentos improvisados y de materiales variados (Figuras 3A Y 3B). (Fuente Clínica de la Familia, Programa de rehabilitación y reinserción social jóvenes en riesgo, CIDS,2022)



Figura 3A. Aditamentos artesanales



Figura 3B. Aditamentos artesanales

Figura 3A Imagen fotografica de aditamentos utilizados para el consumo de piedra crack entre jovenes en riesgo en Nicaragua, tales como pinza de alambre de aluminio; pipa de aspiracion de material cobre obtenida de pieza de antena de radio o television, cubierta con material de polipropetileno para la proteccion de calor de los labios; encendedor como fuente de calor. En la figura 3B Imagen fotografica de aditamentos utilizados para el consumo de piedra crack entre jovenes en riesgo en Nicaragua, realizada a partir de piezas de vehiculos, material hierro (Fuente Clínica de la Familia, Programa de rehabilitación y reinserción social jóvenes en riesgo, CIDS,2022).

La temática de lesiones premalignas relacionadas a patrones de consumo y estilos de vida debe continuar estudiándose, pues derivan en diversas afecciones locales y sistémicas para el individuo. Todo profesional de la salud debe conocer y comunicar a sus pacientes el riesgo potencial encontrado en este tipo de lesiones liquenoides, por lo que es deseable instruir sobre autoexploración (Mourelle Cacharrón, 2015; Rocha Buelvas, 2009) y la importancia del control de los factores presentes, así como citas periódicas de seguimiento.

Este caso resume la importancia de la integración del odontólogo en equipos de atención multidisciplinaria de pacientes (Rocha Buelvas, 2009), que incluye realizar un protocolo completo de examen clínico bucal (Betanco, 2019), para ello es vital actualizarse en el diagnóstico de lesiones de mucosa oral con potencial

pre maligno, como las reacciones liquenoides orales, entre otras patologías. Así mismo, debe dar seguimiento minucioso y del control de los potenciales factores presentes.

## CONCLUSIONES:

Las reacciones liquenoides orales se presentan en escasa frecuencia. Los pacientes jóvenes con policonsumo de drogas son un grupo de atención. Asumiendo que las evidencias indican su potencial pre maligno, es muy importante la modificación y control de hábitos de consumo y un seguimiento cercano de su evolución por equipos multidisciplinares.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aleksander, K. A., Vojko, D., Tadej, D., Loncar, B. B., Ivica, P., & Diana, T. (2018). Epidemiology of oral mucosal lesions in Slovenia. *Radiology and Oncology*, 52(3), 263–266. <https://doi.org/10.2478/raon-2018-0031>
- Altamirano, M. V., Córdova, A. J., & Kuri, S. E. R. (2019). *Prácticas de autocuidado en adolescentes en tratamiento por el consumo de drogas*. 14.
- Amadori, F., Bardellini, E., Conti, G., & Majorana, A. (2017). Oral mucosal lesions in teenagers: A cross-sectional study. *Italian Journal of Pediatrics*, 43(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s13052-017-0367-7>
- Bascones-Ilundain, C., Moles, G., Carrillo de Albornoz, A., & Bascones-Martínez, A. (2006). Liquen plano oral (I): Aspectos clínicos, etiopatogénicos y epidemiológicos. *Avances en odontoestomatología*, 22(1), 11–19.
- Bernabe, E., Marcenes, W., Hernandez, C. R., Bailey, J., & Kassebaum, N. J. (2020). Global, Regional, and National Levels and Trends in Burden of Oral Conditions from 1990 to 2017: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease 2017 Study. *Journal of Dental Research*, 99(4), 362–373. <https://doi.org/10.1177/0022034520908533>
- Betanco, M. A. P. (2019). The Diagnostic Process in Oral Pathology. Bibliographical Review. *EC Dental Science*, 18, 714–718.
- Canales Quezada, G. F., Díaz de Paredes, T., Guidorizzi Zanetti, A. C., & Aparecida Arena Ventura, C. (2012). Consumo de drogas psicoactivas y factores de riesgo familiar en adolescentes. *Revista CUIDARTE*, 3(1). <https://doi.org/10.15649/cuidarte.v3i1.20>
- Casnati, B., Álvarez, R., Massa, F., Lorenzo, S., Angulo, M., & Carzoglio, J. (2013). Prevalencia y factores de riesgo de las lesiones de la mucosa oral en la población urbana del Uruguay. *Odontoestomatología*, 15(SPE), 58–67.
- Caviglia, S. I., Bajda, S., & Simón, S. V. (2014). Descriptive epidemiological

- study of oral lesions in adolescent patients who use psychoactive substances. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*, 71(5), 226–231.
- Cuadra Pérez, T. M., & Jiménez Méndez, G. J. (2016). *Entre humo y consumo Aspectos sociales del consumo y adicción de drogas ilegales en los jóvenes habitantes de los barrios Carlos Núñez Téllez y San Luis Sur de la ciudad de Managua en el segundo semestre del año 2013*. [Other, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. <http://repositorio.unan.edu.ni/10795/>
- Gagnier, J. J., Kienle, G., Altman, D. G., Moher, D., Sox, H., Riley, D., & CARE Group\*. (2013). The CARE guidelines: Consensus-based clinical case report guideline development. *Journal of Dietary supplements*, 10(4), 381–390.
- Hallikeri, K., Naikmasur, V., Guttal, K., Shodan, M., & Chennappa, N. (2018). Prevalence of oral mucosal lesions among smokeless tobacco usage: A cross-sectional study. *Indian Journal of Cancer; Mumbai*, 55(4), 404–409. [http://dx.doi.org.libproxy.lib.unc.edu/10.4103/ijc.IJC\\_178\\_18](http://dx.doi.org.libproxy.lib.unc.edu/10.4103/ijc.IJC_178_18)
- Herrera Rodríguez, A. (2008). *La seguridad ciudadana en el municipio de León, Nicaragua: “una salida del tunel oscuro hacia la radiante luz de la esperanza”* /.
- Mourelle Cacharrón, C. (2015). *Evolución clínica y seguimiento del liquen plano oral*.
- Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano 2022—2026 de Nicaragua | Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo*. (2022, noviembre). <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planes/plan-nacional-de-lucha-contra-la-pobreza-y-para-el-desarrollo-humano-2022-2026-de-nicaragua>
- Rocha Buelvas, A. (2009). Cáncer oral: El papel del odontólogo en la detección temprana y control. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*, 112–121.
- Tomasi, R., Mazzotta, M., de Prato, R. F., & de Cabalier, M. D. (2019). Caracterización clínico-patológica de Liquen Plano Oral y Lesiones Liquenoides Orales. *Revista De La Facultad De Ciencias Médicas De Córdoba*.
- Valeri Martínez, T. (2016). *Salud Oral según COP y lesiones mucosas, asociada al uso de drogas en internos penitenciarios de Valparaíso*.
- Van der Meij, E., & Van der Waal, I. (2003). Lack of clinicopathologic correlation in the diagnosis of oral lichen planus based on the presently available diagnostic criteria and suggestions for modifications. *Journal of oral pathology & medicine*, 32(9), 507–512.
- Vásquez Espinoza, E., Herrera Rodriguez, A., Strike, C., Brands, B., & Khenti, A. (2012). Comorbilidad entre el estrés psicológico y el abuso de drogas en pacientes en centros de tratamiento, en la ciudad de Leon-Nicaragua: Implicaciones para políticas y programas. *Texto & Contexto-Enfermagem*, 21, 150–158.
- Velázquez Benítez, D., Friman Rodríguez, N., & González García, M. (2016). Programas de reducción de daños en las adicciones, un dilema ético. *Correo Científico Médico*, 20(4), 804–809.
- Warnakulasuriya, S. (2018). Clinical features and presentation of oral potentially malignant disorders. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 125(6), 582–590. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2018.03.011>

- Warnakulasuriya, S. (2019). White, red, and mixed lesions of oral mucosa: A clinicopathologic approach to diagnosis. *Periodontology 2000*, 80(1), 89–104. <https://doi.org/10.1111/prd.12276>
- Wood, N. K., & Goaz, P. W. (1997). *Differential diagnosis of oral and maxillofacial lesions*. Mosby Year Book. <https://catalog.hathitrust.org/Record/003104088>
- World Health Organization (Ed.). (2013). *Oral health surveys: Basic methods* (5th edition). World Health Organization.



## **Análisis de las competencias blandas en las carreras de Administración de Empresas, Marketing y Publicidad. Universidad Católica Redemptoris Mater en Managua, Nicaragua**

### **Analysis of soft skills in Business Administration, Marketing and Advertising careers. Universidad Católica Redemptoris Mater en Managua, Nicaragua**

**María del Socorro Gaitán Nicolás**

Universidad Internacional Iberoamericana, Puerto Rico

<https://orcid.org/0000-0002-2184-6561>

[maria.gaitan@doctorado.unib.org](mailto:maria.gaitan@doctorado.unib.org)

**Millié Pérez de Francia**

Universidad Internacional Iberoamericana, Puerto Rico

<https://orcid.org/0000-0001-6404-7762>

[millie.perez@unini.edu.mx](mailto:millie.perez@unini.edu.mx)

## **RESUMEN**

Actualmente, las Instituciones de Educación Superior tienen un reto fundamental, el cual consiste en desarrollar las competencias blandas de forma integral para lograr el éxito profesional en los egresados de las carreras de Administración de Empresas y en Marketing y Publicidad de la Universidad Católica Redemptoris Mater en Managua, Nicaragua. Las transformaciones vertiginosas que surgen en las organizaciones demandan una formación completa en donde se detecta la necesidad que los empleados posean habilidades tales como: un pensamiento crítico y analítico, que administren su tiempo de una manera efectiva, poseer capacidad para aceptar los nuevos aprendizajes en donde puedan tomar decisiones para solucionar situaciones con el conocimiento almacenado. El objetivo de este estudio ha sido identificar las habilidades blandas de mayor demanda en las carreras de Administración de Empresas y en Marketing y Publicidad, así como el análisis de la formación universitaria en los planes de estudios y las principales competencias que se requieren en el mercado laboral. La presente investigación se llevó a cabo de manera cuantitativa y el análisis se realizó con el uso de técnicas y herramientas estadísticas. Asimismo, el diseño de la investigación fue llevada a cabo con un corte transversal, ya que no se manipularon las variables de estudio. Los resultados de esta investigación indican que actualmente no existe diferencia significativa entre el nivel de competencias blandas requerido por las empresas y el nivel demostrado por los estudiantes. Se espera que con los resultados que se obtuvieron de esta investigación se contribuya de manera positiva a concientizar a las autoridades para cambiar y evolucionar el rol de la educación de la manera tradicional a un nuevo rol en donde la formación de competencias sea considerada en los nuevos planes de estudio de una manera activa y dinámica, y permitan a los egresados desempeñarse en su trabajo de una manera efectiva y exitosa en las organizaciones.

© 2023 - Revista Científica de FAREM-Estelí.



Este trabajo está licenciado bajo una [Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

**Recibido**

08/02/2023

**Aceptado**

07/03/2023

## **PALABRAS CLAVE**

Competencias; habilidades blandas; desempeño laboral; formación profesional.

## **ABSTRACT**

Currently, Higher Education Institutions have a fundamental challenge, which consists of developing soft competencies in an integral way to achieve professional success in the graduates of Business Administration and Marketing and Advertising careers of the Universidad Católica Redemptoris Mater in Managua, Nicaragua. The vertiginous transformations that arise in organizations demand a complete training where the need is detected for employees to possess skills such as: critical and analytical thinking, to manage their time effectively, to have the ability to accept new learning where they can make decisions to solve situations with the stored knowledge. The objective of this study has been to identify the soft skills most in demand in the careers of Business Administration and Marketing and Advertising, as well as the analysis of university training in the curricula and the main competencies required in the labor market. The present research was carried out quantitatively and the analysis was performed with the use of statistical techniques and tools. Likewise, the research design was carried out with a transversal cut, since the study variables were not manipulated. The results of this research indicate that there is currently no significant difference between the level of soft skills required by the companies and the level demonstrated by the students. It is expected that the results obtained from this research will contribute in a positive way to raise the awareness of the authorities to change and evolve the role of education from the traditional way to a new role where the formation of competencies is considered in the new curricula in an active and dynamic way, and allow the graduates to perform in their work in an effective and successful way in the organizations.

## **KEYWORDS**

Competencies; soft skills; job performance; professional training.

## INTRODUCCIÓN

La sociedad actual presenta nuevos retos y exigencias a las instituciones de educación superior para potenciar y facilitar la inserción laboral de los futuros egresados. Consciente de esta realidad, el propósito principal de esta investigación consistió en identificar las habilidades blandas de mayor demanda en los egresados de las carreras de Administración de Empresas, Marketing y Publicidad. En los últimos años se ha observado la necesidad del desarrollo de las habilidades blandas en el estudiante universitario, por tal razón, las universidades deben responder a las dinámicas de la globalización. Ante estos cambios se necesitan personas preparadas para generar cambios, que traigan consigo conocimientos relevantes y útiles para el desempeño de labor, además deben saber actuar de manera oportuna ante los diversos problemas de la vida (Ruiz de Vargas, Jaraba &, Romero, 2011; Aguinaga & Sánchez 2020).

Ortega (2017) describe las habilidades blandas como un conjunto de destrezas que permiten desempeñarse mejor en las relaciones laborales y personales. Buxarrais (2013) expresa que el éxito de una persona en el desarrollo de su profesión depende de las habilidades blandas y las habilidades duras. Las habilidades blandas son aquellas que permiten poner en práctica principios y valores que contribuyen al desarrollo de la persona en los distintos ámbitos de acción, por ejemplo, trabajar bajo presión, tener flexibilidad y adaptarse a distintas situaciones, autoconfianza, comunicación efectiva, pensamiento crítico y analítico, proactivo, trabajar en equipo, entre otras. Un estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (2017) sobre el empleo en América Latina, señaló que las habilidades socioemocionales son las que se encuentran más valoradas por los ejecutivos y que precisamente estas son escasas en los jóvenes. Las empresas de hoy están preocupadas por la brecha que perciben entre los conocimientos técnicos y las habilidades socioemocionales de los jóvenes que están ingresando al campo laboral (Millalén, 2017). Vargas y Carzoglio (2017) expresan que: “la falta de coincidencia entre oferta y demanda de las habilidades blandas va desde el empleo de trabajadores clasificados en actividades de menor complejidad, hasta la falta de cualificaciones específicas en determinados sectores”. Así mismo, Bitar (2020) indica que en América Latina hay pocas instituciones dedicadas a recopilar, investigar y analizar los datos y la información existente para entender las tendencias mundiales y que por lo general los países latinoamericanos, no diseñan políticas públicas necesarias para avanzar y desarrollar programas de formación y educación para disminuir la brecha en el ámbito laboral.

El nuevo profesional debe ser competente en donde los conocimientos, habilidades y actitudes para un buen desempeño laboral son necesarios. Las habilidades blandas requeridas por las organizaciones son más exigentes. Los nuevos profesionales deben poseer una amplia gama de competencias, duras y blandas, así como la habilidad de integrarlas. Barreto e Izquierdo (2017) indican

que no sólo se debe dominar los conocimientos teóricos y técnicos propios de las “competencias duras” sino que también debe poseer “competencias blandas” como: liderazgo, comunicación, trabajo en equipo, tolerancia, resolución de conflictos, iniciativa empresarial, etc...

Por consiguiente, el problema que hoy en día enfrentan las Instituciones de Educación Superior (IES) es elaborar un currículo que prepare a los profesionales para desarrollar las competencias blandas. Gómez-Gamero (2017) expresan que el reto actual es la preparación a los trabajadores para seguir actualizando sus conocimientos, y que estos se conviertan en la piedra angular para el desarrollo de sus habilidades a lo largo de la vida. Mina y Barzola (2020) especifican que la educación actual ha evolucionado en el tiempo, por lo que es necesario tomar conciencia de la importancia de las habilidades blandas, tanto en el ámbito laboral como en lo cotidiano.

Usando como base la literatura consultada, se observa la necesidad de las empresas en seleccionar y contratar empleados que demuestren dominio de habilidades blandas, asimismo, se ha reconocido la importancia de formar profesionales que desarrollen habilidades transversales para su desempeño laboral, por lo que nace la idea de esta investigación en identificar, describir y determinar cuáles son las habilidades blandas de mayor demanda en los egresados de Administración de Empresas, Marketing y Publicidad. Para llevar a cabo la investigación se elaboró un problema científico; ¿Cuáles son las competencias de mayor demanda en las carreras de Administración de Empresas, Marketing y Publicidad? Asimismo, la importancia académica del estudio consiste en mejorar y actualizar los diseños curriculares de las carreras de Administración de Empresas y en Marketing y Publicidad, de modo que el futuro egresado pueda desarrollar las competencias necesarias en el ámbito laboral, para lograr el éxito profesional en sus funciones laborales.

Todo estudio de investigación posee limitaciones que consisten en aspectos que no se estudiaron por diversas razones. En la presente investigación las limitaciones encontradas se encuentran detalladas a continuación:

1. El tamaño de la muestra, se tomó en cuenta solamente las empresas del departamento de Managua y no del país, por lo cual las conclusiones solo aplican a las Instituciones de Educación Superior en Managua y las empresas que participaron en el estudio.
2. Respuestas confiables con objetividad en el cuestionario, se debe considerar que las respuestas obtenidas son con base a una percepción de las personas relacionadas con el área de recursos humanos.
3. Falta de estudios previos de investigación, el tema de competencias blandas en Nicaragua es un tema relativamente nuevo, así como la transversalidad de ellas en los programas de estudios, sin embargo, esta debilidad nos brinda la oportunidad de identificar nuevos campos de investigación.
4. Factor tiempo, es una limitante en la investigación, ya que al solicitar a las empresas participar en el estudio requiere de tiempo para completar



la encuesta. Desafortunadamente, se perdió información valiosa de las empresas que habían manifestado su interés en llenar la encuesta y que no lo hicieron por falta de tiempo.

5. Investigación cualitativa, el estudio se llevó a cabo de manera cuantitativa, al interpretar los resultados de los datos las investigadoras se percataron que a través de preguntas abiertas se pudo haber recopilado información importante para el estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo la investigación se elaboró un planteamiento del problema en donde se efectuó una revisión de la literatura e investigaciones relacionadas durante el proceso de la investigación. Se elaboró un objetivo general y cuatro objetivos específicos, esta fue diseñada con un enfoque cuantitativo de corte transversal, al mismo tiempo es una investigación descriptiva ya que se describen situaciones en donde se especificó los criterios y las características de las competencias, así como los perfiles de las personas que participaron en la investigación,

De acuerdo a Hernández-Sampieri y Torres (2018) la investigación cuantitativa responde a las preguntas de investigación, lo cual permitió examinar los datos de manera científica, en donde el análisis se realizó con el uso de técnicas y herramientas estadísticas. Para la recolección de datos se construyó un instrumento, el cual fue validado por expertos en la materia, y a través de sus comentarios aportaron a la mejora del mismo. El paradigma utilizado en la investigación fue socio-crítico porque se relacionó con una realidad dinámica, evolutiva, con el objetivo de mejorar las prácticas educativas, a través de la observación y la participación de miembros de la sociedad.

El propósito fundamental de la investigación consistió no solo en explicar y comprender la realidad, sino que, con los resultados obtenidos se espera contribuir de una manera positiva para concientizar a las autoridades que la educación ha evolucionado y de esta manera, también la forma de pensar de los empleadores, por lo que el desarrollo de las competencias son necesarias para lograr el éxito de su desempeño profesional en los graduados de Administración de Empresas, Marketing y Publicidad de la Universidad Católica Redemptoris Mater en Managua, Nicaragua.

Las competencias que integran el cuestionario son el resultado de una revisión del estado de arte que detallan las competencias esenciales necesarias para el desarrollo profesional, en donde se tomaron en cuenta estudios previos, análisis de ofertas de trabajos y requisitos primordiales de las empresas. La población del estudio estuvo compuesta por los gerentes, directores, coordinadores,

supervisores, técnicos especialistas relacionados con el proceso de selección y contratación del personal, así como también supervisores, gerentes de nivel medio, jefes inmediatos de los egresados en las carreras de Administración de Empresas, Marketing y Publicidad.

La información del estudio fue recolectada de manera independiente a través de una encuesta en donde treinta y tres (33) empresas dieron su consentimiento para participar en el tiempo establecido. La primera parte del cuestionario contiene información demográfica correspondiente a las personas que respondieron la encuesta y a qué sector de actividad se dedica la empresa. En la segunda parte se encontraban las indicaciones para valorar el nivel de importancia de las competencias para las empresas y también el nivel demostrado por los egresados de las carreras de Administración de Empresas, Marketing y Publicidad; se analizaron diez y nueve competencias con sus respectivos criterios y se elaboró una escala evaluativa Likert, que va del 1 al 5, desde muy baja a muy alta, como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1. Categoría de respuesta de acuerdo con la escala Likert.**

Importancia para la empresa					Organización y Planificación	Nivel demostrado por los empleados				
1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta		Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
					Ordena y lleva a cabo las actividades del área adecuadamente.					
					Gestiona y administra el tiempo eficientemente.					
					Tiene una actitud positiva y anticipatoria.					
					Discierne lo que es importante de lo que es prioritario.					
					Logra resultados esperados en actividades complejas.					

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que todos los items del cuestionario se validaron con el análisis de la prueba de fiabilidad del alfa de Cronbach con 33 casos válidos y ningún caso excluido. El coeficiente de Cronbach fue 0.961, lo cual es representativo a una fiabilidad elevada y satisfactoria.

**Tabla 2. Resumen de procesamientos de datos**

	N	%
Válidos	33	100.00
Excluidos	0	0
Total	33	100.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3. Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	No. De elementos
0.961	33

Fuente: Elaboración propia

Para explicar los resultados del estudio cuantitativo se utilizó la estadística descriptiva, se elaboraron tablas, gráficos y medidas de resumen, para encontrar patrones y tendencias por cada competencia estudiada. A través del procesamiento de datos se obtuvo una perspectiva acerca del

problema fundamental del estudio, así como respuestas de las preguntas de la investigación. Cabe mencionar que en todo el procesamiento de los datos se utilizó el software estadístico SPSS y el programa de Excel para la representación de los gráficos. Los datos obtenidos fueron procesados, analizados e interpretados a través de la tabulación y el ordenamiento de la información.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La recolección de datos permitió identificar las competencias de mayor importancia en los egresados de las carreras de Administración de Empresas, Marketing y Publicidad de la Universidad Católica Redemptoris Mater en Managua, Nicaragua. Así mismo se reconocieron debilidades y aspectos a fortalecer en cuanto a la formación de competencias. Los resultados del estudio se tabularon de la siguiente manera: Para determinar la importancia de la empresa y el nivel demostrado por los empleados se le dio un rango de importancia del 1 al 5, siendo 1 el más bajo y 5 el más alto. La columna MB+B+M representa el valor mínimo dado de importancia para empresa; La columna A+MA representa el valor máximo de importancia otorgado a la competencia. La misma descripción aplica para el nivel demostrado por los empleados.

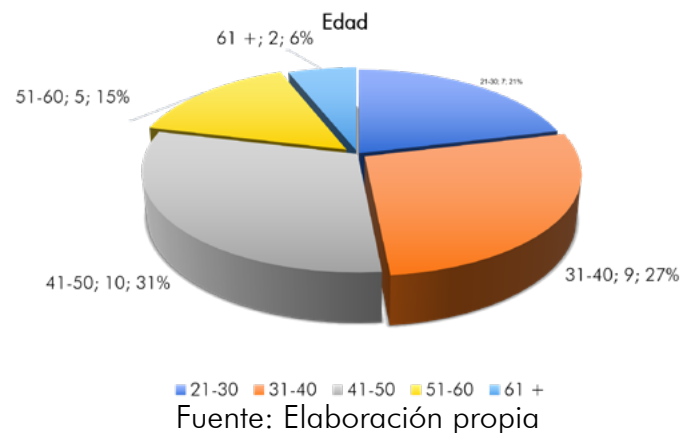
El instrumento fue enviado a 57 empresas, se recibieron las respuestas de 33 empresas relacionadas con las áreas de gerencia, recursos humanos, coordinadores y supervisores. Se observó que el 64% de los participantes representan el género femenino y el 36% el género masculino. Se recodifico la variable edad para simplificar los datos. Con respecto a la variable edad, en la Tabla 4 se observa que el 21.2% de los participantes están iniciándose en el campo laboral y el 78.2% de la muestra, son personas que tienen más de 31 años de edad, lo cual nos indica que poseen suficiente experiencia para observar las habilidades blandas en los egresados.

**Tabla 4: Edad recodificada**

Rango	Frecuencia	Porcentaje
21-30	7	21.2
31-40	9	27.3
41-50	10	30.2
51-60	5	15.2
61 +	2	6.1
Total	33	100

Fuente: Elaboración propia

**Figura 1: Rango de edad recodificada**



## Competencias de la investigación

*Organización y Planificación* son competencias directivas importantes en el desarrollo profesional de los administradores y mercadólogos-publicistas. De acuerdo a los resultados reflejados en Tabla 5 se observa que los criterios más altos por el nivel demostrado por el empleado son: Ordena y lleva a cabo las actividades del área adecuadamente y gestiona y administra el tiempo eficientemente. Los criterios tienen una actitud positiva y anticipatoria y logra resultados esperados en actividades complejas obtuvieron una puntuación menor de lo esperado, aun así, los resultados de los criterios nos muestran que los egresados se encuentran por encima del valor mínimo del nivel de importancia otorgado por la empresa.

**Tabla 5: Organización y planificación**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Ordena y lleva a cabo las actividades del área adecuadamente.	OyP1E	6.1	93.9	90.6
Gestiona y administra el tiempo eficientemente.	OyP2E	3	97	96.9
Tiene una actitud positiva y anticipatoria	OyP3E	6.1	93.9	81.2
Discierne lo que es importante, de lo que es prioritario.	OyP4E	3	97	75.0
Logra resultados esperados en actividades complejas	OyP5E	6.1	93.9	81.2

Fuente: Elaboración propia

*Liderazgo*: Núñez, Bravo, Cruz & Hinostrero (2018) expresan que un gerente debe poseer una actitud proactiva y que esta cualidad permite que se pueda influir en las personas de forma positiva. Esta competencia está representada por seis criterios. Al analizar la Tabla 6, se aprecia una regularidad positiva en la competencia de Liderazgo ya que los resultados del nivel demostrado por los egresados, están por encima del valor mínimo esperado por el empleador.

**Tabla 6: Liderazgo**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Lidera el desarrollo y puesta en marcha de los planes.	L1E	3	97	75
Anticipa riesgos y oportunidades y gestiona oportunamente los problemas que surgen.	L2E	3	97	96.9
Asume los objetivos orientando sus actuaciones hacia el logro. una actitud positiva y anticipatoria	L3E	9.1	90.9	75

Detecta necesidades para la realización de tareas.	L4E	6.1	93.9	93.7
Dirige personas y recursos con propiedad y asertividad.	L5E	3	97	96.9
Motiva e involucra al equipo hacia el logro de los objetivos.	L6E	3	97	71.9

Fuente: Elaboración propia

*Comunicación*; Para determinar la importancia del factor comunicación se establecieron los criterios señalados en la Tabla 7. Solamente dos de los criterios señalados obtuvieron una puntuación menor de los esperado por las empresas. Estos resultados reflejan una incidencia positiva, ya que están por encima del valor mínimo esperado por el empleador.

**Tabla 7: Comunicación**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Expone información de forma clara.	C1E	9.1	90.9	84.8
Utiliza los canales adecuados para la comunicación y comparte conocimientos.	C2E	3	97	90.9
Selecciona y organiza la información de una manera adecuada.	C3E	6.1	93.9	97
Sus mensajes son concretos y pertinentes.	C4E	3	97	78.8
Utiliza mecanismos de confirmación para asegurar que ha sido entendido.	C5E	9.1	90.9	93.9

Fuente: Elaboración propia

El *trabajo en equipo* es la capacidad activa en la prosecución de una meta común subordinando los intereses personales a los objetivos del equipo (Chiavenato, 2018). En la Tabla 8 se observa que el empleado supera las expectativas del empleador en tres de los seis criterios. Sin embargo, los criterios: Saber escuchar y permitir hablar sin interrumpir, se esfuerza por entender el punto de vista del otro, y utiliza el diálogo y la negociación para resolver problemas, son tres criterios en los cuales se debe considerar mejorar esta competencia de manera transversal.

**Tabla 8: Trabajo en equipo**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Trabaja de forma colaborativa y cooperativa.	TE1E	6.1	93.9	97
Respeto y es tolerante con las ideas de otros, así como demuestra empatía	TE2E	12.1	87.9	90.9

Sabe escuchar y permite hablar sin interrumpir.	TE3E	9.1	90.9	75.8
Se esfuerza por entender el punto de vista del otro.	TE4E	9.1	90.9	78.8
Formula preguntas para asegurar la comprensión del proyecto.	TE5E	6.1	93.9	93.9
Utiliza el diálogo y la negociación para resolver problemas	TE6E	9.1	90.9	75.8

Fuente: Elaboración propia

La *creatividad* y la *innovación* permiten analizar diversas situaciones para buscar la mejor alternativa de acción en la toma de decisiones, y obtener mayor capacidad para solucionar problemas, desarrollar ideas novedosas, ofertar productos, así como mejoras en los procesos, sistemas, estructuras o métodos (Schnarch, 2020). Se establecieron cuatro criterios, para el estudio de esta competencia y se concluye que los resultados del nivel demostrado por los empleados concuerdan con los resultados del empleador. Solamente un criterio obtuvo una menor puntuación: Genera ideas para dar respuesta a las demandas del entorno. Este resultado indica que se debe considerar más esta competencia de manera transversal en los planes de estudio para fortalecerlo.

**Tabla 9: Creatividad e Innovación**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Genera ideas para dar respuesta a las demandas del entorno.	CI1E	12.1	87.9	72.7
Utiliza la tecnología para innovar.	CI2E	6.1	93.9	93.9
Propone métodos creativos para innovar.	CI3E	12.1	87.9	90.9
Gestiona y desarrolla ideas innovadoras	CI4E	9.1	90.9	97
Hace aportaciones para fortalecer la cultura del cambio.	CI5E	6.1	93.9	97

Fuente: Elaboración propia

La *capacidad de aprendizaje* y la *gestión del conocimiento* son competencias que fortalecen el intercambio de información, y la experiencia dentro de una organización. De acuerdo con Álvarez-Cedillo, Aguilar-Fernández, Álvarez-Sánchez & García, & Patiño, (2020) manifiestan que la gestión del conocimiento busca transferir el conocimiento explícito, y reutilizarlo para lograr un mejor desempeño. De los 5 criterios seleccionados, dos de ellos reflejaron una puntuación menor de lo esperado por las empresas: Estar alerta ante los nuevos conocimientos para detectar oportunidades de mejora y Posicionarse críticamente ante la información, ambos obtuvieron una puntuación de 69.7

**Tabla 10: Capacidad de aprendizaje y gestión del conocimiento.**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Aplica los nuevos conocimientos en las actividades que realiza.	AGC1E	9.1	90.9	97
Está alerta ante los nuevos conocimientos detectando oportunidades de mejora.	AGC2E	9.1	90.9	69.7
Extrae nuevos conocimientos y los transfiere para el beneficio de la organización.	AGC3E	9.1	90.9	97
Analiza, sintetiza y procesa información de distintas fuentes.	AGC4E	6.1	93.9	97
Se posiciona críticamente ante la información.	AGC5E	9.1	90.9	69.7

Fuente: Elaboración propia

Uso de las tecnologías de la información y comunicación, los profesionales deben desempeñar su trabajo, en donde se producen avances tecnológicos, por lo que las TIC son un complemento ideal que fomentan el desarrollo de un aprendizaje autónomo. Al observar los resultados en la Tabla 11 se concluye que los empleados están cumpliendo con las expectativas de los empleadores.

**Tabla 11: Uso de las tecnologías de la información y comunicación.**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Domina aspectos básicos del uso de la informática.	TIC1E	3	97	97
Domina y utiliza distintos softwares para el manejo de la información.	TIC2E	6.1	93.9	97
Maneja y utiliza las herramientas digitales para comunicarse.	TIC3E	9.1	90.9	97
Gestiona la información mediante las TIC.	TIC4E	3	97	93.9

Fuente: Elaboración propia

La competencia de *idioma extranjero* se dividió en cuatro criterios. De acuerdo a todos los criterios observados en la Tabla 12, el nivel demostrado por los egresados fue menor en comparación con la puntuación otorgada por las empresas.

**Tabla 12: Idioma extranjero.**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Lee y comprende la información contenida en otro idioma.	IE1E	6.1	93.9	84.8
Entiende textos en otro idioma.	IE2E	6.1	93.9	84.8

Escribe en otro idioma y se expresa oralmente en otro idioma.	IE3E	9.1	90.9	78.8
Comunica e interacciona con otras personas en otro idioma.	IE4E	9.1	90.9	81.8

Fuente: Elaboración propia

La *toma de decisiones* es un proceso mediante el cual los gerentes responden a las oportunidades y amenazas que se les presentan, analizando opciones y tomando determinaciones o decisiones, relacionadas con las metas y líneas de acción organizacionales (Ramírez, 2022; Hill et al, 2009). Para esta competencia se tomaron en cuenta seis criterios descritos en la Tabla 13, los resultados con una puntuación de 97 superan las expectativas de la puntuación otorgada por las empresas.

**Tabla 13: Toma de decisiones.**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Analiza variables para identificar consecuencias.	TD1E	9.1	90.9	97
Evalúa distintas alternativas antes de tomar una decisión.	TD2E	9.1	90.9	97
Es asertivo al justificar la decisión tomada.	TD3E	3	97	97
Utiliza la experiencia pasada para tomar futuras decisiones.	TD4E	3	97	97
Toma en cuenta la necesidad integral del equipo.	TD5E	12.1	87.9	97
Utiliza el conocimiento de su entorno para tomar decisiones.	TD6E	12.1	87.9	97

Fuente: Elaboración propia

La universidad del siglo XXI debe formar profesionales competentes que afronten críticamente los problemas en la sociedad, (Escámez-Sánchez, & Peris-Cancio, 2021), *el compromiso ético y social* es una actitud que implica solidarizarse con las necesidades y objetivos de otros. Para el estudio de esta competencia se seleccionaron cuatro criterios, en donde se aprecia que el nivel demostrado por los egresados en los diferentes criterios es menor a la puntuación otorgada por las empresas. El único criterio que está por encima de las expectativas de las empresas, es el criterio: Demuestra compromiso con la conservación del medio ambiente.



**Tabla 14: Compromiso ético y social.**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Demuestra compromiso ético y profesional.	CES1E	6.1	93.9	90.9
Valora y respeta la diversidad.	CES2E	18.2	81.8	78.8
Demuestra compromiso con la conservación del medio ambiente.	CES3E	6.1	93.9	97
Demuestra responsabilidad social y ciudadana.	CES4E	9.1	90.9	81.8
Actúa con justicia y equidad humana ante los conflictos organizacionales.	CES5E	12.1	87.9	84.8

Fuente: Elaboración propia

El control emocional es la capacidad para manejar emociones de forma apropiada. Salovey y Mayer citados por Burgos-Cedeño et al. (2021) expresan que el control emocional percibe y expresa emociones, assimilarlas en el pensamiento nos ayudan a comprender y razonar emociones propias y ajenas. El resultado obtenido (Tabla 15) indica que, de los seis criterios escogidos, en cuatro de ellos las puntuaciones obtenidas fueron iguales o mayores de las expectativas esperadas por las empresas. En general, se observa que los niveles demostrado por los egresados se encuentran por encima del valor mínimo del nivel de importancia para la empresa, por lo que se aprecia una regularidad positiva en la competencia de Control emocional.

**Tabla 15: Control emocional.**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Es productivo bajo presión	CTE1E	6.1	93.9	81.8
Maneja el estrés.	CTE2E	3	97	97
Detecta los síntomas del estrés y toma medidas para manejarlo.	CTE3E	9.1	90.9	90.9
Enfoca las emociones hacia lo positivo.	CTE4E	12.1	87.9	97
Es empático en las relaciones humanas.	CTE5E	12.1	87.9	81.8
Tolera la frustración y la adversidad.	CTE6E	15.2	84.8	93.9

Fuente: Elaboración propia

La actitud emprendedora es un componente esencial para el desarrollo profesional, ya que impulsa el desarrollo económico y social, una persona con actitud emprendedora puede identificar oportunidades y tener la capacidad de organizar los recursos necesarios y gestionarlos hasta alcanzar sus objetivos. Los seis criterios escogidos para esta competencia, se encuentran descritos en

la Tabla 16. En los resultados se aprecia que en cuatro de los seis criterios el nivel demostrado por los empleados está por encima de los criterios de mayor importancia para la empresa, lo cual nos indica que los empleados están cumpliendo con las expectativas del empleador.

**Tabla 16: Actitud Emprendedora.**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Detecta nuevas oportunidades.	AE1E	21.1	78.9	81.8
Tiene iniciativa y confía en sí mismo.	AE2E	15.2	84.8	97
Está comprometido con la identidad y el desarrollo profesional.	AE3E	12.1	87.9	78.8
Localiza los recursos disponibles y necesarios para ejecutar un proyecto.	AE4E	18.2	81.8	78.8
Busca la mejora continua.	AE5E	12.1	87.9	97
Asume nuevos retos con optimismo.	AE6E	15.2	84.8	97

Fuente: Elaboración propia

*Flexibilidad / Adaptabilidad.* Los entornos de trabajos modernos requieren que los empleados y las organizaciones reaccionen rápidamente a los cambios, por lo que la educación tiene un interés considerable en desarrollar un currículo que contemple esta competencia en donde se pueda evaluar rasgos de personalidad (Lang et al., 2021). De los seis criterios seleccionados, tres de ellos obtuvieron una puntuación por encima de lo esperado por las empresas y los otros tres no superaron las expectativas de las empresas.

**Tabla 17: Flexibilidad / Adaptabilidad.**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Tolera el cambio y la incertidumbre.	FA1E	12.1	87.9	93.9
Aplica nuevos conocimientos a la práctica diaria de sus labores.	FA2E	12.1	87.9	72.7
Se adapta con facilidad a los cambios.	FA3E	12.1	87.9	72.7
Aprende nuevas formas de trabajar.	FA4E	9.1	90.9	97
Está disponible para asumir nuevas tareas o actividades.	FA5E	12.1	87.9	84.8

Fuente: Elaboración propia

La *motivación* se relaciona con la conducta humana y se basa en el comportamiento y acciones causado por factores internos y externos, y en las necesidades que generan la energía necesaria para incentivar al individuo a conseguir su meta. (Chiavenato, 2018). La Tabla 18 muestra los resultados de los criterios seleccionados para esta competencia: Motivado para el desarrollo individual o de logro y Demuestra compromiso por realizar las actividades con la calidad y precisión obtuvieron una puntuación de 84.8. El criterio: Genera un efecto positivo en la organización obtuvo una puntuación menor en el nivel demostrado por los egresados (75.8). Estos resultados demuestran que los diseños curriculares deben enfocarse un poco más en la motivación de los estudiantes para desarrollar esta competencia de manera transversal en los planes de estudio. Cabe destacar que a pesar que la puntuación esperada por los egresados es menor de la puntuación máxima otorgada por la empresa, se observa que el nivel demostrado por los egresados supera las expectativas de la puntuación mínima de la importancia de la empresa, de esta manera se comprueba la regularidad positiva demostrada por la carrera.

**Tabla 18: Motivación.**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Motivado para el desarrollo individual o de logro.	M1E	15.2	84.8	84.8
Mantiene una actitud positiva hacia el trabajo.	M2E	9.1	90.9	84.8
Genera un efecto positivo en la organización.	M3E	15.2	84.8	75.8
Demuestra compromiso por realizar las actividades con la calidad y precisión.	M4E	15.2	84.8	84.8
Es proactivo y diligente.	M5E	6.1	93.9	81.8

Fuente: Elaboración propia

Hernández-Sampieri y Torres (2018) explican que la *investigación* implica adquirir conocimientos y competencias que resulta útil para diversos fines, resolver problemas, innovar, mejorar procesos, diseñar soluciones y hasta evaluar si se ha hecho algo correctamente. En la Tabla 19 se observa que tres de los criterios seleccionados supera las expectativas de las empresas, solamente hay un criterio: Diseña y maneja técnicas de recopilación de datos en donde la puntuación lograda por los egresados es menor de lo otorgada por la empresa. Aun así, se observa que el nivel demostrado por los empleados está por encima de la puntuación mínima conferida por la empresa.

**Tabla 19: Investigación.**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Detecta necesidades y delimita problemas.	I1E	9.1	90.9	93.9
Diseña y maneja técnicas de recopilación de datos.	I2E	9.1	90.9	87.9
Examina e interpreta la información.	I3E	15.2	84.8	97
Elabora un informe de investigación.	I4E	12.1	87.9	93.9

Fuente: Elaboración propia

Medina y Caro, (2021) indican que la *orientación al cliente* puede ser una característica propia en los empleados de las organizaciones, lo cual indica ser un factor de excelencia, ya que refleja una actitud positiva en donde se satisface la demanda de los clientes. Para medir esta competencia se utilizaron seis criterios, los cuáles se detallan en la Tabla 20. Si se comparan los resultados obtenidos del nivel de importancia para la empresa y el nivel demostrado por los empleados se observa que tres de los criterios del nivel demostrado por los empleados se encuentran por debajo de la importancia para la empresa. Sin embargo, cabe destacar que esta competencia supera las expectativas del empleador, ya que en general de los seis criterios establecidos, tres de ellos superan las expectativas máximas del nivel de importancia para la empresa, solamente dos ellos se encuentran por debajo de la puntuación otorgada.

**Tabla 20: Orientación al cliente.**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Responde con prontitud a las demandas de los clientes.	OC1NE	9.1	90.9	78.8
Resuelve las quejas y sugerencias.	OC2NE	6.1	93.9	97
Orienta su trabajo a satisfacer las necesidades de los clientes.	OC3NE	9.1	90.9	87.9
Identifica las necesidades y expectativas de los clientes.	OC4NE	3	97	81.8
Presta atención a los clientes y sus necesidades.	OC5NE	3	97	97
Establece y mantiene relaciones de confianza y respeto con los clientes.	OC6NE	9.1	90.9	97

Fuente: Elaboración propia

La capacidad *autocrítica* toma un papel fundamental en los puestos de trabajo, ya que es una habilidad en constante proceso de construcción, y una variante del pensamiento crítico. Los empleados deben poseer una capacidad analítica como proceso de autoconocimiento, una actitud positiva, para generar una reflexión

acción (Gómez & Gómez, 2022). Para analizar la competencia Autocrítica se seleccionaron seis criterios los cuales se describen en la Tabla 21. De acuerdo a estos resultados, se puede distinguir que el nivel demostrado por los empleados supera las expectativas de las empresas.

**Tabla 21: Autocrítica.**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Reconoce sus limitaciones.	A1NE	18.2	81.8	97
Acepta su responsabilidad ante los fallos, y pide disculpas.	A2NE	6.1	93.9	96.9
Afronta la retroalimentación con actitud abierta y afán de superación.	A3NE	3	97	97
Acepta con sencillez la opinión de los demás con una actitud positiva.	A4NE	6.1	93.9	97
Adopta una actitud constructiva ante los errores.	A5NE	9.1	90.9	97
Sabe reírse de sí mismo.	A6NE	3	97	97

Fuente: Elaboración propia

Chiavenato (2018) define la *capacidad de negociación* como el proceso de tomar decisiones conjuntas cuando las partes involucradas tienen diferencias. Aunque los resultados del nivel demostrado por los egresados no superan la puntuación máxima otorgada por las empresas, se aprecia una incidencia positiva, debido a que el nivel demostrado por los egresados supera el punto mínimo de lo obtenido de la valoración de las empresas, por lo que se puede determinar que esta competencia posee una incidencia positiva para el nivel de importancia otorgado por la empresa.

**Tabla 22: Capacidad de Negociación.**

Criterios	Código	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Se prepara con anticipación en el tema a negociar.	CN1E	3	97	72.7
Investiga sobre los puntos más relevantes a negociar.	CN2E	12.1	87.9	69.7
Es cordial y comunicativo durante la negociación.	CN3E	6.1	93.9	78.8
Escucha con atención y respeto al otro negociador.	CN4E	3	97	81.8
Explica su punto de vista de una manera cordial y asertiva.	CN5E	6.1	93.9	97

Fuente: Elaboración propia

La capacidad de *visión de la organización* permite definir el camino que debe seguir para alcanzar las metas organizacionales. Al respecto, Chiavenato (2018)

indica que es un estado futuro de donde se desea que llegue la organización. Para determinar la importancia para las empresas de esta competencia, se tomó en consideración cinco criterios los cuales se encuentran descritas en la Tabla 23. En la Tabla 23 se detallan los resultados del nivel demostrado por los egresados, en donde de los cinco criterios seleccionados dos de ellos superan las expectativas, el resto de los criterios supera la puntuación mínima de los otorgado por las empresas. Por lo que se puede concluir que esta competencia tiene una incidencia positiva.

**Tabla 23: Visión de la organización.**

Criterios	Código	MB+B+M	MB+B+M	A+MA Empresa	A+MA Empleado
Identifica la contribución cada área a la cadena de valor organizacional.	VO1E	3	27.30	97	90.9
Puede describir las funciones de otras áreas y/o departamentos.	VO2E	9.1	30.30	90.9	97
Reconoce que sus decisiones pueden afectar a otras áreas.	VO3E	6.1	21.20	93.9	72.7
Distingue los procesos que inciden en otras áreas y/o departamentos.	VO4E	12.1	18.20	87.9	97
Respeto las funciones asignadas a otras áreas.	VO5E	9.1	3.00	90.9	75.8

Fuente: Elaboración propia

### Perfil Global

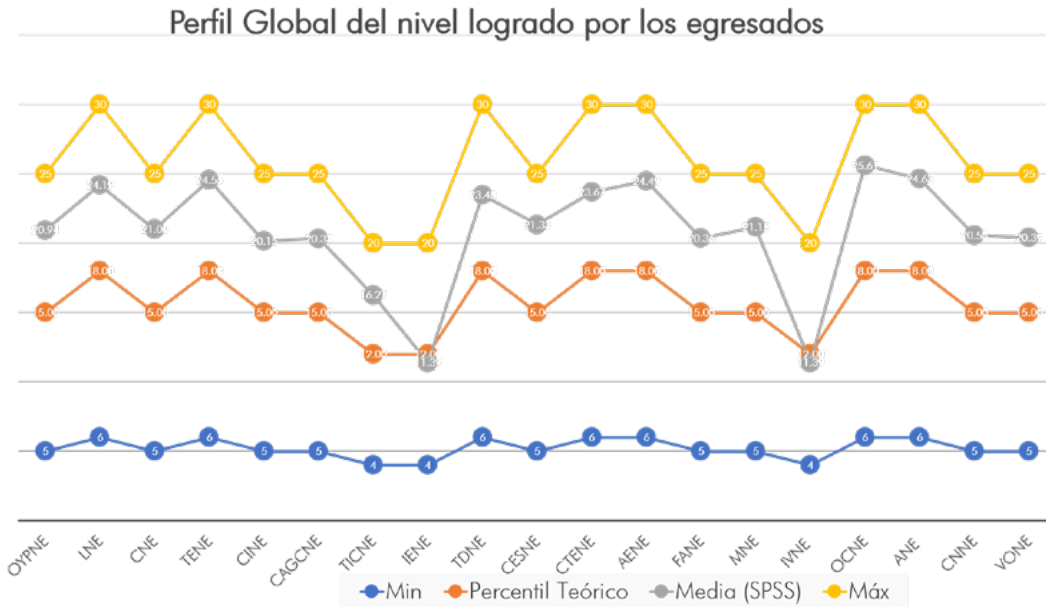
La Tabla 25 representa el perfil global de las competencias seleccionadas de acuerdo al nivel demostrado por los egresados de las carreras de Administración de Empresas y Marketing y Publicidad. En la primera columna se encuentran los números de cada competencia. En la segunda columna se describe la competencia; la tercera columna indica las siglas de las competencias; la cuarta columna representa el peor de los escenarios de la competencia; la quinta columna representa los resultados positivos, en donde a partir de ese número las competencias del egresado se está desempeñando de una manera óptima; La sexta columna representa la valoración real de lo demostrado por los egresados: La última columna representa la valoración real de la competencia, es decir, que si se alcanza este resultado, el egresado se encontraría desempeñando la competencia al 100%.

**Tabla 24: Perfil Global del Nivel demostrado por los empleados.**

No.	Competencia	Competencia abreviada	Min.	Percentil Teórico	Media (SPSS)	Máximo
1	Organización y Planificación	OyPNE	5	15.00	20.94	25
2	Liderazgo	LNE	6	18.00	24.19	30
3	Comunicación	CNE	5	15.00	1.00	25
4	Trabajo en equipo	TENE	6	18.00	24.55	30
5	Creatividad e Innovación	CINE	5	15.00	20.15	25
6	Aprendizaje y Gestión del Conocimiento	CAGCNE	5	15.00	20.33	25
7	Tecnología de Información y Comunicación	TICNE	4	12.00	16.27	20
8	Idioma Extranjero	IENE	4	12.00	11.39	20
9	Toma de Decisiones	TDNE	6	18.00	23.48	30
10	Compromiso ético y social	CESNE	5	15.00	21.33	25
11	Control Emocional	CTENE	6	18.00	23.67	30
12	Actitud Emprendedora	AENE	6	18.00	24.49	30
13	Flexibilidad / Adaptabilidad	FANE	5	15.00	20.36	25
14	Motivación	MNE	5	15.00	21.15	25
15	Investigación	IVNE	4	12.00	11.39	20
16	Orientación al cliente	OCNE	6	18.00	25.61	30
17	Autocrítica	ANE	6	18.00	24.63	30
18	Capacidad de Negociación	CNNE	5	15.00	20.58	25
19	Visión de la Organización	VONE	5	15.00	20.39	25

En la Figura 2 se encuentran graficados los resultados obtenidos por el nivel demostrado de los egresados, en donde la línea roja representa la mínima puntuación otorgada por las empresas, es decir, se considera el peor escenario que la competencia puede obtener. La línea magenta significa la frontera de la puntuación para la competencia, es decir si la puntuación obtenida es menor que el número en esa columna, el egresado no ha desarrollado a cabalidad esa determinada competencia. La línea azul es el desempeño real de los egresados, y la línea verde claro representa el escenario ideal para una determinada competencia, en otras palabras, es el 100% que se puede alcanzar de la competencia. Asimismo, en la Tabla 24 se observa que hay dos competencias que se encuentran por debajo del mínimo de la frontera, Idioma extranjero e Investigación, ambas con 11.39. Estos resultados nos indican que las Instituciones de Educación Superior deben prestar atención a estas competencias y mejorar las líneas de acción en los diseños curriculares para lograr posicionarlas arriba de la frontera. En la Figura 2 se encuentra en un cuadro amarillo los puntos mínimos que representan las competencias en Idioma extranjero e investigación. Si bien es cierto, estas dos competencias están por debajo del punto mínimo de lo esperado en la frontera, se observa una incidencia positiva para el resto de las competencias, debido a que las demás competencias están por encima de la frontera (línea magenta) y de la puntuación mínima del nivel esperado por los egresados (línea roja).

**Figura 2: Perfil global del nivel demostrado por los empleados.**



## CONCLUSIONES

Con el avance de la tecnología, la sociedad moderna requiere de una educación superior la cual debe integrar en los diseños curriculares habilidades blandas de manera transversal para un mejor desempeño laboral. La presente investigación se centró en determinar y describir las habilidades blandas que contribuyen al desempeño de los trabajadores con el fin de llevar a cabo los cambios necesarios en los diseños curriculares de las carreras de Administración de Empresas, Marketing y Publicidad de la Universidad Católica Redemptoris Mater en Managua, Nicaragua.

De esta manera se fortalecerá el perfil de egreso para que sea atractivo para los empleadores de los egresados. Al finalizar el análisis de los datos recopilados se observó que en todas las competencias seleccionadas los egresados demostraron que están por encima del valor mínimo esperado por el empleador, y que supera las expectativas deseadas. Esta información indica que las competencias planteadas en los planes de estudios han sido efectivamente desarrolladas durante los años de vida estudiantil de ambas carreras. Sin embargo, al analizar los criterios específicos por competencias, se observaron ciertas áreas de oportunidades, las cuales deben ser mejoradas para que el egresado pueda desempeñarse en su carrera con éxito. A continuación, se presenta las conclusiones de cada una de las competencias estudiadas a tomar en cuenta en futuros diseños curriculares.

- *Organización y Planificación.* La competencia fue dividida en cinco criterios dos de ellos obtuvieron una puntuación menor al o esperado por el empleador:



Poseer una actitud positiva y anticipatoria y Discernir lo que es importante de lo que es prioritario. Para lograr una actitud positiva en los estudiantes de Administración de Empresas, Marketing y Publicidad es importante desarrollar talleres en donde el estudiante reflexione sobre la importancia y el beneficio de tener una actitud positiva. Estos talleres pueden ser impartidos como una actividad extracurricular vinculada con asignaturas del plan de estudio. En segundo lugar, para lograr que el estudiante pueda discernir lo que es importante en las prioridades se sugiere que tanto en las asignaturas sellos, como en las asignaturas generales y profesionalizantes de las carreras los estudiantes conozcan y desarrollen matrices de priorización para que sean más efectivos en el cumplimiento de sus actividades.

- *Liderazgo*. Esta competencia se dividió en seis criterios, en donde cuatro de estos criterios estaban por debajo del nivel de lo esperado. De acuerdo con Gálvez y Llatas (2022) las instituciones educativas deben incorporar dentro de su gestión educativa el liderazgo transformacional para cumplir con sus objetivos establecidos, ya que esto permitirá el cumplimiento adecuado de las actividades asignadas.
- *Comunicación*. Actualmente, esta competencia está tomando gran importancia en las empresas. Se escogieron cinco criterios para determinar esta competencia, tres de ellos superaron la media del nivel de importancia esperada por las empresas, pero los criterios: expone sus mensajes de forma clara y sus mensajes son pertinentes y concretos obtuvieron una puntuación por debajo de lo esperado. Para superar esta brecha se recomienda considerar utilizar estrategias y prácticas efectivas para que el egresado tenga confianza y seguridad al exponer y poder llevar efectivamente a la audiencia.
- *Trabajo en equipo*. Se escogieron seis criterios para observar el comportamiento de los egresados en ambas carreras, tres de estos criterios obtuvieron una puntuación menor del nivel de importancia otorgado por las empresas: Saber escuchar y permite hablar sin interrumpir; Se esfuerza por entender el punto de vista del otro; y utiliza el diálogo y la negociación para resolver problemas. Para lograr superar estos criterios se recomienda que los egresados reciban capacitaciones que les ayuden a mejorar sus habilidades en saber escuchar, entender el punto de vista del otro y utilizar el diálogo para la negociación para resolver problemas. Asimismo, se propone utilizar diversas estrategias como establecer protocolos de comunicación, y herramientas de gestión de tareas (Google Drive, Dropbox, Base Camp, OneDrive, Asana).
- *Creatividad e innovación*. Esta habilidad blanda permite que la empresa pueda adaptarse a los cambios del entorno organización, en todos los criterios seleccionados los egresados superaron las expectativas del empleador.
- *Capacidad de aprendizaje y gestión del conocimiento*. Los egresados demostraron un mayor dominio en cuatro de los criterios seleccionados; Sin embargo, en los criterios: a) estar alerta ante los nuevos conocimientos y b) posicionarse críticamente ante la información deben utilizarse estrategias de enseñanza-aprendizaje como estudios de casos para que los egresados puedan encontrar diversas soluciones al problema presentado e identificar los riesgos e incertidumbres para que puedan reaccionar de forma positiva de acuerdo al contexto actual de las organizaciones.

- *Uso de las Tecnologías de información y Comunicación.* En el uso de las TIC los egresados demostraron un nivel superior, superando las expectativas de las empresas que participaron en el estudio.
- *Idioma extranjero.* De acuerdo a los resultados observados los estudiantes no demostraron el nivel esperado por los empleadores, aunque si se superó la frontera mínima de puntuación otorgada por las empresas. Se debe considerar revisar los planes de estudios de esta asignatura para incluir estrategias que motiven a los estudiantes para aprender un segundo idioma, entre estas tenemos: club de conversación, ferias internacionales en donde los estudiantes expongan en otro idioma, ensayo escritos en inglés, entre otras.
- *Toma de decisiones.* Los resultados observados en esta competencia superaron las expectativas de los empleadores, por lo que se considera que los egresados en ambas carreras tienen un excelente dominio en esta competencia.
- *Compromiso ético y social.* En lo que se refiere a esta competencia los resultados obtenidos en el nivel demostrado por los egresados fue menor a lo esperado. Por consiguiente, se sugiere que los diseños curriculares deben incluir nuevas metodologías con estrategias que desarrollen el respeto por la diversidad, demostrar responsabilidad social y ciudadana, así como actuar con justicia y equidad, ya que fueron los criterios que obtuvieron puntuaciones menores. También se recomienda conducir actividades de responsabilidad social con el fin de incentivar a efectuar buenas prácticas u acciones para despertar el interés en el compromiso ético y social.
- *Control emocional.* De los seis criterios seleccionados para el estudio de esta competencia en cuatro de ellos los egresados superaron las perspectivas del empleador. Se sugiere realizar planes de mejora para que el estudiante pueda ser productivo bajo presión y ser empático ante las diferentes situaciones que puedan surgir. Para mejorar esta habilidad blanda en los estudiantes se recomienda propiciar seminarios sobre control emocional y propiciar espacios de relajamiento, actividades deportivas, para mejorar las relaciones humanas del estudiante en ambas carreras.
- *Actitud emprendedora:* Para observar esta competencia en los egresados se seleccionaron seis criterios; solamente en dos de los criterios se obtuvo una puntuación menor a lo esperado: Comprometerse con la identidad y el desarrollo profesional, así como localizar los recursos disponibles y necesarios para ejecutar un proyecto.
- *Flexibilidad / Adaptabilidad.* De los seis criterios seleccionados los egresados en ambas carreras lograron superar las expectativas del empleador, cabe mencionar que hubo una diferencia mínima en dos de los criterios seleccionados en esta habilidad: Aplica nuevos conocimientos a la práctica diaria y se adapta con facilidad a los cambios. Por lo que se sugiere que para lograr el desarrollo en estos criterios se debe incluir en los planes curriculares el uso de simuladores de negocios para aplicar los conocimientos adquiridos y experimentar situaciones corporativas en donde los estudiantes puedan brindar soluciones pertinentes a los problemas que se les presente.
- *Motivación.* En esta competencia los resultados esperados por la empresa y

el nivel demostrado por los egresados son casi similares, lo cual indica que se está trabajando transversal esta competencia de una manera efectiva en los diseños curriculares.

- *Investigación.* Se seleccionaron cuatro criterios para estudiar esta habilidad en los egresados, en tres de ellos se superaron las expectativas del empleador, el único criterio donde la puntuación fue menor a lo esperado fue diseñar y manejar técnicas de recopilación de datos, por lo que se recomienda incluir actividades prácticas en el manejo de software estadísticos para la recopilación de datos como SPSS, AcaStat, MaXStat, Minitab, Stata.
- *Orientación al cliente.* Para analizar esta competencia, se seleccionaron seis criterios, tres de ellos superaron las expectativas del empleador y se debe trabajar más en los criterios: Responder con prontitud a las demandas de los clientes, orientar el trabajo para satisfacer la necesidad de los clientes e identificar las necesidades y expectativas. Para mejorar estos puntos se sugiere implementar las siguientes estrategias en los diseños curriculares de ambas carreras: Juegos de roles, plenarios, seminarios de técnicas de atención al cliente.
- *Autocrítica.* Los resultados obtenidos en esta habilidad demostraron que los egresados superaron en todos los aspectos las expectativas de los empleadores.
- *Capacidad de negociación.* En esta competencia los resultados mostraron que los egresados obtuvieron una puntuación menor de lo esperado por la empresa, por lo que se debe considerar revisar los planes de estudios para incluir esta competencia de manera transversal, así como incluir las siguientes estrategias: Uso de simuladores de negocios, estudios de casos, juego de roles y talleres.
- *Visión de la organización.* De los seis criterios seleccionados en tres de ellos los egresados no superaron las expectativas de la empresa: Identificar la contribución de cada área a la cadena de valor; Reconocer que sus decisiones pueden afectar a otras áreas; y respeta las funciones asignadas a otra área. Para superar esta debilidad se sugiere enseñar al estudiante la técnica a salir “fuera de la caja” para pensar de manera innovadora, fomentar la “lluvia de ideas” para generar ideas innovadoras, estudios de casos, utilización de mapas de procesos estratégicos para definir hacia donde desea que la organización este en un futuro.

En cuanto a las preguntas de investigación, después de analizar los resultados se determinó que las competencias de mayor demanda que requieren los empleadores en las carreras de administración de Empresas, Marketing y Publicidad son: Autocrítica, Liderazgo, Trabajo en equipo, Orientación al cliente, Control emocional, Actitud de emprendedora, Capacidad de negociación, Compromiso ético y social, Comunicación y Organización y Planificación.

Seguidamente, la segunda pregunta de investigación se refiere a las competencias blandas de menor dominio las cuales deben de fortalecerse para aumentar las posibilidades de éxito profesional en los egresados de ambas carreras, entre ellas tenemos: Investigación, Idioma extranjero, Uso de las TIC, Creatividad e

innovación, Aprendizaje y gestión del conocimiento, Flexibilidad / Adaptabilidad, Visión de la organización, Toma de decisiones.

La tercera pregunta de investigación se refiere a las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas en las competencias blandas. Las competencias de mayor fortaleza demostrada por los egresados fueron; Creatividad e innovación, Uso de las Tecnologías de información y comunicación, Toma de decisiones, Autocrítica. En cuanto a las competencias con mayor debilidad que deben ser superadas tenemos: Idioma extranjero e investigación. Las oportunidades que los egresados tienen al mejorar las competencias en las cuales demostraron mayor debilidad es que, al superarlas tendrán mejores éxitos en su desempeño laboral y la amenaza sería que al no desarrollar las competencias en donde tienes menor dominio, se le dificultará alcanzar el éxito laboral y por ende sus oportunidades de mejora se verán reducidas.

De acuerdo a Vásquez (2022) las competencias laborales de desempeño influyen en la empleabilidad, la formación académico profesional idoneidad para lograr un exitoso desarrollo profesional. Asimismo, se constituyen en conocimientos y habilidades que el egresado puede aplicar para realizar actividades que son transferible al mundo laboral. (Almerich, Díaz, Cebrián, Suárez, 2018). La formación de un profesional es el resultado de una planificación que se encuentra en manos de las Instituciones de Educación Superior, expertos en diseños curriculares y docentes. Básicamente es un proceso institucional en donde es el resultado de un proceso de investigación en donde participan los diferentes actores que trazan una ruta coherente y sistémica en el perfil de cada carrera, contenidos, competencias, estrategias de enseñanza-aprendizaje y la evaluación necesaria para la gestión del conocimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Cedillo, J. A., Aguilar-Fernández, M., Álvarez-Sánchez, T., García Jarquín, B., & Patiño Ortiz, J. (2020). La gestión del conocimiento en instituciones educativas. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(21).
- Bitar, S. (2020). *El futuro del trabajo en América Latina. Cómo impactará la digitalización y qué hacer*.
- Banco Interamericano de Desarrollo, BID 2017, *La importancia de las habilidades blandas para las PYMES*: <https://conexionintal.iadb.org/2017/09/01/la-importancia-de-las-habilidades-blandas-en-las-pymes/#:~:text=En%20cambio%2C%20las%20habilidades%20blandas,del%20personal%20en%20una%20empresa>
- Barreto Carrion, J. P., & Izquierdo Henriquez, C. A. (2017). *La importancia del coaching en el desarrollo de las habilidades blandas del personal de la empresa MARCIMEX en la ciudad de trujillo año 2016*.

- Briones-Cedeño, G. C., Intriago-Loor, M. E., Real-Loor, C. M., & Solórzano-Coello, D. L. (2021). Influencia de la neurodidáctica en el aprendizaje significativo. *Episteme Koinonia*, 4(7), 4-17.
- Buxarrais Estrada, M. R. (2013). *Nuevos valores para una nueva sociedad. Un cambio de paradigma en educación*. Edetania, (43), 53-65.
- Chiavenato, I. (2018). *Introducción a la teoría general de la administración*. México, D. F: McGraw-Hill Interamericana.
- Escámez-Sánchez, J., & Peris-Cancio, J. A. (2021). *La universidad del siglo XXI y la sostenibilidad social*. Tirant humanidades.
- Gómez-Gamero, M. E. (2019). *Las habilidades blandas competencias para el nuevo milenio*. *Divulgare Boletín Científico de la Escuela Superior de Actopan*, 6(11).
- Gómez, P. J. R., & Gómez, J. A. R. (2022). *Retos para la gestión de la universidad actual*. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 6(42), 137-145.
- Hill, C. Jones, G., Pérez, Y., Soto, G., & Martínez, N. (2009). *Administración estratégica (No. Sirsi) i9789701072691*. México: McGraw-Hill.
- Millalén, F. V. (2017). Infusión de habilidades blandas en el currículo de la educación superior: Clave para el desarrollo de capital humano avanzado. *Revista Akadèmeia*, 15(1), 53-73.
- Mina, M. A. E., & Barzola, D. G. (2020). Habilidades blandas en la educación y la empresa: Mapeo Sistemático. *Revista Científica UISRAEL*, 7(2), 39-56.
- Núñez Lira, L. A., Bravo Rojas, L. M., Cruz Carbajal, C. T., & Hinostroza Sotelo, M. D. C. (2018). *Competencias gerenciales y competencias profesionales en la gestión presupuestaria*.
- Schnarch, A. (2020). *Creatividad e innovación*. Alpha Editorial.
- Ramírez Villena, A. (2022). *Liderazgo directivo y toma de decisiones en la Institución Educativa Alejandro Velasco Astete, distrito de San Jerónimo, provincia de Cusco año 2019*.
- Ruiz de Vargas, M., Jaraba Barrios, B., & Romero Santiago, L. (2011). Competencias laborales y la formación universitaria. *Psicología desde el Caribe*, 64-91.
- Ortega, C. (2017). *Desarrollo de habilidades blandas desde edades tempranas*. Centro de Publicaciones, Universidad ECOTEC. Guayaquil, Ecuador.
- Vargas, F., & Carzoglio, L. (2017). *La brecha de habilidades para el trabajo en América Latina: Revisión y análisis en la región*.

## Competencias que desarrollan los estudiantes universitarios a través de la investigación, como estrategia de aprendizaje en UNAN-Managua, FAREM-Matagalpa, Nicaragua

## Competencies developed by university students through research as a learning strategy at UNAN-Managua, FAREM-Matagalpa, Nicaragua

**Basilisa Tórrez Loáisiga**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0002-7542-6378>

[torrezbasilisa@gmail.com](mailto:torrezbasilisa@gmail.com)

**Recibido**

15/12/2022

**Aceptado**

14/03/2023

### RESUMEN

Todo estudiante en su formación profesional debe desarrollar competencias que le permitan desenvolverse en el ámbito personal, profesional y laboral. Pero, ¿qué competencias puede llegar a alcanzar con el nuevo currículo por competencias? En este trabajo se tiene como objetivo: Identificar las competencias que desarrollan los estudiantes de la UNAN-Managua, FAREM-Matagalpa, a través de la investigación como estrategia de aprendizaje. Así mismo, este estudio parte de las dificultades que se han identificado en los trabajos de investigación realizado por los discentes. Para ello fue necesaria la aplicación de una encuesta a estudiantes de esta universidad, la consulta del estado del arte o trabajos que se han hecho con objetivos análogos y la revisión bibliográfica a fuentes, las cuales sustentan este estudio. Los resultados obtenidos son: los estudiantes de esta universidad, y más los que provienen de zonas rurales, son de escasos recursos económicos, en su mayoría cuentan con un móvil, pero que no siempre tienen internet, y en algunos lugares donde residen no cuentan con señal de internet para poder investigar, y tienen que hacer sus investigaciones en la biblioteca de la Universidad. A pesar de las muchas dificultades presentadas, los estudiantes manifiestan haber alcanzado algunas competencias como: la búsqueda de bibliografía en fuentes confiables, la comprensión lectora, la ampliación de vocabulario, pensamiento crítico, mejoras en el uso de las normativas APA y la redacción, entre otras. Este artículo concluye que los estudiantes de la Educación Superior desarrollan competencias mediante la investigación como estrategia en el nuevo modelo por competencias.

### PALABRAS CLAVE

Competencias; educación superior; investigación; modelo por competencias.

## **ABSTRACT**

All students in their professional training should develop competencies that allow them to develop in the personal, professional and work environment. But, what competencies can be achieved with the new competency-based curriculum? The objective of this study is to identify the competencies developed by the students of UNAN-Managua, FAREM-Matagalpa, through research as a learning strategy. Likewise, this study is based on the difficulties that have been identified in the research work done by the students. For this purpose, it was necessary to apply a survey to students of this university, consult the state of the art or works that have been done with similar objectives and the bibliographic review of sources, which support this study. The results obtained are: the students of this university, and more those who come from rural areas, are of limited economic resources, most of them have a cell phone, but they do not always have internet, and in some places where they live they do not have internet signal to be able to do research, and they have to do their research in the university library. In despite of the many difficulties presented, the students state that they have achieved some competencies such as: bibliography search in reliable sources, reading comprehension, vocabulary expansion, critical thinking, improvements in the use of APA regulations and writing, among others. This article concludes that higher education students develop competencies through research as a strategy in the new competency-based model.

## **KEYWORDS**

Competencies; higher education; research; competency model.

## INTRODUCCIÓN

La educación en Nicaragua juega un papel básico en el desarrollo económico y social. Por tanto, es necesario trabajar para que haya más y mejor educación; porque solo a través de la educación, se puede salir de la pobreza en que han sido sumidos nuestros pueblos.

Así mismo, la educación debe ser integral, buscar la formación constante del individuo para que este se convierta en un ser activo y propositivo; debe ser una educación transformadora con vías a la creatividad e innovación, al emprendimiento constante y por ende al desarrollo socioeconómico y cultural de nuestra sociedad.

Las instituciones de educación superior en Nicaragua y toda América Latina tienen la función de formar profesionales con vastos conocimientos y habilidades que les permitan insertarse en el mundo laboral. Muchas de estas habilidades se adquieren a través de la investigación como estrategia de aprendizaje.

Hoy más que nunca las universidades se han preocupado por tener una visión investigativa y que nuestros discentes se proyecten hacia su comunidad y se involucren en la resolución de los problemas de su entorno. A esto añaden Arrechavala y Díaz (1996), citados por (Arrechavala-Vargas, 2011) que las universidades han pasado de ser depositarias del conocimiento y la cultura a ser formadoras de profesionales y que se han convertido en universidades de investigación acumulando cantidades de conocimiento como también madurez en sus grupos de investigación. (p.44).

La investigación es el boom en la educación actual, y más en la educación superior, pues se requiere que los estudiantes alcancen esas competencias investigativas que le permitan tener una visión diferente de la realidad, con vías a la proyección social y a la resolución de problemas.

Sin duda alguna, la investigación es una estrategia que permite el desarrollo de competencias en los estudiantes de la Educación Superior. Por tanto, se debe fortalecer la investigación en los estudiantes de grado de cualquier institución educativa.

Para la redacción de este escrito se tomó como punto de referencia las dificultades encontradas en los trabajos de investigación que realizan los estudiantes universitarios. Dentro de estas dificultades se pueden mencionar: falta de lectura, problemas con el uso de las normativas APA, pobreza de vocabulario y mala redacción de las ideas expuestas, búsqueda de bibliografía en fuentes no confiables, entre otras.



En este artículo se aborda sobre el tema “La investigación como una estrategia para el desarrollo de competencias en estudiantes universitarios”, un tema de mucha relevancia para la formación profesional de los estudiantes en la actualidad dentro de un mundo globalizado. Se hará énfasis en el modelo por competencias que se está implementando en esta alma máter a partir del año 2020.

Así mismo, se ha planteado como objetivo identificar las competencias que desarrollan los estudiantes de la educación superior, a través de la investigación como estrategia, en este nuevo currículo por competencias donde se requiere que los estudiantes demuestren sus conocimientos, y no tan solo se queden con la teoría o el nivel de reproducción o memorización.

La palabra competencia proviene del verbo latín *competere* que significa encontrarse, coincidir. Según el Diccionario de la RAE (Real Academia Española), el término competencia tiene varias acepciones. Una de ellas hace referencia a disputa, contienda, rivalidad u oposición; la otra acepción refiere a incumbencia, pericia, aptitud o idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado. (Real Academia Española (RAE), 2014).

Por tanto, Vargas-Leyva (2008) asegura que:

Un modelo educativo centrado en competencias busca no solo dar respuesta a los desafíos de productividad y competitividad, sino trata de rescatar una noción de competencia que fortalezca el desarrollo autónomo del sujeto en el marco de relaciones de sociabilidad y participación ciudadana: por ello, enfoca problemas que abordarán los profesionales como eje para el diseño, ofrece una gran variedad de recursos para que los estudiantes analicen y resuelvan problemas, y enfatiza el trabajo colaborativo (p.34)

Así mismo, los estudiantes universitarios siempre se han dado a la tarea de investigar para realizar investigaciones documentales, protocolos de investigación, monografías, trabajos de seminario de graduación o proyectos de investigación, algunos de ellos como trabajos finales de cursos o como una modalidad de graduación al finalizar su carrera.

Por otra parte, a lo largo de su trayectoria educativa en la universidad, los estudiantes realizan prácticas de investigación para elaborar ensayos argumentativos, exposiciones, seminarios, charlas, informes, talleres y otros.

Sin embargo, existen muchas deficiencias o dificultades en los diferentes trabajos de investigación que presentan los estudiantes. Entre las dificultades más sentidas, están la falta de hábitos de lectura, la pobreza de vocabulario, la mala organización de las ideas en la redacción, problemas en la búsqueda de la bibliografía y el mal uso de las normas APA.

---

Una de las estrategias para que los estudiantes desarrollen competencias es la investigación. Señala Vargas, Z. (2009) que “Investigar es conocer, transformar la tradición y el rutinario quehacer hacia nuevas visiones de mundo contextualmente realistas. Investigar es buscar y producir conocimiento de manera organizada, imparcial y sistemática, de ahí su importancia.” (p. 158)

Así mismo, la investigación no solo es para los estudiantes sino también para los docentes, quienes también tienen que tener competencias investigativas y ser dados a la producción científica para que se fortalezca su perfil profesional y puedan contribuir con la institución a desarrollar tales competencias con los estudiantes.

Actualmente la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua, trabaja con un modelo por competencias a partir del año 2020.

### **La Educación Superior y el enfoque por competencias**

La Educación Superior, en muchos países de América Latina, incluyendo Nicaragua, tienen como base un enfoque por competencias. Esto, en correspondencia con el contexto, de acuerdo con el avance de la ciencia y la tecnología, ya que vivimos en la sociedad del conocimiento y es necesario, el desarrollo de habilidades, destrezas y competencias profesionales individuales, con las que desde luego van a contribuir al desarrollo de un país.

Según Andrade (2008), citado por Carrera-Hernández y Marín-Urbe (2011) señalan que:

Al implementarse los currículos bajo este enfoque los profesores enfrentan problemas en su operación y el logro de los propósitos establecidos en el diseño curricular, pues cuentan con suficientes fundamentos filosóficos y sociológicos, pero adolecen de apoyos pedagógicos, didácticos y metodológicos. (p. 3).

Esto nos permite darnos cuenta que los docentes no se apoyan de diversas estrategias metodológicas que conduzcan al aprendizaje y al desarrollo de las competencias de los discentes como lo requiere este enfoque por competencias.

Así mismo, los docentes deben darse cuenta que ya no estamos en un modelo de la escuela vieja, de la enseñanza tradicional donde era el docente quien lo sabía todo, quien tenía la razón; y el estudiante nada más era un receptor y quien obtenía un aprendizaje mecánico. Hoy en día, la enseñanza está centrada en el estudiante, quien es el constructor de su propio aprendizaje. Al respecto, Freire (1997) nos dice: “No hay docencia sin discencia significa que las dos se explican y sus sujetos no se reducen a la condición de objeto uno de otro. Quien enseña aprende al enseñar y quien aprende enseña al aprender. Reflejar la idea de que enseñar no existe sin aprender y viceversa (p. 25).

Así mismo, Cepeda-Dovala (2014), afirma que:

La educación por competencias se basa en la idea de salir de la escuela tradicional, y acercarnos a un nuevo enfoque de la didáctica y la evaluación que implica un cambio de paradigma en el proceso de enseñanza y del aprendizaje, que se centra en el cumplimiento de los resultados de aprendizaje propuestos y el desarrollo de las competencias que forman parte del perfil de egreso del estudiante (p. 6).

Por otra parte, la educación centrada en competencias no es una técnica didáctica orientada a la ejecución de habilidades, sino que es un enfoque que contempla los aprendizajes necesarios para que el estudiante actúe de manera activa, responsable y creativa en la construcción de su proyecto de vida, tanto personal y social, como profesional. (Sanz, 2016).

Afirma Vargas-Leyva (2008) que:

Los individuos formados bajo el modelo de competencias profesionales, reciben una preparación que les permite responder de manera integral a los problemas que se les presenten brindándoles la capacidad de incorporarse más fácilmente a procesos permanentes de actualización, independientemente del lugar en que desempeñen sus labores (p.20).

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua, a partir del año 2020 adoptó un nuevo modelo curricular por competencias, esto como producto de la transformación de los currículos anteriores y la armonización entre las asignaturas de las diferentes carreras. Luego, a partir del año 2021, fue puesto en práctica este modelo curricular por competencias en las diferentes facultades multidisciplinarias del país (FAREM-Carazo, FAREM-Chontales, FAREM-Estelí, FAREM-Matagalpa).

Este nuevo modelo curricular es implementado en muchos países de Latinoamérica y ha tenido grandes beneficios para los estudiantes. También este modelo ha sido adoptado con el fin de poder avanzar en el desarrollo de los pueblos a través de la puesta en práctica de los conocimientos y recursos adquiridos para la resolución de problemas.

Señala Monereo (2021) que el modelo por competencias nos permite formar estudiantes autónomos, capaces de resolver problemas con los recursos y conocimientos aprendidos. También aduce que este modelo tiene un sistema de evaluación cualitativa, continua, permanente.

Algo bien importante en este modelo, es la investigación. A esto afirma Monereo (2021), que no hay contexto en el hogar para la investigación, puesto que los estudiantes no hacen buen uso del móvil o del internet. Por tanto, los docentes deben aprovechar el espacio áulico y utilizar el móvil con los estudiantes para la evaluación, en donde estos conozcan los criterios de evaluación.

Según Gorodokin (2005) y Perrenoud (2004), citados por Jiménez-Galán, Hernández-Jaime, y González (2013), la formación por competencias va más allá de la formación guiada por el contenido de las diferentes disciplinas al considerar la transformación de las representaciones contexto-conceptuales que el estudiante proyecta en los planos: cognoscitivo (saber conocer y saber hacer), afectivo (saber ser) y social (saber estar), orientando el proceso de enseñanza mediante una lógica de estructuración hacia el desempeño profesional.

Para la UNESCO (2000), citado por Marrero-Sánchez y Pérez-Zulueta (2014) las funciones primordiales de la educación superior son la investigación, la enseñanza y el servicio a la comunidad y debe centrarse más en los aspectos interdisciplinarios y promover el pensamiento crítico y la ciudadanía activa, contribuyendo de esta manera al desarrollo sostenible, la paz y el bienestar, así como hacer realidad los derechos humanos (p. 56).

Las universidades hoy en día ya no deben ser solo dedicadas a la docencia sino también a la investigación, a la producción del conocimiento científico, a la formación de los estudiantes con estas competencias investigativas que lo conduzcan a la eficiencia laboral.

Es así que las instituciones de educación superior tienen una función social y es tarea primordial la preparación profesional de los estudiantes para insertarse en la solución de los problemas de su entorno. Por tanto, es importante la formación científica y el desarrollo del conocimiento para hacerle frente a las demandas de la sociedad.

Marrero-Sánchez y Pérez-Zulueta (2014), afirman que:

Desarrollar las competencias investigativas de los estudiantes de pregrado es tarea de primer orden, de manera que el futuro profesional pueda ser capaz de participar activamente en la vida social demostrando una sólida preparación científica, cultural en el ámbito laboral y personal. (p. 57)

Una competencia es una característica o habilidad que existe o desarrolla una persona y que se pone a prueba ante una situación determinada. Vargas (2009) citado por Marrero y Pérez (2014), definen una competencia como todas aquellas habilidades, aptitudes, actitudes y conocimientos concernientes a la generación de la investigación en la institución. (p. 61)

Todo estudiante en su formación académica debe desarrollar competencias a través de la investigación y son los docentes quienes deben acompañarles en ese proceso investigativo, en el alcance de sus competencias.

La formación para la investigación es concebida como un proceso que implica prácticas y actores diversos, en el que la intervención de los docentes como mediadores, se concreta en un quehacer académico consistente en promover y facilitar de manera sistematizada, el acceso a los conocimientos, el desarrollo de

competencias, hábitos y actitudes, y la internalización de valores, que demanda la realización de la práctica denominada investigación (Marrero y Pérez; 2014: 62).

La investigación es un arma poderosa para la construcción del conocimiento científico del individuo. A través de esta estrategia también se desarrollan habilidades de comprensión lectora, así como el desarrollo del pensamiento crítico y a crear el buen hábito lector.

A su vez, es necesario prestar más atención a la formación académica de los estudiantes y el compromiso social de los docentes, con el fin de aunar esfuerzos que conduzcan a elevar la calidad educativa institucional y lograr mejores aprendizajes en los estudiantes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta es una investigación no experimental, es cualitativa con elementos cuantitativos. En este caso se presentarán resultados cuantitativos producto de la aplicación de un cuestionario a estudiantes universitarios de I y II año del Modelo por competencias con el que se trabaja actualmente en la UNAN-Managua y sus diferentes facultades en el país.

Para la realización de esta investigación se trabajó con una población de 99 estudiantes de diferentes carreras y modalidades que se ofertan en la UNAN-Managua, FAREM-Matagalpa. Entre estos estudiantes participaron 20 de la carrera de Banca y Finanzas dominical, 25 estudiantes de la carrera de Contaduría Pública de los turnos vespertino y dominical, 20 estudiantes de la carrera de Trabajo Social, del turno matutino y 34 estudiantes de I y II año de la Carrera de Lengua y Literatura Hispánicas de la modalidad dominical. Cuantos son los estudiantes de estas carreras.

Por otra parte, la muestra con la que se trabajó en este estudio es seleccionada por conveniencia, una muestra fortuita seleccionada de acuerdo a la intención del investigador.

Esta investigación se realizó en la UNAN-Managua, FAREM-Matagalpa, una universidad al servicio del pueblo, con educación gratuita y de calidad.

El análisis de los datos recolectados se procesó a través del programa SPSS (IBM SPSS Statistics 22) con la cual se construyeron tablas y figuras para dar a conocer los resultados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la obtención de los datos fue necesaria la aplicación de una encuesta a 99 estudiantes de I y II año de diferentes carreras y modalidades que se ofertan en la UNAN-Managua, FAREM-Matagalpa.

Según la tabla 1, los estudiantes encuestados, La mayoría de ellos pertenecen a la zona urbana del municipio de Matagalpa, sin embargo, todavía tenemos estudiantes que vienen de diferentes municipios de este departamento, pero en menos proporción, puesto que actualmente, hay muchas carreras que se sirven en los diferentes municipios a través del programa UNICAM (Universidad en el Campo). Este programa surge con el fin de que los discentes que egresan de su secundaria regular, por encuentro o la secundaria a distancia sean atendidos por la Universidad en sus municipios o cerca de estos, porque en su mayoría son de escasos recursos económicos y dependen económicamente de sus padres.

**Tabla 1: Ubicación geográfica de los estudiantes encuestados**

Municipios	¿Cuál es tu ubicación?			
	Urbana	Rural	Total	
¿En qué municipio vives?	Matagalpa	56	11	67
	Sébaco	5	2	7
	Ciudad Darío	5	2	7
	San Isidro	1	0	1
	San Ramón	1	1	2
	Terrabona	0	0	0
	San Dionisio	0	2	2
	Esquipulas	1	1	2
	Matiguás	1	0	1
	Muy Muy	0	0	0
	Rancho Grande	0	0	0
	Jinotega	1	1	2
	Tuma-La Dalia	3	4	7
	Río Blanco	1	0	1

En esta tabla No.2., se observan las dificultades que enfrentan los estudiantes al realizar sus investigaciones. Los problemas más sentidos son la búsqueda de bibliografía y la aplicación de las normativas APA.

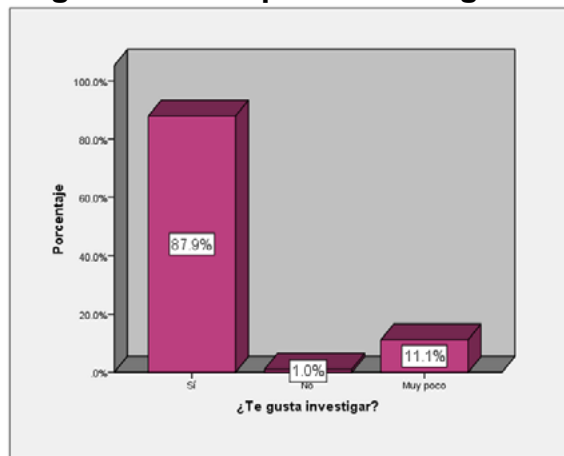
**Tabla 2: Dificultades que enfrentan los estudiantes al investigar**

Dificultades que presentan los estudiantes al investigar	Sí	No
¿Tienes dificultades en la búsqueda de la bibliografía?	61.9%	38.1%
¿Tienes dificultades en la comprensión lectora?	18.6%	81.4%

¿Tienes dificultades en la redacción?	29.9%	70.1%
¿Tienes dificultades en la ortografía?	19.6%	80.4%
¿Tienes dificultades en las normas APA?	41.2%	58.8%
¿Tienes dificultades en el análisis?	20.6%	79.4%
¿Tienes dificultades en la síntesis?	14.4%	85.6%
¿Tienes dificultades en la argumentación?	21.6%	78.4%
¿Tienes dificultades en la metodología?	20.6%	79.4%

En la figura 1, es importante darse cuenta como los estudiantes de FAREM-Matagalpa manifiestan su interés por investigar. Esto se refleja a través de la encuesta aplicada a los diferentes grupos y carreras donde el 88% afirma que le gusta investigar, el 11% asegura que muy poco y el 1% definitivamente no les gusta investigar.

**Figura 1 Gusto por la investigación**



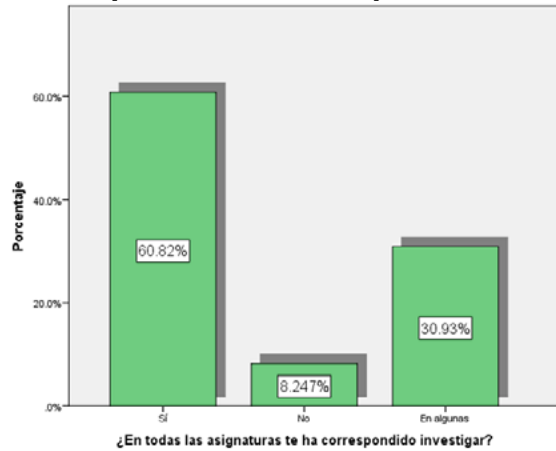
Esto debe servir de reflexión para los docentes y aprovechar el interés y el gusto que tienen los estudiantes para la investigación y explotar ese potencial, para el desarrollo de sus competencias.

Los estudiantes de la Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM-Matagalpa, tienen una buena actitud y disposición hacia la investigación, aunque son muy sentidas en algunos, ciertas dificultades como la búsqueda de bibliografía en recursos no orientados; y la aplicación de las normas APA. Estos problemas, en cierta manera se dan por la falta del hábito lector y la falta de esfuerzo para el proceso de la información.

La investigación es un proceso en el que todos los estudiantes y docentes deben involucrarse de manera positiva, los docentes porque son quienes conducen y no deben hacer de este algo monótono y aburrido, sino un proceso dinámico donde se evidencien conflictos cognitivos para dar respuesta a diferentes problemáticas encontradas.

En la figura No.2, se ve reflejado que el 61% de los estudiantes, afirman que realizan investigación en todos los componentes curriculares, un 31% aseguran que en algunos componentes curriculares hacen investigación. Sin embargo, un 8% niegan haber investigado con todos los docentes.

**Figura 2 Componentes en los que has investigado**



Hoy en día uno de los aspectos fundamentales en los que se está haciendo énfasis en las universidades, es la investigación. La formación de grupos y redes de investigación, es una de las estrategias que se están poniendo en práctica en países de Latinoamérica, incluyendo a Nicaragua, con el fin de aportar a las ciencias y a la solución de problemáticas en su entorno y en el país.

Cabe señalar que esto es una percepción de los estudiantes, pero que hoy en día en este modelo por competencias con el que se está trabajando en la universidad, todos los docentes promueven la investigación en sus componentes curriculares que están sirviendo.

Los estudiantes, aunque carecen de recursos económicos, al menos poseen un teléfono para realizar sus investigaciones, redactar documentos y hasta hacer sus presentaciones o elaborar organizadores gráficos, los cuales utilizan en sus exposiciones. También algunos de ellos hacen uso de alguna computadora, libros impresos o digitales.

Según la figura 3, el 93% de los estudiantes encuestados hacen uso del teléfono, un 59% de los estudiantes encuestados tienen una computadora personal o familiar, el 6% utiliza su tablet, y el 58% investiga haciendo uso de libros de textos impresos o digitales.



**Figura 3 Recursos con los que investiga**



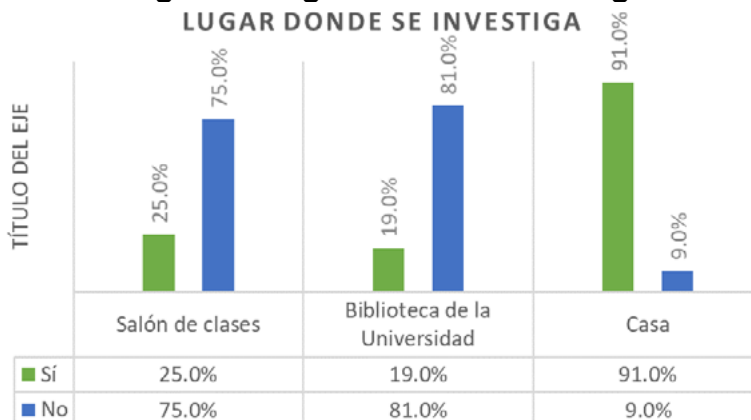
Así mismo, los estudiantes carecen de recursos tecnológicos para investigar. El único recurso con el que más cuentan es el teléfono, con este, realizan todos sus trabajos y actividades en clase y en sus casas. Además, estos no cuentan con internet fijo en su casa, para investigar tienen que recargar y trabajar desde sus casas. Algunos de ellos, visitan la biblioteca donde tienen acceso a wifi para las consultas bibliográficas y el procesamiento de la información.

Afirman Altamar, Arvilla, & Matos (2011) que:

Las herramientas tecnológicas son quizás uno de las mayores revoluciones que ha tenido el campo educativo en las últimas décadas, debido a que estas llegaron para transformar la educación tradicional añadiéndole participación activa, comprensión y organización del conocimiento y sobre todo el cambio de actitud y comportamiento frente a los diferentes procesos que se generan en la educación (p.20).

Los estudiantes universitarios, además de que utilizan el teléfono, como recurso para investigar, no cuentan con internet fijo en sus hogares ni con planes postpagos en sus teléfonos para realizar estas tareas investigativas. Para ello tienen que comprar recarga, y de esta manera poder hacer sus consultas bibliográficas en sus trabajos de investigación. Como puede observarse en la figura No.4, apenas un 36% cuenta con internet fijo y el 64% carece de este servicio tan importante para la práctica investigativa.

**Figura 4 Lugar donde se investiga**



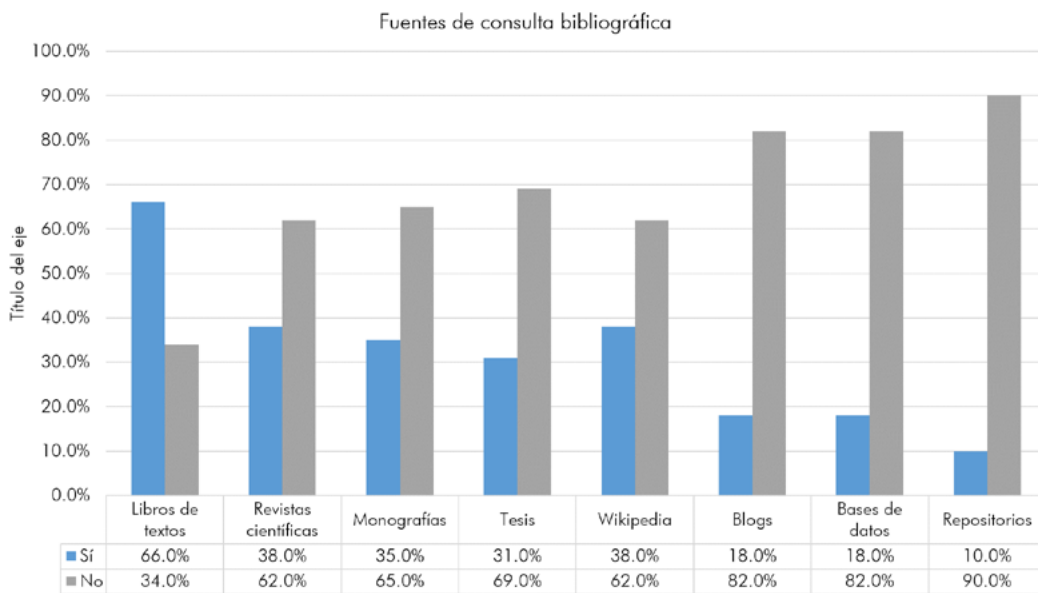
Esto permite afirmar que el docente debe aprovechar el tiempo en el aula, la biblioteca o los laboratorios de computación para que los estudiantes puedan hacer sus investigaciones, aprovechando también que pueden conectarse a través del wifi y ahorrar sus datos móviles.

Según la figura 4 los estudiantes realizan sus trabajos de investigación en la casa, esto es notorio que el 91% trabajan desde sus hogares. A qué nos lleva esto, a pensar que los trabajos de investigación solamente son orientados a realizarse en espacios externos al aula u otros espacios ajenos a la institución. Un 25% asegura que sí trabajan en el aula de clases y apenas un 19% hace uso de la biblioteca para hacer sus trabajos de investigación, cuando este es un lugar propicio para trabajar e investigar.

Uno de los aspectos que se quiso investigar a través de la aplicación de la encuesta, tiene que ver con las fuentes en las que los estudiantes consultan la bibliografía para sus trabajos de investigación.

hace a través de libros de textos, un 38% consulta las revistas científicas, un 31% consulta tesis de investigación, en menos proporción (18%) hace uso de los blogs, un 18% ya hace uso de bases de datos y apenas un 10% consulta los repositorios.

**Figura 5 Fuentes de consulta bibliográfica**

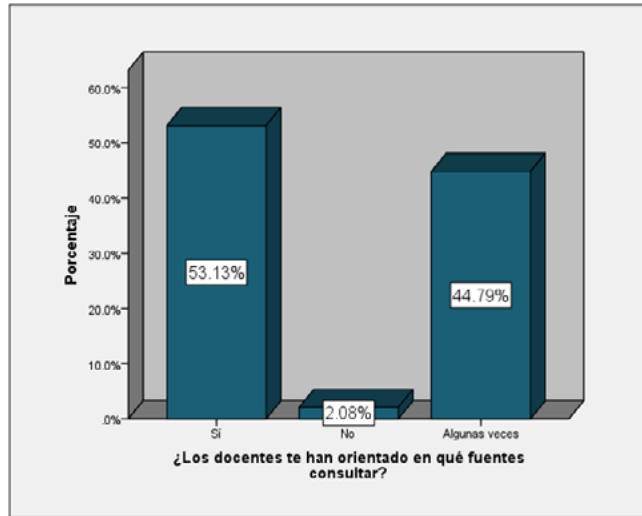


Sin embargo, a este nivel, todavía los estudiantes siguen utilizando algunos recursos no orientados como son las monografías, en un alto porcentaje (35%) y Wikipedia que todavía hay un 38% que consulta esta página.

Según la figura 7, el 53% de estudiantes afirma que son orientados por los docentes para los sitios donde pueden buscar bibliografía, un 45% asegura que algunas veces tienen orientación de los docentes sobre las fuentes donde pueden

buscar información bibliográfica, y al final, un 2% expresa no ser orientados en la búsqueda de la bibliografía.

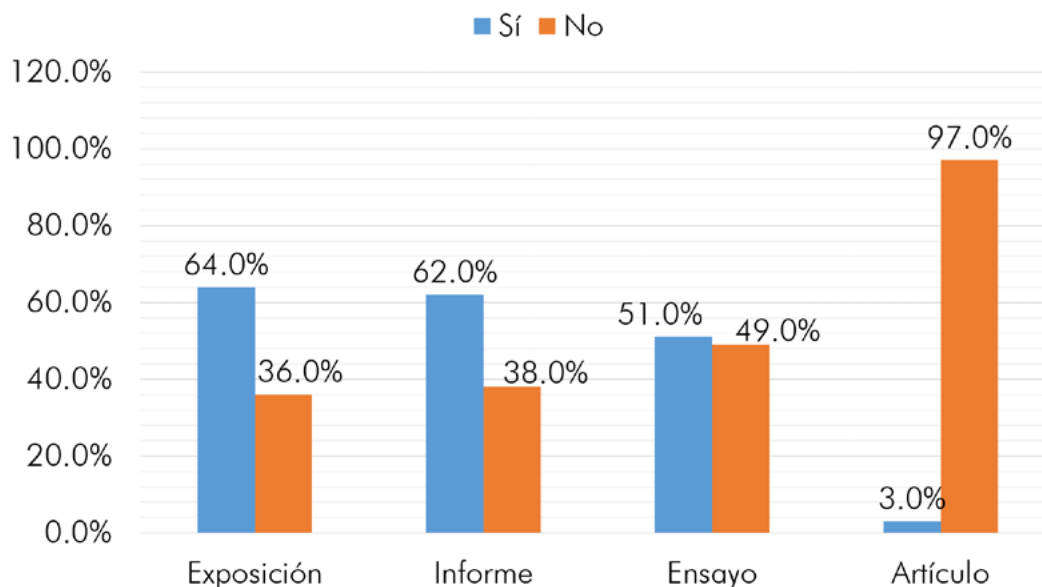
**Figura 6 ¿Los docentes te han orientado en qué fuentes consultar?**



Por otra parte, muchos de ellos carecen de la orientación de los docentes sobre la bibliografía a consultar, razón por la cual lo hacen de manera inadecuada. También, como investigan y realizan sus trabajos en la casa, esto permite que sean más notorias las dificultades presentadas.

El producto que elaboran al final de la realización de una investigación, puede ser un ensayo, exposición, informe, entre otros. Según la figura 7, el 64% afirma que lo hacen para realizar exposiciones, un 62% han sido orientados a la realización de un informe de investigación, un 51% han investigado para realizar un ensayo y solo un 3% ha investigado para la elaboración de un artículo científico.

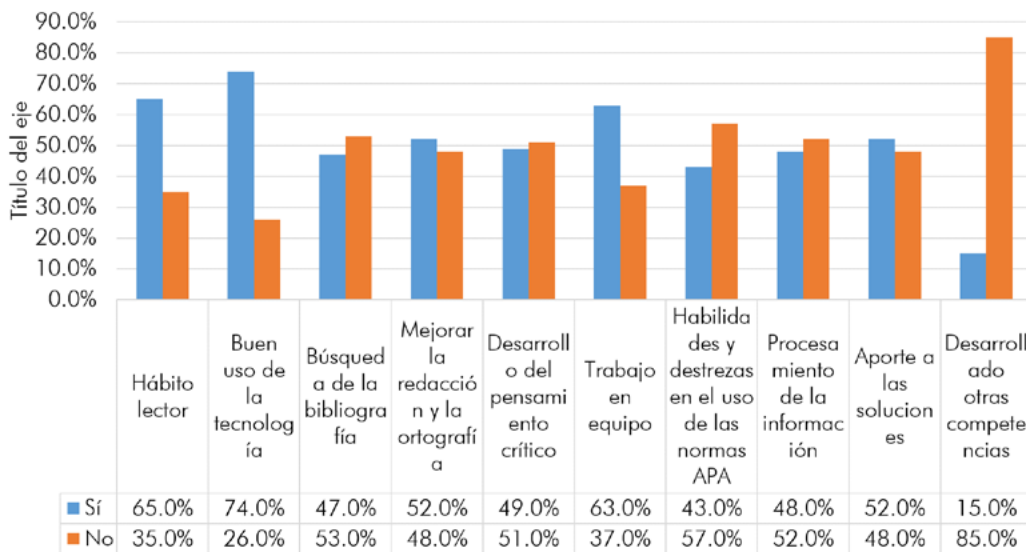
**Figura 7 Producto final de investigación**



Sin embargo, muchos docentes aprovechan el espacio y el tiempo que tienen en el aula para dirigir el proceso de la investigación. Se orienta según los componentes curriculares y el componente integrador la realización de ensayos, exposiciones, informes de investigación y hasta artículos científicos.

Por otra parte, el 97% de los estudiantes consideran que la investigación es una excelente estrategia para desarrollar competencias que le sirvan para la vida. Señala Monereo (2021) que el modelo por competencias nos permite formar estudiantes autónomos, capaces de resolver problemas con los recursos y conocimientos aprendidos.

**Figura 8 Desarrollo de competencias**



Por tanto, se afirma que a través de la puesta en práctica de la investigación como estrategia de aprendizaje, los estudiantes desarrollan competencias como el hábito lector, el pensamiento crítico, mejora en el vocabulario, la ortografía, la redacción, el trabajo en equipos, que tanto necesitan para su realización como personas y en un futuro puedan ser personas de éxito que sirvan a su comunidad y por ende a la Patria.

Por tal razón, a manera de una autoevaluación, los estudiantes consideran haber alcanzado ciertas competencias a través de la práctica de la investigación.

## CONCLUSIONES

La investigación es un eje transversal en los componentes curriculares del modelo por competencia que actualmente se está ejecutando en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua.

Sin embargo, para las prácticas investigativas se requiere que los estudiantes cuenten con recursos tecnológicos y con internet para realizar sus tareas de investigación orientados por los docentes en este proceso.

Los estudiantes como objeto de estudio de esta investigación afirman tener una muy buena actitud hacia el trabajo investigativo, y que la investigación es una estrategia para el desarrollo de competencias de manera integral en su formación profesional, que les permitirá en un futuro ser personas competentes y de éxito en la vida.

Así mismo, los discentes universitarios admiten que tienen ciertas dificultades en el proceso de investigación, pero a pesar de ello, consideran que, con este modelo por competencias, han alcanzado el desarrollo de muchas habilidades, a través de la puesta en práctica de la investigación como estrategia de aprendizaje.

Por otra parte, los docentes juegan un rol muy importante, en el desarrollo de estas habilidades investigativas, puesto que deben guiar de la mejor manera este proceso con los estudiantes. También, deben diseñar estrategias y metodologías activas, así como aprovechar el espacio áulico para la búsqueda de la bibliografía y la buena redacción de las ideas, en los productos que se obtienen al final de la investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Altamar, F.J., Arvilla, A.J., y Matos, C.M. (2011). El uso de las herramientas tecnológicas en la motivación de los alumnos hacia el aprendizaje. Proyecto pedagógico de investigación, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
- Arrechavala-Vargas, R. (2011). Las universidades y el desarrollo de la investigación científica y tecnológica en México: una agenda de investigación. *Revista de la Educación Superior*, LX(158), 41-57.
- Cepeda-Dovala, J. M. (2014). *Estrategias de enseñanza para el aprendizaje por competencias*. México: UNID Editorial Digital. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/unanmanagua/41156>
- Jiménez-Galán, Y. I., Hernández-Jaime, J., & González, M. A. (22 de abril de 2013). Competencias profesionales en la educación superior; justificación, evaluación y análisis. *Innovación educativa (México, DF)*, 13(61).
- Marrero-Sánchez, O., & Pérez-Zulueta, M. A. (2014). Competencias investigativas en la Educación Superior. *RES NON VERBA*, 55-67.
- Monereo, C. (2021). ¿Cómo evaluar las competencias? Estrategias innovadoras y exitosas. (L. Del Pozo, Entrevistador) youtube.
- Real Academia Española (2014) (23°). Obtenido de <https://dle.rae.es>
- Sanz, M. L. (2016). *Competencias cognitivas en Educación Superior*. Madrid España: Narcea S. A Ediciones.

## El feedback positivo para la enseñanza de las formas verbales conjugadas, regulares e irregulares en estudiantes de 7mo grado, Instituto Rigoberto López Pérez, Managua Nicaragua

## Positive feedback for the teaching of conjugated, regular and irregular verb forms in 7th grade students, Rigoberto López Pérez Institute, Managua Nicaragua

### **Estrella Luz Peña Ruiz**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0002-6786-6226>

[estrella.pena@unan.edu.ni](mailto:estrella.pena@unan.edu.ni)

### **Kendrihs Magdieel Calero Chévez**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0002-5337-1986>

[calerom603@gmail.com](mailto:calerom603@gmail.com)

### **Norlan René Ruíz Blandón**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0003-3682-7475>

[ruiznorlan09@gmail.com](mailto:ruiznorlan09@gmail.com)

**Recibido**

22/11/2022

**Aceptado**

17/03/2023

## RESUMEN

El feedback es utilizado indirectamente por los docentes, especialmente en preguntas de consolidación para constatar la comprensión de los estudiantes del contenido o actividades abordadas durante la asignatura de Lengua y Literatura. Desde la perspectiva socioconstructivista el feedback positivo puede lograr un mejor aprendizaje de los estudiantes. Asimismo, se podrá utilizar este como estrategia para mejorar la comprensión y asimilación de las formas verbales conjugadas, regulares e irregulares en estudiantes de séptimo grado. Es fundamental que los discentes logren interiorizar las formas conjugadas con el propósito de identificarlas y aprenderlas de forma práctica y dinámica dado que los usos de los verbos no mantienen una misma base léxica o morfema como los verbos copulativos. La presente investigación parte desde el paradigma interpretativo, con un enfoque cualitativo, por medio de la investigación aplicada y descriptiva se consiguió poner en práctica la estrategia novedosa del feedback positivo. El escenario responde al Colegio Rigoberto López Pérez y la muestra son todos los estudiantes de séptimo grado "A". Las técnicas utilizadas para la recolección de datos en el presente estudio fueron la aplicación de dos instrumentos; la prueba diagnóstica y una secuencia didáctica. Para el procesamiento de los datos se recurrió al

## PALABRAS CLAVE

Estrategia; verbos regulares; irregulares; feedback; educación.

método empírico, sintético y analítico. Los principales resultados obtenidos fueron: los estudiantes del 7mo grado desconocen de forma conceptual y práctico el uso del verbo y en el proceso de intervención educativa se evidenció pocas mejoras en el aprendizaje debido a interrupciones de tiempo en las actividades planificadas, aunque algunos estudiantes demostraron dominio en el uso de las formas verbales copulativas.

## **ABSTRACT**

Feedback is used indirectly by teachers, especially in consolidation questions to verify the students' understanding of the content or activities addressed during the subject of Language and Literature. From the socioconstructivist perspective, positive feedback can achieve better student learning. Likewise, it can be used as a strategy to improve the comprehension and assimilation of conjugated, regular and irregular verb forms in seventh grade students. It is essential that students internalize the conjugated forms in order to identify them and learn them in a practical and dynamic way, given that the uses of verbs do not maintain the same lexical base or morpheme as copulative verbs. The present research starts from the interpretative paradigm, with a qualitative approach, by means of applied and descriptive research it was possible to put into practice the novel strategy of positive feedback. The setting was the Rigoberto López Pérez School and the sample consisted of all seventh grade "A" students. The techniques used for data collection in the present study were the application of two instruments; the diagnostic test and a didactic sequence. The empirical, synthetic and analytical method was used to process the data. The main results obtained were: 7th grade students do not know in a conceptual and practical way the use of the verb and in the process of educational intervention there was little improvement in learning due to time interruptions in the planned activities, although some students showed mastery in the use of the copulative verb forms.

## **KEYWORDS**

Strategy; regular verbs; irregular; feedback; education.

## INTRODUCCIÓN

60

En la educación de la asignatura de la Lengua y Literatura es insustituible la enseñanza de los verbos, tanto en la instrucción primaria como en la secundaria, debido a que esta categoría gramatical es de suma importancia y que se emplea para denotar un acto, una acción o bien, un hecho. Este puede señalar “en el español: modo, número y persona y también puede referir tiempo y aspecto” (Nueva Gramática de la Lengua Española, 2010, p. 427) a partir de su desinencia o flexión verbal se les suele conocer como formas conjugadas. Monera (2020) menciona que los verbos “poseen además de una desinencia, una raíz” (párr. 15), o también conocida como base léxica o morfema, que es la que porta el significado fundamental de la acción. Cabe destacar que si hay verbos que tienen desinencias hay otros que carecen de ellas en su totalidad, es el caso de los verboides.

Igualmente, entre las diferentes formas del verbo se encuentra los verboides o formas no personales del verbo: el infinitivo, el gerundio y el participio, su estructura no reflejan desinencias de tiempo, género y número “sin embargo, poseen aspecto, como el caso del gerundio, el cual tiene un aspecto imperfecto y el participio, el cual es perfecto. No ocurre lo mismo en el caso del infinitivo, es decir, el cual no posee un aspecto determinado” (Ramírez, 2019, párr. 4). Para identificar estos verbos hay que conocer sus prefijos como ejemplo los terminados en -ar, -er, -ir corresponde a los infinitivos, -ado, -ido para los participios y para los gerundios son: -ando, -undo, -yendo. Es importante mencionar que los verbos no finitos pueden tomar propiedades desinenciales al ser conjugados en determinados contextos y que estos verbos no precisamente cumplen un mismo paradigma, sino que se dividen en dos, los regulares e irregulares.

Para entender los verbos regulares, Hovland (2020) menciona que es preciso tener en cuenta que el “morfema es la unidad mínima en la que se asocian significado y forma, es decir, la mínima unidad lingüística que tiene significado por sí misma” (p. 8). Y que estos morfemas pueden o no estar acompañados de sufijos y prefijos. Para simplificar los verbos regulares se presenta aclararemos que: son aquellos que no presentan ningún cambio en su morfema o raíz cuando son conjugados o derivados. Verbigracia: El infinitivo *correr*, como se presenta en el ejemplo, es un verbo regular debido a que mantiene el morfema en cada una de las flexiones.

Siguiendo la definición de Hovland (2020), según el ejemplo, “*corr*” sería la raíz léxica del infinitivo *correr* y lo que le continúa corresponde a la desinencia. No obstante, con los verbos irregulares ocurre todo lo contrario, según Ramírez (2019) “al conjugarse en algunos de sus tiempos y modos, él mismo sufre una modificación en su raíz” (párr. 3). Un ejemplo es la comparación del infinitivo /*caber*/ en sus tiempos pasado y presente de la tercera persona, y del verbo /*freír*/ en presente y futuro de la primera persona.



**Tabla 1 Permanencia de la raíz léxica del verbo correr**

Persona y número	Pretérito	Presente	Futuro
1ra persona del singular	Corr-í	Corr-o	Corr-eré
2da persona del plural	Corr-ieron	Corr-en	Corr-erán

Si se hace una comparación entre la tabla 1 y 2 queda de manifiesto que los verbos irregulares son complejos debido a la gran cantidad de variantes que contienen y las reglas y formas que se presentan, además de los divergentes empleos de que los hablantes los dotan. Por su parte,

la Real Academia Española en su Manual de la nueva gramática (2010, p. 57) refiere que los verbos irregulares pueden ser categorizados en tres tipos: consonánticos, vocálicos y mixtos, por consiguiente, su enseñanza debe aplicarse estrategias de aprendizaje para exteriorizar las desinencias.

**Tabla 2 Irregularidades en la raíz léxica de los verbos haber y freír**

Persona y número	Pretérito	Presente	futuro
3ra persona del singular	cup-ieron	cab-en	----
1ra persona del singular	-----	frí-o	freí-re

El verbo haber provoca dificultades en su uso por las variantes que posee.

**Figura 1 Tipos de irregularidades verbales**



Hay que agregar que los verbos irregulares comprenden otro tipo de fenómeno, tal es el caso de los verbos copulativos, los cuales son considerados irregulares debido a sus raíces supletivas dado que no siguen el paradigma de conjugación de los infinitivos, es decir: que la raíz léxica cambia al igual que su sufijación.

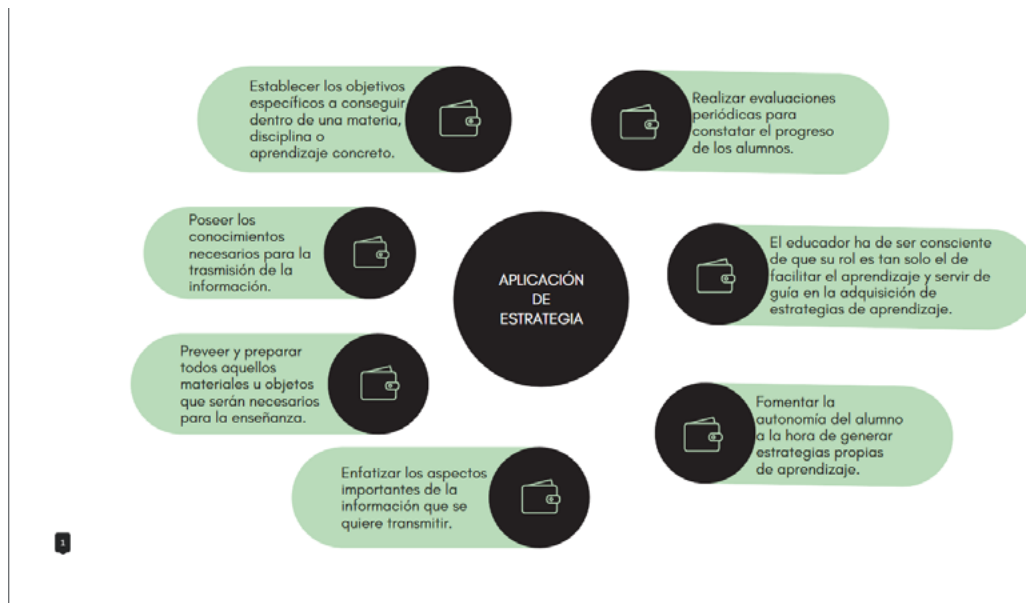
Por ejemplo: el verbo “ser” al conjugarse en la primera persona del singular en tiempo pasado es “fui”, acá ya es notable que hay una alternancia radical, ya que no hay una concordancia de ninguna vocal o consonante con su estado primario. Para Liu (2020) “En español los verbos copulativos son los que no aportan un significado pleno, solo se utilizan para unir el sujeto y el predicado. Los copulativos principales son ser y estar, que se utilizan en oraciones con predicado nominal” (p. 57). Estos verbos a diferencia de otros necesitan de un complemento para tener sentido, ya que no son plenos, este complemento es el atributo: que puede ser un sintagma nominal, adverbial o preposicional.

Con esta descripción general de los verbos (de las formas no finitas, los verbos regulares e irregulares y de raíces supletivas) es un contenido complejo tanto para la enseñanza, como para el aprendizaje. Es un conocimiento de gran dificultad para los estudiantes y el docente debe esculcar y explicar los distintos fenómenos verbales para enseñarlos, además de ser cuidadoso en la competencia que desea desarrollar, puesto que es una línea intrincada de aprendizaje para los estudiantes. Por esta razón, son importantes las estrategias didácticas para llevar a cabo la enseñanza de un contenido o tema más cuando presenta gran dificultad en los discentes en el escenario pedagógico.

Delgado, Contreras y Ríos (2018) las definen como “estrategias metodológicas de enseñanza, aprendizaje y evaluación con un enfoque interactivo... que coadyuvan a lograr que la enseñanza se convierta en una acción lúdica... en el interactuar de los docentes y alumnos para generar ambientes significativos” (p.2). Estas estrategias pueden variar en dependencia de las competencias a desarrollar y del tipo de estudiante al que se le enseña, consecuentemente hay factores que han de ser tomados en cuenta como la edad, interés, motivación, por ejemplo.

No obstante, la función de una estrategia es asegurar que el aprendizaje sea adquirido, procesado y asimilado para ser llevado a la praxis, es lo que se entiende por competencia y este resultado es completado cuando el docente lleva a cabo una sucesión de acciones que favorezca al desarrollo de la estrategia, Salvador (2018) en la revista *Psicología y mente* enumera las siguientes:

**Figura 2 Proceso de aplicación de la estrategia didáctica según Salvador (2018)**



Para asegurar el aprendizaje de los verbos, la estrategia del *feedback* se considera apropiada, puesto que está enfocada en el aprendizaje de los estudiantes y del desarrollo de actitudes cognitivas. Para Fernández (2020) esta estrategia “proporciona al estudiante información sobre qué ha hecho bien o no, qué puede mejorar y cómo hacerlo y consiste en proporcionar una ayuda al alumnado para que sepa qué objetivos ha logrado y cuáles no, y decida dónde depositar sus esfuerzos” (párr. 5). Aunque se cree que esta estrategia suele utilizarse sólo como un método de pregunta (docente) y respuesta (estudiante) lo cierto es que tiene varios enfoques y funciona como un estímulo positivo al momento de adquirir los nuevos conocimientos, en este caso, los verbos. También sirve para reforzar un ecosistema educativo-assertivo que fomente el aprendizaje con significación, aún más ayuda a reforzar la autoestima y autoconcepto en el discente. Shung (2012) explica que la autoeficacia del alumno se demuestra en la ejecución de la tarea.

Esta estrategia es beneficiosa debe ser utilizada con sutileza, puesto que el mal empleo de esta puede generar un efecto negativo en el discente. El *feedback positivo* demostrará al aprendiente que se está conforme con la respuesta proporcionada y en caso contrario, se deberá redirigir la respuesta errada junto con el aprendiente hacia una respuesta correcta y no caer en las críticas, lo menciona Martín (2018) puesto que “las críticas tienden a ser... destructivas y a pretender un cambio en la forma de actuar, sin embargo, la retroalimentación ofrece simplemente un punto de vista externo a la situación y una posible solución para mejorar aquellas cosas que no han tenido el resultado esperado” (párr. 4).

Para llevar a cabo un *feedback* no es simplemente plantear un conjunto de preguntas en un orden establecido, sino formular preguntas pertinentes. Morán (2021) describe en la revista *Smartick* una serie de condiciones para realizar un *feedback positivo*:

**Figura 3 Esquematización de pautas para llevar a cabo un feedback positivo**



El *feedback* pese a que es una estrategia que desarrolla la comprensión y la asimilación de nueva información, requiere de la ejecución de una secuencia didáctica, constituida por un conjunto de actividades concatenadas con el propósito de llevar a cabo el proceso de enseñanza aprendizaje (PEA) en un escenario pedagógico para dar solución a problemáticas cognitivas sobre una temática en un determinado grupo de estudiantes, por ende:

“es importante enfatizar que no puede reducirse a un formulario para llenar espacios en blanco, es un instrumento que demanda el conocimiento de la asignatura, la comprensión del programa de estudio y la experiencia y visión pedagógica del docente, así como sus posibilidades de concebir actividades “para” el aprendizaje” (Díaz, 2013, p. 1)

### Secuencia didáctica

La secuencia didáctica aplicada para la intervención del tema en cuestión cumplió la siguiente estructura: “objetivo/s, fundamentación destinatarios, contenidos, secuencia de actividades: fase exploratoria, fase de indagación guiada, fase de creación de producto final y evaluación” (Rodríguez, 2016, p. 3). Esta organización favorece y facilita al docente la comprensión de cada una de las etapas a desarrollar y la implementación de esta adecuadamente, por esta razón Bettini, Palacios y Rimoli (2009) mencionan que las secuencias:

“se planifican siguiendo un orden temporal que contempla frecuencia y periodicidad. Esto es, se tiene en cuenta que no debe pasar mucho tiempo entre cada actividad, y a su vez que se deben promover varias oportunidades de desarrollar una misma actividad, complejizándola desde las variables didácticas que implica” (p. 3).

**Tabla 3 Momentos de la secuencia didáctica según Mendoza (2019)**

Momento del aprendizaje	Intencionalidad pedagógica ejemplo de actividades	Ejemplo de actividades
1. Inicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Captar la atención del alumno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proponer actividades o estrategias que sirvan de disparador para que el alumno se interese por el tema</li> </ul>
2. Indagación de saberes previos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnosticar y activar conocimientos previos.</li> <li>- Ayudar a los alumnos a formular hipótesis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explorar qué conocimientos poseen los alumnos sobre el tema a enseñar.</li> <li>- Plantear una situación problema, real o 15 hipótesis imaginarias.</li> <li>- Elaborar preguntas a partir de una salida, película, diarios, revistas, etc.</li> <li>- Escuchar una canción, un cuento, una adivinanza, etc.</li> <li>- Dinámicas grupales, individuales, torbellino de ideas, diálogo.</li> <li>- Observación directa o indirecta de algún recurso</li> </ul>
3. Conflicto cognitivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ayudar a los alumnos a formular hipótesis.</li> <li>- Presentar el contenido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planteo de un problema o conflicto cognitivo que despierte la necesidad de resolverlo.</li> <li>- Realizar un esquema en el pizarrón.</li> <li>- Realizar un mapa semántico a partir de los conocimientos de los alumnos.</li> <li>- Proponer condignas claras</li> <li>- Trabajo con material manipulativo correcto.</li> <li>- Participar o proponer juegos de competencias Dramatizar</li> </ul>

Momento del aprendizaje	Intencionalidad pedagógica ejemplo de actividades	Ejemplo de actividades
4. Introducción de conceptos, procedimientos y análisis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Que el alumno observe, compare, relacione cada parte de ese todo que captó inicialmente.</li> <li>- Interactúe con el material concreto de estudio con sus pares y con el docente para elaborar los conceptos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consultar bibliografía, diarios, revistas, etc.</li> <li>- Responder cuestionarios.</li> <li>- Organizar datos.</li> <li>- Seleccionar conceptos y establecer relaciones para realizar un mapa conceptual.</li> <li>- Discutir experiencias, mensajes de un libro, de un video, de un programa televisivo.</li> <li>- Escribir conclusiones, ideas principales.</li> <li>- Anotar palabras claves.</li> <li>- Subtitular párrafos</li> <li>- Seleccionar conceptos y establecer relaciones.</li> <li>- Discutir mensajes de un libro, de un video, etc.</li> <li>- Trabajar con tarjetas, fotos, imágenes, dibujos.</li> <li>- Participar en juegos.</li> </ul>
5. Estructuración del conocimiento o síntesis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integrar los conceptos analizados en un todo estructurado, comprendiendo sus relaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Completar y confeccionar sinópticos, esquemas, diagramas, cuadros comparativos, mapas conceptuales.</li> <li>- Investigaciones individuales y grupales en las que el conocimiento se sistematiza y construye.</li> <li>- Plantear investigaciones que muestren las ideas y las relaciones entre las mismas.</li> <li>- Completar guías de trabajo o de investigación, textos, esquemas, maquetas, diagrama, gráficos, experiencias directas e indirectas.</li> </ul>
6. Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lograr que los alumnos sean capaces de aplicar los conocimientos adquiridos en otras situaciones similares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpretar imágenes, textos, gráficos, esquemas.</li> <li>- Confeccionar una maqueta o trabajos plásticos manuales.</li> <li>- Participar en diálogos, conversaciones, debates.</li> <li>- Resolver e inventar ejercicios, problemas, situaciones conflictivas.</li> <li>- Redactar textos breves, informes.</li> </ul>

Momento del aprendizaje	Intencionalidad pedagógica ejemplo de actividades	Ejemplo de actividades
7. Actividades de cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lograr que los alumnos puedan sintetizar e integrar los conocimientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Completar esquemas de clasificación y mapas conceptuales, cuadros de doble entrada, comparativos, cronológicos.</li> <li>- Confeccionar esquemas de clasificación.</li> <li>- Componer una viñeta, historieta, cuento, títere, etc. que integre las ideas principales del tema y donde se vean las relaciones de unas con otras.</li> <li>- Participar en juegos que impliquen integrar los conceptos aprendidos.</li> <li>- Organizar y participar en competencias para resolver problemas, ejercicios, cuestionarios, etc.</li> <li>- Resolver situaciones conflictivas. Repetir y recitar poesías en forma individual y grupal.</li> </ul>
8. Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acompañar en forma continua (evaluación formativa) la marcha del proceso en cada una de las actividades planificadas.</li> <li>- Reajustar si es necesario.</li> <li>- Evaluar el resultado (formativa) para comprobar si los alumnos acreditan los aprendizajes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se pueden usar las actividades mencionadas previa elaboración de un instrumento para su registro (lista de control con aprendizajes acreditables).</li> <li>- Los ítems de las pruebas escritas deben ser similares a situaciones planteadas y responder a los indicadores de logro propuestos.</li> </ul>

Es preciso mencionar que todo instrumento o método posee sus propias singularidades y una secuencia no es la excepción, su elaboración debe cumplir ciertos parámetros o características para que esta sea efectiva. Es decir, debe estar enfocada en un sujeto, en determinado espacio y con un propósito declarado.

### Descripción de la secuencia didáctica

La secuencia didáctica se desarrolló en el I semestre del año lectivo 2022 con un grupo de 30 estudiantes de 7mo grado del colegio Rigoberto López Pérez del turno vespertino. Donde se atendió a discentes de edades de 12 a 14 años de edad, y centró su atención en la aplicación del *feedback* como estrategia didáctica para la enseñanza de las formas no personales del verbo, las formas conjugadas y los copulativos para el grupo de séptimo grado.

Está conformada por tres fases, cada una con un número limitado de dos sesiones con actividades lúdicas como: tachemos verbos, creemos cúpula y desconjuguemos a los conjugados a partir del ludo, cada una enfocadas en construir un ambiente ameno y solidario en el que los estudiantes tengan la total libertad de ser participantes de su propio aprendizaje y corroborarlo mediante la estrategia que se propone, "El feedback".

**Tabla 4 Secuencia didáctica para la enseñanza de las formas verbales conjugadas, regulares e irregulares**

Plan esquemático de la secuencia didáctica El uso del Feedback como estrategia de enseñanza.		
Fase I.		
Sesión I. (Diagnosis)		
Tiempo: 45 Min		
Actividades	Materiales	Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atenderán las orientaciones previas a la solución de la diagnosis</li> <li>- Aplicación de diagnóstico.</li> <li>- Manifestarán sus conocimientos en la solución de la prueba.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guía de observación</li> <li>- Marcadores</li> <li>- Pizarra</li> <li>- Lapiceros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guía de observación.</li> <li>- Se evaluará el conocimiento teórico de los verbos copulativos.</li> <li>- Se evaluará la praxis en la conjugación de los verbos.</li> </ul>
Sesión II. Aprendamos sobre los verbos conjugados		
Contenido: Gramática: clases de palabras		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las formas verbales conjugadas</li> </ul>		
Tiempo: 45 min.		
Actividades	Materiales	Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación de la secuencia</li> <li>- Observarán un video sobre las formas verbales conjugadas.</li> <li>- Participarán del feedback para corroborar los puntos abordados en el video.</li> <li>- Crearán por grupo una lista de diez verbos conjugados en futuro de la primera persona.</li> <li>- Participarán de la actividad Tachemos verbos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data show</li> <li>- Link del video en youtube: <a href="https://youtu.be/clSc7SE0IUQ">https://youtu.be/clSc7SE0IUQ</a></li> <li>- Preguntas para feedback</li> <li>- Hoja para lista de verbos</li> <li>- Lista de oraciones para análisis morfológico:</li> <li>- Parlante vía bluetooth</li> <li>- Pizarra</li> <li>- Marcadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cualitativa</li> <li>- Coevaluación</li> <li>- Respuestas obtenidas a través del feedback</li> <li>- Lista de cotejo</li> <li>- Se evaluará la lista de verbos redactada por los estudiantes.</li> <li>- Evaluación de oraciones</li> <li>- coevaluación oral</li> <li>- Respuestas obtenidas a través del feedback</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizarán un análisis morfológico de oraciones coordinadas y determinarán la forma verbal conjugada.</li> <li>- Participarán del feedback para aclarar cómo funcionan los verbos conjugados</li> <li>- Investigarán sobre los verbos copulativos.</li> </ul>		
--	--	--

**Fase II. Aprendamos sobre los verbos**

**Sesión I. construyamos cúpulas (verbos copulativos)**

**Contenido: Gramática: clases de palabras.**

- Las formas verbales conjugadas
- Los verbos copulativos

**Tiempo: 45 min.**

Actividades	Materiales	Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Responderán a las preguntas sobre el contenido pasado de los verbos conjugados (tiempo, modo, persona)</li> <li>- Verán un video sobre las generalidades de los verbos copulativos.</li> <li>- Participarán de la actividad la oración concatenada para el estudio del concepto de verbos copulativos.</li> <li>- Participarán del feedback para corroborar y concretar la definición y características de los verbos copulativos</li> <li>- Participarán de la actividad construyamos cúpulas en la que organiza coherentemente oraciones que concuerden en tiempo, número y persona</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preguntas del tema anterior</li> <li>- Datashow</li> <li>- Link del video sobre los verbos copulativos: <a href="https://youtu.be/DOBXaFGciF8">https://youtu.be/DOBXaFGciF8</a></li> <li>- La oración concatenada</li> <li>- Fichas de contenido</li> <li>- Preguntas para feedback</li> <li>- Construyamos cúpulas</li> <li>- Tres cajas</li> <li>- 20 fichas cuyo contenido sea verbos copulativos</li> <li>- 20 fichas cuyo contenido sea sintagma nominal sujeto</li> <li>- 20 fichas cuyo contenido sea sintagma nominal predicado.</li> <li>- Pizarra</li> <li>- Marcadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coevaluación</li> <li>- Evaluación oral</li> <li>- Coevaluación</li> <li>- Evaluación oral</li> <li>- Lista de cotejo</li> <li>- Construye oraciones copulativas coherentes entre sujeto y atributo teniendo en cuenta el tiempo, número y persona.</li> </ul>

**Sesión II. Desconjuguemos a los conjugados  
(las formas no personales del verbo)**

**Contenido: Gramática: clases de palabras.**

- **Las formas verbales conjugadas**

**Tiempo: 45 min.**

- **Las formas no personales del verbo**

Actividades	Materiales	Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organizarán grupos de 5 integrantes.</li> <li>- Participarán en conjunto en la resolución de la actividad rompecabezas.</li> <li>- Expondrán el contenido plasmado en los rompecabezas.</li> <li>- Participarán del feedback para consolidar el concepto y características de las formas no personales del verbo.</li> <li>- Se dividirán en 3 grupos para participar en el juego Ludo.</li> <li>- Determinan las formas no personales a partir de sintagmas verbales.</li> <li>- Leerán el contenido de los verbos impersonales del libro de texto y completarán el crucigrama de la página 131 del libro de Lengua y Literatura de 7mo grado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rompecabezas</li> <li>- Feedback</li> <li>- Lista de preguntas.</li> <li>- Ludo</li> <li>- Crucigrama</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coevaluación</li> <li>- Lista de cotejo</li> <li>- Determinan correctamente las formas no personales a partir de verbos conjugados en la actividad Ludo.</li> <li>- Rúbrica</li> <li>- Resuelven de manera adecuada el crucigrama.</li> </ul>

Fase III		
Sesión I Rebobinemos y consolidemos nuestros conocimientos (Retroalimentación)		
<p><b>Contenido: Gramática: clases de palabras.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Las formas verbales conjugadas</b></li> </ul> <p><b>Tiempo: 45 min.</b></p>		
Actividades	Materiales	Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Completarán el mapa mental con las definiciones, características y particularidades de los verbos conjugados, las formas no personales y los copulativos.</li> <li>- Completarán la tabla P.N.I con los puntos de vista sobre todo el proceso de la secuencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impresiones del esquema</li> <li>- La pizarra</li> <li>- Marcadores</li> <li>- Tablas P.N.I</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rúbrica</li> <li>- Tabla P.N.I</li> </ul>
Fase III		
Sesión II. v Expongamos nuestros murales colaborativos (conclusión de la secuencia)		
Actividades	Materiales	Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se dividirán en tres grupos para la participación en la actividad <i>Expongamos nuestros murales colaborativos</i>.</li> <li>- Construirán un mural colaborativo por equipo.</li> <li>- Participarán en conjunto realizando aportes para la construcción del producto "mural colaborativo".</li> <li>- Expondrán el producto elaborado ante el grupo de séptimo B.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartulinas</li> <li>- Marcadores</li> <li>- Hojas de colores</li> <li>- Tijeras</li> <li>- Pegamento</li> <li>- Papel crepe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación del contenido del mural.</li> <li>- Lista de cotejo</li> </ul>

El objetivo principal de este artículo científico es proponer el *feedback* positivo para la enseñanza de las formas verbales conjugadas regulares e irregulares en estudiantes de séptimo grado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

72

El paradigma que rigió este trabajo es el interpretativo dado que este permite al investigador ser flexible y diligente de ejercer determinadas deducciones, como menciona y define Ayala (2021) que este es un “modelo que se basa en la comprensión y descripción de lo investigado y surge como reacción al concepto de explicación y predicción típico del paradigma positivista” (párr.1). Cabe mencionar que su enfoque es cualitativo debido que se pretendió evaluar por sobre todo las aptitudes o conocimientos que los discentes poseen sobre la determinada temática, en otras palabras, Sánchez (2019) señala que: “la investigación bajo el enfoque cualitativo se sustenta en evidencias que se orientan más hacia la descripción profunda del fenómeno con la finalidad de comprenderlo y explicarlo a través de la aplicación de métodos y técnicas (...)” (párr. 3).

La técnica utilizada para la recolección de los datos consistió en la aplicación de dos instrumentos. El primero se aplicó una prueba diagnóstica al inicio y al final de la intervención didáctica con el objetivo de obtener información sobre las dificultades en relación al contenido de estudio (la forma verbal conjugada y formas no personales del verbo). El segundo instrumento responde a una secuencia didáctica que tuvo como propósito aplicar el *feedback* como estrategia para la enseñanza de las formas verbales y demostrar cómo esta estrategia mejoraría el PEA en la educación secundaria.

Para la recolección, procesamiento y análisis de los datos obtenidos se recurrió al método empírico, que consiste en la experiencia directa con las cosas y cuyo principal fundamento es la percepción directa del objeto de investigación y el problema. Cada momento de este trabajo permitió reflexionar sobre las dificultades tanto en la forma de enseñanza como el método de aprendizaje de la asignatura de Lengua y literatura en la educación secundaria, a través de los datos obtenidos durante la aplicación de los instrumentos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de los resultados implica dos momentos cruciales de la investigación. El primer instante corresponde *a priori* de iniciar la secuencia didáctica y el segundo, tras su finalización, con el propósito de realizar un contraste entre los conocimientos de los estudiantes pre y post secuencia didáctica. Cabe aclarar que se extrajo una muestra de diez pruebas diagnósticas del total aplicadas por cada momento para la realización del análisis. El procedimiento empleado para el estudio e interpretación de las pruebas diagnósticas consistió en examinar las respuestas de cada ejercicio, específicamente, por ítems.

En términos generales, la diagnosis se compone por tres ítems. El primero comprende tres ejercicios de carácter teórico, presentados como ejercicios (incisos) de selección múltiple:

*Ejercicio 1:* Consiste en seleccionar una de las cuatro opciones, cada una con grupos de verbos, la cual contenga los verbos copulativos, ser y estar.

*Ejercicio 2:* Refiere cuatro conceptos que se aplican a los verbos en general, sin embargo, solo uno de ellos es aplicable a los verbos copulativos.

*Ejercicio 3:* Sugiere, siguiendo el mismo modo de operar de los anteriores ejercicios, funciones que cumplen algunos verbos en determinadas construcciones, al ser solo una de ellas, unir al sujeto con el atributo, la correcta.

En la tabla siguiente se observan los siguientes signos:

- + El cual se usa para referir que el estudiante logró realizar el ejercicio de manera correcta.
- Este se emplea para referir a que el estudiante no consiguió contestar el ejercicio.

**Tabla 5 Análisis cualitativo de la Diagnosis inicial (DI)**

Estudiantes	Ítem I			Ítem III		Ítem IV
	E1	E2	E3	E1	E2	E1
1	+	-	-	+	+	+
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	+	-	-	+	+	-
5	+	-	-	-	-	-
6	+	-	-	-	-	-
7	+	-	-	-	-	-
8	+	-	-	-	+	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

*Fuente: Modelo de Análisis cualitativo adaptado de Carranza y Carranza (2020)*

Los resultados indican que, de la muestra de diez estudiantes, en el E1 de la Diagnosis inicial (DI) tienen conocimiento de cuáles son los verbos copulativos, dado que se obtuvo un total de seis aciertos de diez, a diferencia de la Diagnosis final (DF) que evidenció un decaimiento con solo 3 aciertos del total. Lo que indica que la probabilidad de acertar en la respuesta de identificación de los verbos copulativos, ser y estar, haya sido al azar en la diagnosis inicial y que solo tres discentes, al final de la secuencia, hayan aprendido asertiva y puntualmente, por ende, contestaron bien.

En el E2 de la DI no se presentó ninguna respuesta acertada por parte de los estudiantes, lo que señala que no tenían cognición sobre la noción de los verbos copulativos, en cambio, para la DF, del grupo de diez estudiantes, solo dos acertaron en seleccionar la idea de verbos copulativos. Es decir, que los estudiantes no se percatan que la tarea de los verbos, ya antes mencionados, es la de denotar cualidades y estados.

Con el E3 en la DI no se observó ningún acierto en contraste con esta situación para la DF se mostró un aumento de tres aciertos. Esto demuestra que es necesaria la desconstrucción que el aprendizaje de la gramática debe ser enseñada por medio de un enfoque normativo, tradicional y regida por una transmisión bancaria, lo cual provoca en el discente aburrimiento y rechazo. El uso de *feedback positivo* lleva un proceso constante de reflexión y de asimilación con su constante práctica. También demuestra el estudio que es valioso observar continuamente la evolución de la adquisición del aprendizaje de los estudiantes a través de un proceso diagnóstico, y no solo explicar el contenido, sino constatar por medio de investigaciones, lo que demuestra que *el feedback* es bidireccional.

El tercer ítem cuenta con dos ejercicios, cada uno determinado a que los estudiantes completen en un enfoque de carácter práctico, por lo que se prosigue a describir en qué consiste cada uno de ellos:

Ejercicio 1: Se basa en una tabla incompleta en la que los estudiantes han de ubicar las conjugaciones del verbo “ser” en los tiempos (pasado, presente y futuro) de las tres personas gramaticales tanto en singular como en plural donde sea conveniente ubicar.

Ejercicio 2: Sigue el mismo procedimiento que el ejercicio anterior, con la leve diferencia que el verbo a conjugar es el copulativo estar.

Los resultados correspondientes al tercer ítems indican que los estudiantes en la prueba diagnóstica, previa al desarrollo de la secuencia didáctica, no disponían del entendimiento para llevar a cabo conjugaciones de verbos con raíces supletivas; queda demostrado debido a que solamente dos estudiantes hicieron el intento de completar las tablas, en la que acertaron al ubicar conjugaciones de los verbos ser y estar en algunos de los tiempos solicitados. Esto puede deberse a factores como la complejidad de su enseñanza, estrategias o ya sea al poco tiempo que se les atribuye para su desarrollo. Ahora bien, en la diagnosis post secuencia didáctica, solo un estudiante se anexa a los dos anteriores mencionados y completa el ejercicio satisfactoriamente. Aquí se plantea la importancia de que la estrategia del *feedback positivo* provoca una mejoría en la adquisición del contenido de las formas de los verbos regulares e irregulares.

El cuarto ítem consta de únicamente un ejercicio, el cual se detalla a continuación:

Ejercicio 1: Consiste en escribir a la par de cada verbo conjugado su forma no personal correspondiente.

---

En los datos analizados en el E1 cabe destacar que solo un discente logró realizar el ejercicio de manera correcta en la Diagnósis inicial, surge un déficit en la Diagnósis final donde ningún estudiante fue capaz de completar el E1. Lo que manifiesta que se debe reforzar lo conceptual antes y después de la práctica por medio del *feedback*, y destacar constantemente a los estudiantes que la praxis parte del dominio conceptual.

Efectuando ahora un estudio general de los datos obtenidos y se retomaron algunos aspectos de la tabla del análisis de las diez diagnósis iniciales seleccionadas, se escogieron en cuenta la cantidad de ítems y los ejercicios que comprenden a cada ítem. Estos sumarían un total de 60 ejercicios de los cuales solo se obtuvieron doce logros (12+) y cuarenta y ocho no logrados (48).

**Tabla 6 Análisis cualitativo de la Diagnósis final (DF).**

Estudiantes	Ítem I			Ítem III		Ítem IV
	E1	E2	E3	E1	E2	E1
1	-	-	-	-	-	-
2	+	+	+	-	-	-
3	+	-	-	-	+	-
4	-	-	+	-	+	-
5	-	+	-	-	+	-
6	-	-	-	-	-	-
7	+	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	+	+	+	-

Fuente: Modelo de Análisis cualitativo adaptado de Carranza y Carranza (2020)

De igual manera, se procedió en la tabla del análisis de las diez diagnósticas finales seleccionadas donde solo se obtuvieron trece logros (13+) y cuarenta y siete no logrados (47-). Estos resultados evidencian que la problemática aún es persistente al realizar el contrastante entre los datos recolectados y procesados de ambos momentos durante la aplicación de los diferentes instrumentos, cabe mencionar que si hay una mejoría de los aprendizajes de los discentes. Por lo que, se podría enunciar que los instrumentos aplicados, sí contribuyeron al conocimiento del tema propuesto. Al contrario de los 47-, en los 13+ se vio avance en la adquisición conceptual, procedimental y actitudinal de los contenidos por los estudiantes.

**Tabla 7. Análisis general de carácter cualitativo de los estudiantes de séptimo grado**

Perspectiva	Diagnosic inicial (DI)	Diagnosic final (DF)	Disparidad
Contenido	- No presentó dominio del tema en cuestión.	- Mejoró levemente el dominio del tema	Se manifiesta un ligero aprendizaje aunque no en todos los estudiantes.
Desempeño (Motivación)	- Escaso interés por la asignatura. - Negativa actitud a solucionar la diagnosic	- Mayor determinación - Acentuado interés al participar	La motivación aumenta, a su vez la participación por el conjunto de actividades lúdicas

Se determinó a partir de los resultados del cierre de la intervención didáctica y los resultados de la diagnosic final, que el contenido de las formas verbales, es un tema complejo para los discentes, por lo tanto debe ser enseñado constantemente a través de estrategias novedosas y ejercicios teóricos-prácticos. Igualmente, se comprendió que los estudiantes aprenderán las variantes desinenciales, si logran interiorizarlas por medio del *feedback positivo* y al verificar su funcionalidad como parte del dominio gramatical y la expresión escrita. También, se evidenció la importancia del tema para el impacto del rendimiento académico.

## CONCLUSIONES

El verbo copulativo es irregular y eso dificulta su aprendizaje, sin embargo, el aplicarlo por medio de la estrategia *feedback positivo* se comprobó que es posible que los estudiantes pueden aprender a detectarlo, diferenciarlo y utilizarlo en la práctica de la lengua oral y escrita.

La propuesta didáctica del *feedback positivo* para la enseñanza de las formas verbales conjugadas regulares e irregulares en estudiantes de séptimo grado se aplicó con ciertas dificultades. Se logró constatar que la estrategia del *feedback positivo* es relevante y novedosa, puede generar la asimilación tanto conceptual como procedimental de los tiempos verbales regulares e irregulares.

En cuanto al resultado de la diagnosic inicial los estudiantes de séptimo grado presentaron dificultades en el dominio del conocimiento conceptual y práctico del verbo. Se evidenció las siguientes situaciones: a) los discentes no logran reconocer los verbos copulativos, su concepto y función, b) no conjugan en su totalidad los verbos “ser” y “estar” en los tiempos (pasado, presente y futuro) de las tres personas gramaticales, c) carecen de conocimiento sobre las formas personales del verbo, por lo tanto no lograron completar las actividades propuestas.



Ante los resultados obtenidos de la diagnosis inicial, se prosiguió a aplicar una secuencia didáctica del *feedback positivo* como estrategia para la enseñanza de las formas verbales, que contaba con un conjunto de actividades lúdicas, cuyo objetivo primordial fue que los discentes lograrán la competencia planteada de mayor conocimiento de los verbos copulativos.

Otro aspecto destacable es que la secuencia inicial estaba diseñada para ser abordada en un tiempo de seis sesiones de clases, debido a las características del grupo de séptimo grado "B" y por afectaciones en el calendario escolar la aplicación se extendió a un total de doce sesiones de clases. Se finalizó el proceso de intervención educativa con la aplicación de la diagnosis final, que aunque no evidenció mejoras notables altas en los resultados obtenidos fue una experiencia didáctica enriquecedora para los investigadores, al destacar su importancia de su aplicación y su utilización en otros contextos educativos para seguir evidenciar su riqueza reflexiva y disquisición en el aprendizaje.

Es importante seguir aplicando la estrategia por su novedad y para la verificación de los resultados del aprendizaje, al entender que se aprende a través del *feedback*, interiorización y la asimilación para poder aplicar los contenidos.

Es valioso aplicar otras técnicas de reforzamiento de las formas del verbo como rifas, chalupas, etc.; para provocar la motivación y aceptación del contenido. Es decir que el estudiante podrá aprender cuando se le motiva. Por ello, el docente que lleva a la práctica la estrategia del *feedback positivo* deberá ser dinámico en el cuestionamiento, diálogo o debate de seguimiento y aplicación de la estrategia.

El *feedback positivo* para que logre mayor relevancia y validez debe ser practicado en el transcurso de la clase.

Otras conclusiones:

- Que la estrategia del *feedback positivo* es bidireccional, pues el docente hace reflexión desde su práctica docente y provoca mejora en los procesos de enseñanza.
- Algunos alumnos lograron adquirir algunas pautas teóricas-prácticas sobre los verbos. También, se mostraron interesados, dispuestos y motivados en la participación de las actividades lúdicas, lo que valida la importancia de la estrategia *facebook positivo*.
- Las actividades desarrolladas permitieron el trabajo y cooperación entre los discentes potenciando el trabajo en equipo, esto lleva a validar la aplicación de otras estrategias de relevancia para la aplicación del *feedback positivo* como el aprendizaje cooperativo.
- Se logró aplicar toda la secuencia didáctica lo que comprueba que las intervenciones didácticas planificadas son ejes de mejoras de la calidad educativa.

- Se aplicó la diagnosis inicial y final, logrando completar el proceso de intervención educativa.
- Aprendizaje significativo de los investigadores a elaborar y aplicar la secuencia didáctica como estrategia significativa para la mejora de los aprendizajes de gramática.
- Aplicación de estrategias novedosas en el desarrollo, aplicación y evaluación de la secuencia didáctica.
- La inasistencia de los estudiantes fue un factor que dificultó el proceso de aprendizaje, puesto que algunos estudiantes no entraron a clases durante la intervención didáctica.

Algunas limitaciones de la investigación fueron: La intervención didáctica se vio afectada por actividades, por consiguiente, interfirió en el aprendizaje de los estudiantes. No se logró trabajar el proceso completo por problemas de afectación de calendario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ayala, Maite. (19 de enero de 2021). *Paradigma interpretativo*. Liferder. <https://www.liferder.com/paradigma-interpretativo-investigacion/>
- Bettini, Palacios M., y Rimoli K. (2009). *La organización de Secuencias Didácticas en el Nivel Inicial*. La provincia. Buenos aires, <https://abc.gob.ar/secretarias/sites/default/files/2022-04/Organizaci%C3%B3n%20Secuencias%20Did%C3%A1cticas%20%282009%29.pdf>
- Cáceres Ramírez O. (2019). *Los verbos irregulares en español, concepto y ejemplos*.
- Aboutespañol. <https://www.aboutespanol.com/los-verbos-irregulares-en-espanol-2879644>.
- Cáceres Ramírez O. (2019) Las formas no personales del verbo: Infinitivo, Gerundio, Participio. *Aboutespañol*. <https://www.aboutespanol.com/las-formas-no-personales-del-verbo-2879642>
- Carranza, D. y Carranza, J. (2020). *Importancia del uso de los marcadores discursivos para mejorar la cohesión en textos expositivos en estudiantes de noveno grado del instituto Rigoberto López Pérez*. [Archivo PDF]. <https://repositorio.unan.edu.ni/14540/1/14540.pdf>
- Díaz Barriga, A. (2013). *Guía para la elaboración de una secuencia didáctica*. UNAM- México. [http://www.setse.org.mx/ReformaEducativa/Rumbo%20a%20la%20Primera%20Evaluaci%C3%B3n/Factores%20de%20Evaluaci%C3%B3n/Pr%C3%A1ctica%20Profesional/Gu%C3%ADa-secuencias-didacticas\\_Angel%20D%C3%ADaz.pdf](http://www.setse.org.mx/ReformaEducativa/Rumbo%20a%20la%20Primera%20Evaluaci%C3%B3n/Factores%20de%20Evaluaci%C3%B3n/Pr%C3%A1ctica%20Profesional/Gu%C3%ADa-secuencias-didacticas_Angel%20D%C3%ADaz.pdf)
- Gutiérrez Delgado J., Gómez Contreras F. J., y Gutiérrez Ríos C. (2018). *Estrategias didácticas de enseñanza y aprendizaje desde una perspectiva interactiva*.

- Journal of Chemical Information and Modeling. <https://www.conisen.mx/memorias2018/memorias/2/P845.pdf>
- Hovland I., R. (2020). *Conjugación y uso de los tiempos básicos del español en verbos regulares: un análisis de errores*. <https://munin.uit.no/bitstream/handle/10037/19209/thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Liu J. (2020). *Problemas del aprendizaje del verbo español en estudiantes chinos. los verbos irregulares y las formas no personales*. Universidad de Salamanca, facultad de fiología, departamento de lengua española. <https://redined.mecd.gob.es/xmlui/handle/11162/206252>
- Martín J. (2018). *¿Cómo dar un buen feedback (retroalimentación)?* Cerem international business school. <https://www.cerem.es/blog/como-dar-un-buen-feedback-retroalimentacion>
- Mendoza (2019). *La planificación y sus componentes. Secuencia Didáctica*. Recuperado de: [https://ens9002-inf.d.mendoza.edu.ar/sitio/upload/planific.\\_secuencia\\_didactica\\_1009.pdf](https://ens9002-inf.d.mendoza.edu.ar/sitio/upload/planific._secuencia_didactica_1009.pdf)
- Monera V. (2020). *Las nueve categorías gramaticales*. Divinas palabras. <https://www.victoriamonera.com/las-9-categorias-gramaticales/>
- Real Academia Española, (2010). *Nueva Gramática de la lengua española, Manual*. Espasa, Madrid. <https://www.pdfdrive.com/manual-de-la-nueva-gram%C3%A1tica-de-la-lengua-esp%C3%B1ola-d186646104.html>
- Rodríguez, F. (2016). *Características de las Secuencias Didácticas para liceos de Tiempo Completo, Tiempo Extendido y Propuesta 2016*. [http://liceoencasa.ces.edu.uy/images/pdf/\\_Recursos/Caractersticas\\_de\\_las\\_Secuencias\\_Didcticas.pdf](http://liceoencasa.ces.edu.uy/images/pdf/_Recursos/Caractersticas_de_las_Secuencias_Didcticas.pdf)
- Rovira Salvador I. (2018). *Estrategias didácticas: definición, características y aplicación*. Psicología y mente. <https://psicologiymente.com/desarrollo/estrategias-didacticas>
- Sánchez Flores, F. A. (2019). *Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos*. Revista digital de investigación en docencia universitaria, 13 (1), 102-122. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s2223-25162019000100008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s2223-25162019000100008&script=sci_arttext)
- Torrez Fernández, C. (2020). *Saca el máximo provecho al feedback en el aprendizaje*. Educación, Psicología y Sociedad. <https://blogs.uoc.edu/epce/es/saca-maximo-provecho-feedback-aprendizaje-webinar-teresa-guasch-anna-espasa/>

# ANEXOS

## Anexo 1. Prueba diagnóstica

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA  
 UNAN-MANAGUA  
 FACULTAD DE EDUCACIÓN E IDIOMAS  
 DEPARTAMENTO DE ESPAÑOL  
 PRUEBA DIAGNÓSTICA DE LENGUA Y LITERATURA

Nombre: Waldo Noel Morales G. Fecha: 02/11/22  
 Colegio: IPBZ.F Grado: 3º Sección: 3ª

Estimado estudiante, en esta prueba se pretende evaluar sus conocimientos conceptuales y procedimentales acerca de los verbos copulativos. Agradecemos su colaboración.

I. Lea las siguientes preguntas y aseveraciones y encierre en un círculo la letra que considere como la respuesta correcta.

1. Selecciona la opción que contenga los verbos copulativos.  
 a) ser y estar  
 b) amar, comer, partir, ser, ir  
 c) haber, flover  
 d) caminar, rodar, manosear

2. Los verbos copulativos son:  
 a) Los que definen acciones.  
 b) Los que denotan cualidades o estados.  
 c) Los que necesitan de los adjetivos.  
 d) Los que unen el sujeto con el predicado.

3. ¿Cuál es la función de los verbos copulativos?  
 a) Une el sujeto con el complemento directo.  
 b) Divide el sujeto del predicado.  
 c) Une al sujeto con el atributo.  
 d) Conecta el grupo nominal con el complemento de régimen.

II. Lea el cuento "El árbol mágico" de Pedro Pablo Sacristán y luego resuelva las actividades propuestas.

Nosotros	<u>estamos</u>	<u>sonos</u>	<u>serenos</u>
Vosotros	<u>estais</u>	<u>sois</u>	<u>seis</u>
Ellos	<u>están</u>	<u>son</u>	<u>serán</u>

Verbo estar	Preterito (pasado)	presente	Futuro
Yo	<u>estaba</u>	<u>estoy</u>	<u>estaré</u>
Vos	<u>estabas</u>	<u>estás</u>	<u>estarás</u>
Él	<u>estaba</u>	<u>está</u>	<u>estará</u>
Nosotros	<u>estábamos</u>	<u>estamos</u>	<u>estaremos</u>
Vosotros	<u>estabais</u>	<u>estais</u>	<u>estareis</u>
Ellos	<u>estaban</u>	<u>están</u>	<u>estaran</u>

IV. Escriba a la par de cada uno de los verbos su forma no personal.

- Corri corriendo
- Canto cantando
- Falleció falleciendo
- Ladrará ladrando
- Juego jugando
- Leeré leyendo

## La Enseñanza-Aprendizaje de la Historia en Educación Secundaria. Historia de vida de tres maestras de Tola, Rivas

### The Teaching-Learning of History in Secondary Education. The life experiences of three female teachers from Tola, Rivas

#### **Julio César Orozco Alvarado**

Doctor en Educación e Intervención Social. Docente Investigador. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0003-4819-0598>

[jorozcoa@hotmail.com](mailto:jorozcoa@hotmail.com)

#### **Recibido**

24/01/2023

#### **Aceptado**

17/03/2023

#### **Mayela Guadalupe Fariña Rodríguez**

Lic. en Ciencias de la Educación. Docente Ministerio de Educación (MINED), Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0001-6922-9047>

[farinamayela@gmail.com](mailto:farinamayela@gmail.com)

#### **Luis Felipe Almendares Miranda**

Lic. en Ciencias de la Educación. Docente Ministerio de Educación (MINED), Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0002-7402-6989>

[luisfelipealmendares1979@gmail.com](mailto:luisfelipealmendares1979@gmail.com)

#### **Liwdmila Lariza Cruz Aguilar**

Lic. en Ciencias de la Educación. Docente Ministerio de Educación (MINED), Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0002-1671-1451>

[liwdmilacruz85@gmail.com](mailto:liwdmilacruz85@gmail.com)

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el municipio de Tola, departamento de Rivas, con el objetivo de indagar los procesos de enseñanza aprendizaje en la asignatura Historia de Nicaragua, Historia de América e Historia Universal, a través de historias de vida a tres docentes de Educación Secundaria. Esta investigación surge a partir de la necesidad de conocer y valorar la labor de los docentes que impartieron la asignatura Historia. El estudio se basa en el paradigma interpretativo, en este se recopila las metodologías didácticas utilizadas por las docentes de Historia. Es una indagación retrospectiva, se fundamenta en las experiencias docentes, narradas por las maestras en la década que impartieron docencia en la década de los años 90. Para llevar a cabo este estudio se utilizó la Historia Oral como método de investigación y el enfoque de investigación cualitativo, se utilizó la historia de vida como técnica de investigación. Como principales hallazgos se pueden mencionar que en la década de los 90 la enseñanza de las asignaturas de Historia era tradicional, basada en memorización y utilización de libros

## PALABRAS CLAVE

Aprendizaje; enseñanza; historia; oralidad.

textos, elaboración de resúmenes e investigaciones en la biblioteca del Centro Escolar. Además, era una educación no gratuita, basada en los preceptos de la “autonomía escolar” y con altos índices de empirismo docente.

## **ABSTRACT**

This research was carried out in the municipality of Tola, department of Rivas, with the objective of investigating the teaching-learning processes in the subject History of Nicaragua, History of America and Universal History, through the life stories of three teachers of Secondary Education. This research arose from the need to know and value the work of the teachers who taught the subject History. The study is based on the interpretative paradigm, in which the didactic methodologies used by the History teachers are compiled. It is a retrospective inquiry, based on the teaching experiences narrated by the teachers in the decade that they taught in the 1990s. To carry out this study, oral history was used as a research method and the qualitative research approach, using life history as a research technique. As main findings we can mention that in the 90's the teaching of History subjects was traditional, based on memorization and use of textbooks, elaboration of summaries and research in the library of the School Center. Moreover, it was a non-free education, based on the precepts of “school autonomy” and with high rates of teacher empiricism.

## **KEYWORDS**

Learning; teaching; history; orality.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada *La Enseñanza-Aprendizaje de la Historia en Educación Secundaria. Historia de Vida de tres maestras de Tola, Rivas*, se realizó por la necesidad de reconstruir memorias del proceso de Enseñanza-Aprendizaje en la asignatura de Historia y darle voz a estos maestros, que dedicaron parte de su vida a la educación, experiencias, dedicación a la comunidad educativa y a la sociedad rivense.

El estudio se realizó con el propósito de analizar los procesos de enseñanza aprendizaje de la asignatura de Historia, se trabajó con estudiantes que habían recibido una o todas las asignaturas de Historia, ya fuese Historia de Nicaragua, Historia de América o Historia Universal, el estudio se centró en la metodología didáctica aplicada por los docentes en la década de los años 90, los resultados de esta investigación pretenden fortalecer los conocimientos de los docentes en la enseñanza-aprendizaje de la Historia en Educación Secundaria, mediante la información transmitidas por los docentes en sus experiencias vividas, las que fueron recopiladas utilizando el Método de la Historia Oral para reconstruir sus Historias de Vida, fundamentada en sus testimonios, experiencias y la metodología utilizada en su desempeño como docentes.

Como antecedentes de la presente investigación se encontraron cuatro estudios, dos de carácter internacional y dos de carácter nacional.

De carácter internacional, se halló un estudio titulado: *Historia Oral e investigación escolar, para la construcción de subjetividad en el aula*, elaborado por Becerra Gonzalez, (2016), de la Universidad Católica del Perú, tiene como objetivo; brindar herramientas metodológicas y conceptuales a los estudiantes para el estudio y construcción de Historias de Vida. Plantea la conclusión el abordaje de la construcción y deconstrucción de sujetos en el aula, sirvió como un escenario que propició desde un enfoque constructivista un aprendizaje mutuo en la relación estudiante- maestro.

El segundo estudio realizado en el contexto internacional, en la Universidad Autónoma de México (UNAM), elaborado por Pérez Rubio (2013), titulado: *Resiliencia. Tres historias de vida*, tiene como objetivo conocer de cerca historias de vida de personas que han logrado desarrollar la resiliencia en sus experiencias. Plantea como consideración los tres ejemplos de historias de vida que narraron sus experiencias, son muestras vivientes tanto de resiliencia como de la validez de las narraciones orales, se trata de personas que logran desarrollar, aun sin saberlo, patrones de resiliencia.

En cuanto a los antecedentes nacionales el primero, titulado *Memorias de los procesos de Aprendizaje de las Ciencias Sociales en Educación Secundaria en Rivas, Nicaragua*, elaborado por Cerda Flores y Peña (2019), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, tiene como objetivo, analizar los procesos

de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Sociales en las décadas de los 80,90, y 2010, a través de tres historias de vida de profesores de Ciencias Sociales de Educación Secundaria en el municipio de Rivas, plantea como conclusión; Mediante la aplicación de la técnica Historia de Vida, se recopilaron las memorias de tres docentes y tres estudiantes sobre la enseñanza de las Ciencias Sociales en las décadas de los 80,90 y 2010 en donde se hizo uso de la entrevista a profundidad para que las personas entrevistadas respondieran con base a la temática de interés.

El segundo estudio a nivel nacional, titulado: *Historia de vida de dos docentes y tres estudiantes de Ciencias Sociales de Educación Secundaria de 1990*, elaborado por Méndez et al. (2020). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, tiene como objetivo: identificar los procesos de enseñanza aprendizaje en el área de Ciencias sociales en la década de los años 90, mediante historias de vida de dos docentes de Ciencias Sociales en Educación Secundaria. Plantea como conclusión: El uso de historias de vida permite verificar una serie de aspectos de resiliencias que presentan las personas, las dificultades y adversidades que contemplan en sus vivencias, también resaltan las experiencias de los individuos en su acción dentro de la sociedad.

### **Educación en Nicaragua**

Respecto a la educación en Nicaragua, Martínez, et al (2017) menciona lo siguiente: La educación en Nicaragua tiene como objetivo la formación plena e integral de las personas, así como de dotarles de una conciencia crítica, científica y humanista; desarrollar su personalidad y el sentido de su dignidad; y capacitarles para asumir las tareas de interés común que demanda el progreso de la nación. La educación es un factor para la transformación y el desarrollo del ser humano. (p. 711).

De acuerdo con lo antes planteado, se puede afirmar que la educación abarca como eje transversal el conocimiento integral de los nicaragüenses, la adquisición de conocimientos, valores, creencias y hábitos que se transfieren a través del proceso de enseñanza aprendizaje.

El presente estudio se apoya en el aporte de Arríen (2008) y lo divide en cuatro períodos:

La educación en Nicaragua tiene los siguientes períodos: La Educación para el incipiente desarrollo acelerado (1950-1979); Educación para el cambio social (1979-1990); Educación en la dinámica neoliberal (1990-2007); Educación como derecho y desarrollo humano 2007, por lo tanto, el presente trabajo se ubica en el tercer período de la Educación en la dinámica neoliberal.

Este período comprendido entre 1990 al 2007, incidió en la Educación nicaragüense de forma drástica. A este período se le conoce como el período del Neoliberalismo en Nicaragua y obedece a los modelos de globalización, al



capitalismo salvaje, se pretendía eliminar los logros alcanzados por la Revolución Popular Sandinista en materia de educación, este modelo minimiza la planificación educativa y promueve la venta de servicios educativos a la población y se excusa en una forma de tratar de compensar la falta de presupuesto para la educación.

En este mismo período, se establece el Decreto de la Ley de Autonomía Escolar, con el fin de regular la participación de la sociedad civil en la función educativa. Esta ley no es una política educativa que favorezca el derecho a la educación gratuita y de calidad en Educación Básica y Media, más bien niega ese derecho a la población joven de Nicaragua, estos cambios fueron parte de los cambios en la orientación de las políticas públicas que consideraban agotado el modelo distribucionista, proponiendo un cambio en el rol del Estado, a partir de la llamada descentralización.

Respecto a la educación en la década de los años 90, Arríen 2008, expresa que:

“Nuestra cultura política tradicionalmente ha hecho del cambio la forma brusca de romper con el pasado para construir lo nuevo, lo diferente en un espacio propio. La educación en Nicaragua ha ratificado con creces esta actitud y esta cultura. Sólo desmantelando lo anterior tiene ubicación y sentido aceptable la educación. Esto se evidenció de manera firme, decidida y agresiva a partir del triunfo de la Unión Nacional Opositora (UNO) y el gobierno formado a partir de 1990” (p.8).

En materia de educación, Arríen et al., (1997) enuncia lo siguiente:

Efectivamente, la cultura de eliminar y borrar lo anterior como algo indeseable y malo, se expresó también en el campo educativo, no obstante, cuenta el país con un acervo importante de experiencias educativas exitosas y beneficiosas para la población. Esa ruptura con la experiencia educativa pasada, privó a la educación nacional de raíces educativas y pedagógicas importantes de carácter participativo y popular, para ser sustituidas por otras que sustentaran un proyecto educativo en el marco del proyecto neoliberal muy en consonancia con la política educativa promovida por el Banco Mundial. (p.9)

En Nicaragua los pensamientos políticos y los modelos educativos han sufrido ajustes o cambios vinculados a los períodos de la historia, y se ha adoptado diferentes modelos de acuerdo al gobierno de turno y lógicamente en dependencia de los intereses políticos, económicos y sociales de los gobernantes, uno de los que más aporta a los cambios fue la Revolución Popular Sandinista de 1979 y con ella se crean de manera pionera la organización educativas y política del país y desde esa época se apunta a realizar cambios vividos en la actualidad, como la inclusión, cobertura, protagonismo, mejora de la calidad educativa, educación integral, para fortalecer con eficacia la prosperidad de Nicaragua haciendo énfasis en la Familia, la Comunidad y las mejores oportunidades de Aprender, Emprender, Trabajar y Prosperar.

De Castilla (2018) indica que: “En Nicaragua, debido a diferentes causas, desde inicios de los años setenta, ha venido sufriendo fuertes procesos de cambios en la educación, los que han provocado procesos de avances o retrocesos, tanto respecto al acceso y cobertura de la población en la edad escolar, como respecto a la calidad de la educación recibida por la población que logra alcanzar un cupo en la matrícula escolar. Desde tiempos atrás la educación nicaragüense era restringida, no todos los sectores podían acceder a recibir las herramientas esenciales para el aprendizaje como la lectura y la escritura, la expresión oral, el cálculo, la solución de problemas” (p.5).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se apoyó en el paradigma interpretativo, del método de investigación Historia Oral y del enfoque cualitativo para recopilar la experiencia de las docentes que participaron en el estudio.

Respecto al paradigma interpretativo, Ricoy Lorenzo (2006), plantea que: “el paradigma interpretativo se presenta como una alternativa a las limitaciones del paradigma positivista en el campo de las Ciencias Sociales y de la educación, al considerar las diferencias de estas con relación a las Ciencias Naturales (...) este paradigma tiene sus antecedentes históricos en la fenomenología, el interaccionismo simbólico interpretativo, la etnografía, la antropología, etc, (...) en lo fenomenologista puede tomarse como rasgo diferenciador - El sujeto es un individuo comunicativo que comparte significados. Entre ellos/as (incluido el investigador/a) se establece una comunicación bidireccional. Los propios individuos construyen la acción interpretando y valorando la realidad en su conjunto de modo analítico-descriptivo. Desde el contexto se le da su significado pleno” (p. 16)

Por lo tanto, se puede decir que la principal finalidad del Paradigma Interpretativo es escribir los sucesos que ocurren en la vida de una o un grupo de individuos como: sus vivencias, creencias, interpretaciones es decir que el conocimiento será el producto del trabajo propio y el resultado de las experiencias como individuo desde que nace.

Carmona Pérez et al., (2019), refuerza el concepto anterior afirmando que:

El paradigma interpretativo consiste en que el investigador acepta la subjetividad de los actores como parte del proceso de investigación debido a que la interpretación que hace el investigador es desde el punto de vista de las personas con el propósito de comprender su realidad (Krause, 1995); es decir, el paradigma interpretativo es la mirada de la cual se posicionan los investigadores para comprender e interpretar las teorías y hallazgos de la investigación. (p.80)

Se puede afirmar que una investigación se construye desde una interpretación y análisis del investigador y el investigado para definir un elemento determinado de que se persigue con el estudio.

Para recopilar la información requerida en esta investigación se utilizó el método de la historia oral para reconstruir las historias de vida, fundamentada en los testimonios, experiencias vividas y la metodología utilizada.

Toussaint y De Garay (2013), afirma que:

Así la historia oral y el testimonio se han convertido en recursos fundamentales para la reconstrucción del pasado, recursos muchas veces cuestionados por su grado de confiabilidad con respecto a las fuentes escritas, pero que aportan una enorme riqueza al permitir recuperar la relación del individuo con su historia. (p.270)

Es importante señalar que el testimonio del entrevistado va más allá de la vida del sujeto en cuestión, rebasa el marco de lo biográfico, para adentrarse en la realidad histórica por donde transita el actor principal de los hechos narrados. Por un lado, nos permite reconstruir su biografía y aportar información relativa a los aspectos personales y familiares del sujeto y por otro, da la posibilidad de ubicar al personaje en su actividad pública. De este modo, se puede contribuir a crear una fuente para conocer una práctica social o política en un período determinado. (p. 270)

Haciendo alusión al Método de Investigación Barela et al., (2009), indican que:

El uso de la Historia Oral se remonta a la década de los 1960 cuando se dieron los primeros pasos, como una metodología de trabajo y que continúa utilizándose en la actualidad, utilizada en el mundo académico destacándose dos principios que la avalaron: el primero fue la equiparación de la Historia Oral con la democratización de la práctica histórica; el segundo fue la idea de que la historia oral daría voz a *los sin voz*: las clases subalternas, los pobres, los campesinos, las minorías étnicas, las mujeres, entre otros grupos, permitiendo el acceso a la experiencia histórica subjetiva. (p.8)

Por lo tanto, la investigación realizada persigue el objetivo conocer el desempeño docente en la asignatura de Historia, ya sea Historia de Nicaragua, Historia de América o Historia Universal, esto permitirá analizar los procesos de enseñanza aprendizaje en los años de la década 1990, tras recopilar las experiencias, vivencias y aportes durante la práctica de los actores claves mientras ejercían la docencia en las asignaturas de Historia, esta información se extrajo por medio de la historia de vida aplicada como técnica de recogida de información.

El enfoque que predomina en esta investigación es el cualitativo, porque la información se basa en fuentes orales en torno al proceso de la enseñanza-aprendizaje de la asignatura Historia a través del período en estudio. El enfoque

cualitativo en esta investigación se basa en principios teóricos como la interacción utilizando métodos de recolección de la información que difieren del método cuantitativo al no poder ser plasmados en números.

La idea es explorar las relaciones sociales y describir la realidad tal como la experimentaremos, enfocado desde el punto de vista de Hernández Sampieri, et al (2014), afirma que:

El enfoque cualitativo “utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación”. Al igual que Barrante, Echavarría (2014), el enfoque cualitativo también es denominado naturalista, humanista o interpretativo y cuyo interés “se centra en el estudio de los significados de las acciones humanas y de la vida social”. (p.82).

De acuerdo con Bernal (2010), citado por Carmona Pérez et al., (2019), lo cualitativo “busca entender una situación social como un todo, teniendo en cuenta sus propiedades y su dinámica”. (p. 60), además, “la Investigación Cualitativa pretende conceptuar sobre la realidad, con base en la información obtenida de la población o las personas estudiadas” (p. 60) por esta razón se decidió comprender e interpretar el objeto de estudio a partir de las experiencias y significados construidos.

Respecto a la técnica de investigación utilizada en el proceso de obtención de la información, cabe destacar el uso de la Historia de Vida o entrevista en profundidad, al respecto Robles (2011), destaca que:

La Entrevista a Profundidad”, más allá de tratarse de un término que dimensiona el contenido de la entrevista, la intencionalidad principal de este tipo de técnica, es adentrarse en la vida del otro, penetrar y detallar en lo trascendente, descifrar y comprender los gustos, los miedos, las satisfacciones, las angustias, zozobras y alegrías, significativas y relevantes del entrevistado; consiste en construir paso a paso y minuciosamente la experiencia del otro, (p.2)

Para Cicourel (1982), citado por Robles (2011), enfatiza que la historia de vida:

Consiste en adentrarse al mundo privado y personal de extraños con la finalidad de obtener información de su vida cotidiana. Aquí, no hay intercambio formal de preguntas y respuestas, se plantea un guión sobre temas generales y poco a poco se va abordando. En este sentido, la creatividad debe estar a flote constantemente, pues se debe evitar hacer preguntas directas y cerradas, amenazantes y ambiguas, en la Entrevista en Profundidad la construcción de datos se va edificando poco a poco, es un proceso largo y continuo, por lo que la paciencia es un factor significativo que debemos rescatar durante cada encuentro. (p.2)

Como lo menciona Martín García (1995), “La historia de vida es una técnica de Investigación Cualitativa que consiste básicamente en el análisis y transcripción que efectúa un investigador del relato que realiza una persona sobre los acontecimientos y vivencias más destacados de su propia vida”. (p.42)

También Pujadas citado por Martín (1995), afirma que:

La Historia de Vida describe tanto la narrativa vital de una persona recogida por un investigador, como la versión elaborada a partir de dicha narrativa, más el conjunto de registros y entrevistas a personas del entorno social del sujeto biografiado, que permiten completar y validar el texto biográfico inicial. (p. 47)

Por tanto, Mallimaci (2006), plantea que: “La historia de vida se centra en un sujeto individual y tiene como elemento medular el análisis de la narración que este sujeto realiza sobre sus experiencias vitales”. (p.176), se puede decir que las Historias de Vida son relatos de diversos temas de la propia vida de las fuentes, el relato de los sucesos vividos, por supuesto, que dicho relato no puede ser exhaustivo ya que es completamente imposible narrar todos los acontecimientos que ocurrieron en la vida de una persona.

Con relación a la muestra “La muestra es una parte representativa de la población a estudiar, es el subconjunto de casos o individuos en el que se lleva a cabo una investigación” Torres (1997, p.10). Como muestra se retomaron a tres docentes que impartieron la asignatura Historia de Nicaragua en Educación Secundaria en el municipio de Tola, Rivas en la década de los 90, que se profesionalizaron en el área de Ciencias Sociales en distintas condiciones sociales y económicas y utilizaron la metodología de dar clases y recursos didácticos con lo que contaban sus centros educativos.

Para la elaboración del presente estudio se inició con la construcción del diseño metodológico, luego se procedió a la selección de los docentes que participarían como informantes o actores claves en el estudio. Una vez ubicados los profesores, se procedió a la construcción y explicación a los actores claves en qué consistía el estudio. Además, se les solicitó confirmaran si aceptaban que sus nombres aparecieran en el estudio y ellos aceptaron y tomaron como un reconocimiento a su labor el hecho de haberlos seleccionado para participar en la investigación.

Dado que los informantes viven en la ciudad de Rivas y otros habitan en municipios de Rivas, las entrevistas se hacían los días domingos, día en que los investigadores y los actores claves tenían tiempo para hacer las entrevistas. Las entrevistas se realizaron, unas en dos sesiones otras en tres visitas, y se recogieron entre agosto y noviembre del año 2022.

## Historia de vida de las docentes de historia

A continuación, se describe la narrativa de las historias de vida de los docentes que participaron en el estudio en calidad de actores claves. Estos son los datos recopilados a través de las entrevistas en profundidad sostenida con las tres docentes de Ciencias Sociales, específicamente de Historia en Educación Secundaria en la década de los años 90s.

### 1. Historia de vida Rosa Elena Villagra Belly

A continuación, la narrativa de la maestra Villagra Belly. Nací el 13 de agosto de 1966, he transcurrido 56 años de mi vida en este espacio terrenal, hay diferentes momentos de mi vida, comenzando por mi vida estudiantil, ingresé a la escuela formal a los 8 años, porque fui criada por mi abuela materna desde la edad de un año, ella consideraba que ir a la escuela no era necesario, pero en aquellos tiempos habían maestros de escuelitas, maestros privados, que enseñaban a leer y escribir, no había promoción de grado, pero para esos maestros lo más importante era enseñar a leer y escribir... viví esa experiencia.

Tuve un tío, que su esposa era maestra en la Ciudad de Bonanza, en un determinado momento vinieron a visitar a mi familia y le dijeron a mi abuela, que tenía que ir a la escuela, porque debía ir aprobando los grados, aunque supiera leer y escribir, mi tío buscó la manera de convencer a mi abuela, y lo hizo, gracias a eso ingresé a la Escuela Adolfo Martínez Talavera a los 8 años en el municipio de Tola, en ese tiempo no había el pre-escolar, como hoy en día, que es la Educación Inicial, ingresé a primer grado, pero ya sabía leer y escribir, sin embargo, tenía que pasar todos los niveles primero, segundo, tercero, hasta llegar al sexto grado y así lo hice. Los maestros que me dieron clase en primaria, no eran de Tola, eran de otros departamentos, por mi nivel, se me facilitó ir aprobando los grados con muy buenas calificaciones.

Cuando estaba en sexto grado, inició la Cruzada Nacional de Alfabetización (CNA), una de las actividades más importantes que asumió la Revolución Popular Sandinista (RPS), por lo tanto hubo un impase en 1980 y a nivel nacional se detiene el año escolar, porque había que participar en la CNA, tenía 13 años cumplidos, sin embargo, asumí esa tarea con mucha responsabilidad, por mi edad no podía irme a la zona rural, me integré a la CNA dentro del casco urbano de Tola y desde ahí asumí la tarea que se me había asignado, en 1981 después de la CNA concluí mi sexto grado y pasé a la secundaria.

En Tola no había secundaria, pero había un proyecto de una escuela de secundaria que realizó un sacerdote, que estuvo en nuestro municipio, llamado Gaspar García Laviana, hoy Héroe Nacional, él en conjunto con varios pobladores habían hecho un esfuerzo para adquirir un terreno y poder conseguir la construcción del Instituto en Tola, porque aquí había hasta tercer año, que era ciclo básico que funcionaba en la misma escuela, en la mañana funcionaba la primaria y en la tarde la secundaria.

En 1980, con el triunfo de la Revolución Popular Sandinista (RPS), el Padre Gaspar García Laviana en la comunidad de Tola había trabajado un proyecto del instituto de secundaria, el gobierno lo apoyó, para que se construyera, se construyó, pero continuó con los servicios educativos hasta ciclo básico. En 1981 se inaugura el Instituto con el nombre de Gaspar García Laviana y luego los que habíamos aprobado la primaria fuimos a estrenar el Instituto, el padre había caído en combate en 1978, pero ya había hecho la gestión para la construcción del Instituto de Secundaria en el municipio de Tola.

Entré al primer año y continué hasta tercer año, porque solo se estaba impartiendo la secundaria hasta el ciclo básico y me acuerdo que realizamos la promoción del tercer año de secundaria, “en la secundaria cursé Historia de Nicaragua y Geografía y la metodología que se utilizaba era tradicionalista, meramente trabajar con libros de texto, muy poca práctica, la forma de trabajar las clases era solo leer, hacer resumen y memorizar las fechas, los hechos y la evaluación era escrita, con examen de preguntas cerradas. Hay que destacar es que en estas clases no contextualizábamos ni podíamos comparar los hechos, solo teníamos que memorizar, estudié las guerras mundiales y la Guerra Civil, las consecuencias de la primera y segunda guerra mundial y no se realizaba análisis.

La forma en que nos evaluaban en esos tiempos, era de forma escrita, con cuestionarios y no había preguntas de análisis y cuando nos tocaba hacer los exámenes o pruebas, generalmente era de 0 a 100 puntos el examen, pero a veces hacíamos algún trabajo y acumulábamos 40 puntos y uno como estudiante, tenía estrategias, formábamos grupos y realizábamos cuestionarios sobre los temas que nos habían impartidos los profesores para estudiar, cuando nos tocaba hacer los exámenes o pruebas, ya que el maestro solo dictaba y copiaba en la pizarra, si uno no tenía la capacidad de comprender, pues realizaba sus apuntes y así pasé, hasta llegar al tercer año, me estancué y dejé de estudiar, no tenía las condiciones para viajar a la cabecera departamental (Ciudad de Rivas) para continuar los estudios.

En 1984 había la necesidad a nivel nacional de dar respuestas a la educación y se da apertura a los pre-escolares comunitarios y fui seleccionada para asumir un pre-escolar comunitario aquí en Tola y asumí la tarea, que funcionaba en la Casa Comunal, que hoy es parte de la iglesia, me asignaron el I nivel, continué hasta pasar los III niveles con los niños, aunque de forma empírica, siempre me gustó trabajar con niños, ya que mi niñez no la pude disfrutar, como niña, me criaron apartada y no tenía mucha relación con los demás niños, comencé a trabajar con niños y de ahí se me dio la oportunidad de entrar a sacar el cuarto año e ingresé a la Escuela Normal Enmanuel Mongalo y Rubio en Rivas.

Así inicié a prepararme como docente, aunque estuviera dando clases, ya con la vocación para ser maestra y así se me despierta la vocación de ser docente, estudié Magisterio tres años de 1984 a 1987 y también logré ingresar a estudiar el Bachillerato en Rivas en el Instituto Rosendo López y en 1987 concluí el

Bachillerato y me gradué como Maestra de Educación Primaria y me quedé dando clase en pre-escolar desde 1984 hasta 1989.

En 1989 asumí la responsabilidad como subdirectora en la escuela de primaria donde yo estudié de nombre Escuela Adolfo Martínez Talavera, en 1990 el Ministerio de Educación depositó la confianza en mí y me dio el puesto de maestra de Ciencias Sociales en el Instituto Gaspar García Laviana donde estudié mi Secundaria, hasta el ciclo básico, era un nuevo reto para mí, porque solo había dado pre-escolar y primaria, pero me aventuré y logré dar mis clases de Historia y Geografía.

En 1993 se abren los cursos de profesionalización en la UNAN-Managua y con un grupo de compañeros entramos a estudiar, estudiando fallece mi mamá y mi papá, se me complica un poco la situación económica, después tengo a mis niños, uno en 1993 y el otro en 1994 y me detuve un año en la universidad, en 1995 retomé nuevamente mis estudios y logré concluir la universidad, en ese momento en la universidad en tercer año te decían, ustedes tienen que decidir, se van por Geografía o se van por Historia, yo me quedé con la mención en Historia, porque para estudiar Geografía tenía que viajar mucho, conocer muchos lugares, era parte de la carrera y se me hacía imposible por mis condiciones económicas principalmente por el pasaje del transporte y por eso me especialicé en Historia y mi Licenciatura es en Historia, continué dando clases hasta el 2007, impartiendo las asignaturas de Historia, Geografía y Convivencia y Civismo.

La forma de desarrollar mi clase en ese momento era trabajar con los libros, dictados y trabajo en grupo, porque no teníamos muchos libros de textos, se hacía la técnica toma de apuntes, no todo el tiempo, solo cuando la clase era explicativa se tomaba apuntes y luego compartíamos y si habían dudas las aclarábamos, se elaboraban guías en grupo, visitábamos la biblioteca," pero acompañado de una guía y el nombre del libro con el que se iba a trabajar, la evaluación que realizaba un examen escrito cerrado, hacia sistemáticos, pero también evaluaba la expresión oral y evaluación de exposiciones.

Los encuentros pedagógicos de 1990 hasta el 2000, influía el Sistema Neoliberal de ese tiempo y se implementó la Autonomía Escolar que tenían otros intereses, más que profundizar en la parte académica, se hacían los encuentros, se intercambiaban experiencias, pero no se profundizaba en la metodología, en la asignatura de Convivencia y Civismo no se teníamos esa dificultad con las estrategias, porque habían algunas ONG que nos brindaban apoyo en capacitación, dándole importancia a los valores en la sociedad y principalmente la formación de los estudiantes.

En la preparación de la parte técnica, científica y pedagógica en ese tiempo no se le daba, ni la atención, ni la importancia necesaria, en las otras asignaturas, el maestro tenía que ingeniárselas para poder transmitir los conocimientos a los estudiantes, había capacitaciones, pero quizás no enfocadas en metodología, solo lo tradicional que se venía implementando, no había acompañamiento en



el proceso educativo, como se hace hoy en día, para ir mejorando la calidad educativa.

Existía una dosificación de contenidos con sus horas de clases, ya venían establecidos desde el nivel central, la diferencia era que se hacía una planificación desde escritorio, porque no tomaban en cuenta la realidad de cada centro y sobre todo, de los estudiantes, hacían esa dosificación como que todos los alumnos tenían el mismo ritmo de aprendizaje, se derivaba el plan mensual, el plan semanal y el plan diario, les pudiera compartir esas dosificaciones pero con los Neoliberales se desaparecieron muchos documentos.

Mi aporte para los maestros que están en la actualidad, considero que es, poner en práctica estrategias innovadoras, dejando el método tradicionalista, participando en las capacitaciones, ayuden a los jóvenes con problemas de aprendizaje, no los traten como que todos tienen el mismo ritmo de aprendizaje, aprovechemos las capacitaciones, como oportunidades de preparación en nuestra profesión y seguir luchando por una educación con calidad, aprovechen las aulas TIC, las plataformas de internet y cultiven valores en los jóvenes.

## **2. Historia de vida de la profesora Catalina Gutiérrez Calderón**

Continuando con las Historias de Vida, en este apartado la profesora Catalina narra su historia de vida. Nací el 30 de abril de 1968, en una pequeña comunidad de nombre El Zapote que pertenece al municipio de Tola, ahí viví hasta que cumplí los 17 años de edad, soy casada por la iglesia católica con Rafael Antonio Busto, él cual es originario de una comunidad de nombre El Coyol, donde actualmente vivimos y tenemos 2 hijos, en mi familia junto conmigo somos 11 hermanos, pero de los 11 solo yo logré profesionalizarme, el resto no quiso estudiar por lo difícil que era.

Inicié mis estudios de primaria a los 8 años de edad en la Escuela Pública Luis Alfonso Velázquez Flores de la comunidad El Zapote, ahí estudié hasta 4to grado de primaria, mis recuerdos de los maestros de primaria, eran muy buenos maestros y exigentes, muy tradicionalistas, recuerdo a la Maestra Irene Torrez que era de Rivas, pero daba clases en la escuelita de mi comunidad. La metodología que se utilizaba para esa época era la tradicionalista que consistía en leer, copiar, memorizar y se practicaban los valores, había un respeto para los maestros, muy bueno.

En mi comunidad, El Zapote, la primaria solo había hasta 4to grado y tuve que dejar de estudiar un año, para mientras mis padres decidían y me enviaron a Nancimí de la comunidad Pansoaca a la Escuela Arlen Siu, donde estudié el 5to y 6to grado, aquí me acuerdo perfectamente de mis maestros Amparo Cubillo y Marcela Palma que eran originarios de Nancimí, me gradué de 6to grado 1986. En 1987, ya con el 6to grado aprobado me trasladé a estudiar a San Ignacio para continuar mis estudios de secundaria, donde estudié hasta el 3er año que era el básico, concluyéndolo en 1990.

Para el tiempo que estudié la secundaria, la educación era tradicionalista, casi todas las clases se realizaban de la misma forma, los maestros llegaban a dictar, escribir en la pizarra y los alumnos a memorizar, lo que sí recuerdo que se ponían en prácticas era los valores, los estudiantes eran más preocupados que en la actualidad, los maestros en su mayoría tenían muy buen dominio científico de las clases que impartían, pero siempre los maestros eran tradicionalistas y los alumnos copiábamos, hacíamos resúmenes, memorizábamos y así desarrollábamos las clases.

Cuando estudié la secundaria, las clases de Ciencias Sociales me las impartió la maestra Mariela Villagra, en los tres años de secundaria, siempre eran tradicionalistas, recuerdo que solo era dictado, realizar resumen de los libros de textos. Las evaluaciones consistían en realizar un examen escrito donde generalmente las preguntas eran cerradas y para que la respuesta fuera acertada teníamos que contestarla como aparecía en el texto, el examen era con un valor de 0 a 100 puntos, en algunas ocasiones se hacía un resumen o un trabajo y se valoraba en 20 o 40 puntos y el examen solo valía 60, los alumnos hacíamos un cuestionario y comenzábamos a memorizarlo, para contestar acertadamente en el examen”.

En 1991 logré conseguir una beca para estudiar Magisterio en la Escuela Normal Ricardo Morales Avilés en Jinotepe, Carazo, estuve 2 años internada estudiando hasta 1993 que me gradué, recuerdo que la metodología empleada por los docentes cuando estudié Magisterio, era muy buena, muy dinámica, se realizaban clases prácticas, hacíamos cuadros sinópticos, mapas conceptuales, investigaciones, exposiciones y poníamos en práctica lo aprendido en otras escuelas, nos mandaban a realizar prácticas, a dar clases a las escuelas y así íbamos mejorando y tomando más experiencia.

Egresada de la Escuela Normal, inicié mi labor como docente, realizando sustituciones de uno y hasta tres meses en educación primaria en Las Salinas, El Higueral y en la escuela El Coyol, y la escuela del Barrio Nuevo, hasta 1994 conseguí una plaza de Maestra de Educación Primaria y ya inicié a trabajar con mi plaza como Maestra del Ministerio de Educación, la plaza me la dieron en la escuela de la comunidad El Coyol que se llamaba Escuela Carlos Fonseca Amador y hoy en día le cambiaron el nombre y se llama Amanda Cole.

Posteriormente estudié 4to y 5to años de secundaria y me bachilleré, 1995 inicié a estudiar en la universidad en la modalidad sabatina y obtuve el título de Licenciada en Ciencias de la Educación con mención en Ciencias Sociales, recuerdo haber estudiado con Don Ramón, que era de la Isla de Ometepe y Maritza, los recuerdo porque con ellos presentamos y defendimos la monografía para obtener el título de Licenciatura.

Durante mis estudios universitarios me dieron clases excelentes maestros como: Miguel De Castilla, Freddy Montenegro, Profesora Claudia Cáceres y también el profesor Rodrigo Alonso, todos ellos eran excelentes maestros, tenían

mucho dominio de la materia que impartían, pero la metodología era igual, tradicionalista, con un poco más de empleo de algunas estrategias, pero en la mayoría de las clases el profesor explicaba, asignaba tareas, los alumnos leían, investigaban, memorizaban y realizaban exposiciones, las estrategias no eran generalizadas, se realizaba estrategias pero no era en todas las clases y las evaluaciones eran cuantitativas, se realizan sistemático, trabajos en grupo, entregaban ensayos, estos eran acumulados y después se hacía el examen de 0 a 100 puntos, así logré graduarme.

Cuando hablamos de metodología, el uso de estrategias innovadoras, les digo que en historia o en cualquier otra materia de Ciencias Sociales generalmente siempre se ha enseñado de forma tradicionalista, los maestros siempre han dictado, orientan a los niños a hacer resumen, a memorizar fechas, principalmente de algunos hechos más relevantes de la historia y la forma de evaluarla fue cuantitativa donde se aplicaba un examen con preguntas cerradas donde el alumno tenía que escribir íntegro lo que había memorizado, y era de 0 a 100 puntos.

Aunque me gradué de la universidad en el 2000, ya estaba de Maestra de Educación Secundaria desde el 1997 impartiendo clases de Ciencias Sociales en el Instituto de Salinas de Nagualapa. En 1995 me notificaron que iba de traslado hacia el Instituto Gaspar García Laviana de Tola, hoy lleva el nombre de San Juan de Tola, en este instituto tuve la oportunidad de trabajar con un gran colectivo de maestros, pero con los que más compartí actividades docentes y trabajo fueron las Licenciadas Delfina Ruiz, Angélica Porro, Zenelia Ulloa y la profesora Rosa Elena Villagra, que es hoy la alcaldesa de Tola.

En lo personal, como docente de Historia la metodología que apliqué era "la constructivista humanista, con las transformaciones curriculares donde el estudiante es capaz de transmitir lo que él sabe, construye sus conocimientos y el maestro es solamente un mediador, también utilicé diferentes estrategias, como la dramatización, las líneas de tiempo, las exposiciones, los cuadros sinópticos, esquemas, mapas conceptuales, observación de videos entre otras" y sobre todo que las evaluaciones que hacía era muy flexible parte práctica y parte escrita, las preguntas eran de análisis de desarrollo, el alumno podía explicar lo que entendía, no tenía que escribir íntegro lo que había memorizado, y era de 0 a 60 puntos o a veces llevábamos un acumulado de 40 puntos.

Considero que el Ministerio de Educación (MINED) ha bajado los niveles de exigencia, esto se debe a que los alumnos se han vuelto irresponsables, irrespetuosos y han ido perdiendo muchos valores, que deben de aprenderlos en el hogar, el sistema educativo actual, es muy bueno, flexible, pero esto ha permitido que algunos estudiantes se vuelvan irresponsables e irrespetuosos, considero que la metodología constructivista humanista es muy buena, pero no es para todo tipo de escuela, ni para todo tipo de estudiante, porque hay muchos que no se esfuerzan y quieren pasar y con mejor notas que los esforzados.

Yo impartí clase de Ciencias Sociales principalmente de Historia de Nicaragua, trabajaba con actividades prácticas, hacia exposiciones, investigaciones, mapas conceptuales y les digo que hay alumnos que le gusta la clase, se les ve la motivación, pero hay otros que solo llegan a la clase por requisito, pero se les ve que no quieren nada y solo quieren pasar no se esfuerzan, hay alumnos que se enamoran de la clase y hasta estudian la carrera Ciencias Sociales, por ejemplo la Maestra Adilia Cruz Acevedo, que estudió Ciencias Sociales y da clases de Ciencias Sociales, recuerdo que era una de mis mejores alumnas en el Instituto de Salinas de Nagualapa.

Desde mi punto de vista valoro los encuentros de interaprendizaje muy buenos, de excelentes, porque van encaminados a que el maestro ponga en práctica la metodología actual donde el estudiante aprenda con facilidad, que no tenga que estar memorizando, si no que las clases las reciba de forma práctica, estos encuentros son de suma importancia porque ayudan al docente a superarse en su quehacer educativo y permite compartir diferentes estrategias pedagógicas y apropiarnos de ellas para llevarlos a la práctica con nuestros estudiantes.

Desde mi práctica pedagógica y experiencia docente les sugiero a los futuros profesionales de la educación y especialmente a los docentes de Ciencias Sociales que se preparen, que continúen poniendo en práctica diferentes estrategias innovadoras, que faciliten el aprendizaje de los estudiantes, que evalúen de forma permanente, práctica y reflexiva, que continúe mejorando la calidad educativa y busquen alternativas que mejoren y fortalezcan la práctica de los valores en los estudiantes.

### **3. Historia de vida de la profesora Cándida Rosa Gutiérrez**

La tercera historia es narrada por la profesora Cándida. Nací el 26 de noviembre de 1968, en la comunidad Nancimí municipio de Tola, me casé a los 22 años, de mi relación nacieron 3 hijos, tengo 2 hijas mujeres y un hijo varón, se puede clasificar mi familia como una familia pequeña por la cantidad de miembros, mi familia es una familia muy humilde, pero con muchos valores gracias a Dios, mi madre se llama Martha Alicia Gutiérrez y mi padre Gregorio Castañeda (q.e.p.d).

Inicié mis estudios de primaria a los 7 años en el centro Escolar Andrés Castro de Nancimí, en mi época, no era como hoy en día, que a los 3 años ya los niños van a clases a primer nivel, en ese tiempo no era así, había Educación Inicial pero le llamaban kínder, no era por niveles, solo era un nivel, siempre me gustó estudiar y mi prima Juana Castañeda, estaba estudiando la primaria y me enseñaba, había aprendido mucho para cuando ingresé a kínder, los maestros me vieron lo adelantada que iba y mis habilidades, y solo tres meses estudié en kínder y luego pase a 1er grado, fue una experiencia muy bonita, porque reconocieron mi esfuerzo, valoraron mis capacidades y así inicié la primaria.

---

Durante mis estudios de primaria, los maestros que me impartieron clases, no eran del municipio de Tola, porque en el municipio, para ese tiempo no había personal preparado, ni mucho menos en la comunidad de Nancimí, recuerdo que para ese tiempo, en el que yo estudié, aquí solo había dos maestros, que eran del municipio de Nancimí que era La Maestra Ana Ruiz Segura y Rosa Ruiz Urbina, ambas eran hermanas y se habían preparado como maestras, pero también recuerdo a la Maestra Niña Anita, que era una maestra muy recta, muy dura, no dejaba pasar nada.

Tengo un recuerdo de la profesora Niña Anita y no se me olvida, porque me castigó, yo era una niña muy callada, apartada, no socializaba con mis compañeros, era pasiva, era así, porque así me criaron, aislada, apartada y no jugaba en el receso, le pusieron queja y sin preguntarme nada y sin ser mi maestra me llamó y me pegó en el trasero con un chilillo y me dijo vaya a jugar, ella siempre portaba a mano ese chilillo y los padres se gozaban cuando un maestro corregía a un niño, no preguntaban por qué, que hizo, para los padres era justo el castigo, los padres le daban obsequios, como unas cuajadita, unos huevitos de gallina, una gallinita, eso era como por agradecimiento de estar apoyando a sus hijos en la educación y en la formación de valores.

Durante mi tiempo de estudiante de primaria, me impartieron clases una gran cantidad de maestros, pero solo recuerdo algunos de ellos, quizá por el tipo de clases o su metodología que era tradicionalista, a esos maestros de primaria que recuerdo los puedo evaluar, como muy buenos maestros y sobre todo que eran muy exigentes y de una línea recta, dentro del colectivo de maestros que me dieron clases les puedo mencionar a la Maestra Gladys Méndez, Delfina Ruiz y al profesor Moisés Falcón (q.e.p.d).

En la comunidad de Nancimí, solo había la educación primaria, llegaba hasta 6to grado y el que quería seguir estudiando la secundaria tenía que viajar de la comunidad de Nancimí hasta Tola, en Tola ya estaba el Instituto Gaspar García Laviana, donde se podía estudiar la secundaria, pero solo el técnico, que es hasta el 3er año, recuerdo que esa época fue muy dura para mí, mi madre no tenía trabajo y tenía que darme para pagar el pasaje del autobús, mi madre me daba 25 centavos, que los gastaba 10 centavos para pagar el autobús de ida, 10 para pagar el autobús de retorno y me quedaban 5 centavos para consumirlos en el receso.

Durante mis estudios de secundaria la metodología que se utilizaba, no solo en Historia, sino en la mayoría de las clases, era la tradicionalista, recuerdo que todos los maestros llegaba a dictar o pasaban a un niño a dictar y los alumnos solo escribíamos y las preguntas que se hacía solo era de alguna palabra que no la entendíamos o estaba con mala caligrafía y la pregunta era ¿Maestra qué dice ahí? ella mencionaba la palabra y después solo nos limitábamos a escribir, porque la maestra había dividido la pizarra por el centro para escribir, primero escribía a un lado de la pizarra y posterior escribía en la otra, concluía la primera parte y seguía con otra parte, llenaba la pizarra, luego borraba la primera parte

---

y continuaba escribiendo, a veces no escribía, sino que dictaba, carecíamos de libros de texto.

En la escuelita de Nancimí, la maestra hacía sus resúmenes y dictaba, los alumnos copiábamos y poníamos atención, por eso creo que los alumnos tenían problemas para pasar a hacer una exposición, les daba mucho miedo, nervios y todo se confundían, se les olvidaba lo que habían estudiado, la forma de evaluar que tenían mis maestros era con un examen escrito que lo hacíamos de 0 a 100 con preguntas cerradas, no se hacía preguntas de análisis, eran preguntas de fijación.

La vida es de esfuerzo y sacrificio y así llegué hasta 3er año de secundaria, en 1982 después de la Cruzada Nacional de Alfabetización, se quedó la Educación de Adultos, la cual se impartía por la noches y junto a un grupo de chavalos de mi generación, iniciamos a dar clases de Educación de Adultos, ya la revolución estaba consolidada y se fortalecen los lazos de amistad, hermanamiento y cooperación con el pueblo cubano y fui seleccionada para ir a estudiar Magisterio Intensivo en la hermana república de Cuba durante 6 meses, del mes de marzo al mes de agosto de 1985, los compañeros cubanos nos enseñaron muchas cosas para la enseñanza y la educación, fue una experiencia linda, muy bonita, ir a conocer otro país, pero muy dura, estar 6 meses lejos de mi familia, de mi hogar, fue difícil, fueron los 6 meses más largos de mi vida, pero muy provechosos para mí y para Nicaragua.

Después de concluir mis estudios en la hermana república de Cuba, regresé a Nicaragua en agosto 1985 y nos dieron una gran bienvenida, muy festiva, pero nuestro país nos necesitaba y los compañeros que nos recibieron nos dijeron bienvenidos compañeros, ya están en Nicaragua y a iniciar a dar clases, no hay más tiempo que perder y al siguiente día de haber llegado, ya estamos preparados para las clases e iniciamos el segundo semestre a enseñar lo que habíamos aprendido en la hermana república de Cuba.

Ahí inicia mi parte como docente, inicié a dar clases en la comunidad de Nancimí en el Centro Educativo Andrés Castro, pero solo concluí el segundo semestre del 1985, al siguiente año fui trasladada a dar clases a la Escuela de la Comunidad el Limón No 1, no tenía nombre, esa comunidad queda al lado de la Comunidad Las Salinas, ahí estuve solo un año y después me mandaron a una comunidad que se llama Sánchez, a la Escuela Benito Juárez, ahí estuve dando clases durante 6 años.

El gobierno inicia la ampliación de la parte física del Instituto de Nancimí y se viene la necesidad de iniciar la educación secundaria, ya se tenía las instalaciones físicas, pero hacia faltas los maestros, que en ese momentos no habían en la comunidad, una maestra que estaba de subsidio me dijo, están buscando maestros para dar clases en secundaria, mire a ver si aplica y dije claro, yo puedo, y así apliqué me presenté al Centro Andrés Castro de Nancimí

y vieron mis habilidades y nunca he dicho no se puede, siempre fui optimista y así me quedé dando clases de secundaria.

Con relación a mi formación, como todavía no estaba el personal capacitado, la mayoría de los maestros que dábamos clases en secundaria, impartíamos clases de Lengua, Ciencias Naturales, Matemática y Ciencias Sociales etc. Desde el primer año hasta tercer año y sin ser Profesor de Educación Media (PEM), inicié dando clases de Ciencias Sociales en secundaria, después me mandaron a capacitarme y continué dando clases de Ciencias Sociales y también Moral y Cívica en Secundaria.

Después que vine clases, la preparación que tenía solamente era la que había recibido por los maestros cubanos para impartir Educación de Adultos y la que recibí durante los 6 meses en la hermana república de Cuba, de Cuba, inicié a dar clases en el Ministerio de Educación, aunque no era maestra graduada de la Escuela Normal con la preparación que había recibido en Cuba me había preparado para impartir siempre fui una maestra muy aplicada, activa, innovadora y nunca dije que no, cuando estaba la primera parte de la revolución.

De Ciencias Sociales las materias que más me han gustado son Geografía e Historia, la metodología que utilicé, recuerden que recibí preparación por los compañeros cubanos y la metodología que me enseñaron eran muy buena, combinaba lo que aprendí aquí y lo que había aprendido en Cuba, combinaba la teoría con la práctica, estas dos clases son bonitas, porque uno puede hacer muchas clases prácticas, como trabajar con mapas, pasando a los alumnos a fijar lugares, a colocar coordenadas, esferas de papel, para simular el mapamundi y así fuimos aportando a cambiar la metodología y los niños aprenden más, para mis clases me preparaba planificando trabajos investigaciones, exposiciones, resúmenes, cuadros sinópticos e investigaciones, aunque no teníamos muchos recursos me la ingeniaba con los pocos libros, la pizarra, tizas de color y el borrador, pero eso lo costaba con mi salario.

Cuando estábamos con los gobiernos neoliberales, por mi condición económica, el nacimiento de mis hijos, pues no pude priorizar mis estudios de magisterio y de profesionalización, daba clase en secundaria y no era maestra titulada, siempre me caractericé por ayudar a los niños, a enseñarles, a motivarlos para que logran sus propósitos, fue hasta que volvió la segunda parte de la revolución con el Comandante Daniel Ortega y la compañera Rosario Murillo al frente de este nuevo Modelo de Gobierno Socialista Cristiano y Solidario, orientó que tenía que prepararme, me estimularon y me dieron una beca para estudiar el (PEM), profesor de Educación Media, en la Facultad Regional Multidisciplinaria de Carazo, (FAREM-Carazo), ahí logré sacar mi título de Profesor de Educación Media.

Los maestros que me impartieron las clases del Profesor de Educación Media (PEM), eran maestros la UNAN – Managua, muy activos, con muy buen dominio científico, dominaban su clases y la metodología que utilizaban eran plenamente

práctica, nos daban la teoría y junto con la teoría íbamos haciendo la práctica, así eran las clases, eran muy buenas se hacían trabajos en equipo, investigaciones, exposiciones, considero que ahí aprendí mucho a pesar que tenía ya mis años de dar clases, pero ahí aprendes otras cosas además, platicás con otros maestro y te comentan o te preguntan cómo se podía impartir mejor un determinado tema y si no la había dado me servía o para el próximo año que me tocaba impetirlo.

Recuerdo un maestro que nos daba redacción y ortografía, nos decía, usted lea el poema tal y usted el poema tal y así hasta que llegaba al último compañero, éramos 25 maestros y yo decía que se va acordar este profesor que poema me dijo que leyera y viera que no se le olvidaba, había otro maestro que no llevaba nada escrito, todo lo andaba memorizado, daba las clases sin nada y hasta dictaba y esos son los maestro que le sirven a uno de modelo a seguir y siempre dije si este maestro puede, por qué no voy a poder, así inicié a ser creativa a mejorar mi metodología para impartir mis clases y uno mira que los alumnos se sienten motivados, son más participativos, más activos, les gusta la clase, preguntan, hacen buena exposición y tiene buenas notas.

A la mayoría de los niños el maestro los va moldeando y de acuerdo a la implementación de las estrategias metodológicas innovadoras, le van cogiendo cariño a las materias, porque la entienden, la enseñanza entra por la vista, por la práctica, la comprenden, a veces los niños no le ponen interés a una materia porque no la entiende y el maestro no pone de su parte para eliminar esa barrera que tienen los niños en contra de las Ciencias Sociales, principalmente de la Historia, algunos maestros piensan que la historia es solo leer, dictar, copiar, resumir y memorizar, no es así, las Ciencias Sociales las podés hacer práctica, hay muchas formas de hacerlo, podés hacer exposiciones, trabajo en grupo, mapas conceptuales, cuadros sinópticos.

Le voy a contar, que en el colegio que actualmente trabajo (Colegio Andrés Castro) como directora, tengo dos maestras que dan Ciencias Sociales, hay una que camina con un motón de papelógrafos, mapas, cuadros sinópticos, esquemas, etc. y la otra solo es leer, dictar, copiar y hacer resumen, los niños miran la diferencia y me dicen profesora, nosotros queremos recibir la clase con la maestra fulanita, ahí es donde se marca la diferencia, porque es el maestro el que se debe esmerar en hacer más dinámica su clases y que los niños aprendan de la mejor manera.

Cuando impartí Ciencias Sociales, no tenía condiciones, las que habían, eran mínimas, para poder hacer trabajos prácticos, si quería hacer algo tenías que ir hasta Rivas o hasta Managua para imprimir un mapa, no es como ahora que están las aulas TIC y los chavalos van y pueden hacer muchas cosas, por ejemplo ver videos, películas, documentales etc., yo imprimía mapas y ponía a trabajar a los chavalos en grupos, a pintar, ubicar puntos, hacíamos esferas de papel, para simular el mapamundi, pero eso lo costaba con mi salario y generalmente la mayoría de las clases se enseñaban de forma tradicionalista, los estudiantes debían memorizar hechos históricos, los acontecimientos de la historia, la forma



de evaluarla era cuantitativa con un examen escrito y los estudiantes contestaban el examen que era de 40 puntos, porque habíamos acumulados 60 puntos para los 100 de nota final.

Los Encuentros pedagógicos siempre los consideré y los considero de mucha importancia, importante para los que le ponen importancia y por lo menos en lo particular yo soy preguntona y no me quedo con dudas y los maestros siempre han aclarado mis dudas y ahí se aprovechaba para hacer intercambios de conocimientos y las capacitaciones de ahora son mejores, más interesantes, porque son de formación, vienen con nuevas metodología, nuevas técnicas para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje en las aulas de clases, ahí intercambiamos experiencias y nos platicábamos como había impartido las clases, me recuerdo que me decían esa clase, la di de esta forma, las podés dar de esta forma y ahí iba mejorado e iba aprendiendo, experimentado y poder hacer más dinámicas mis clases.

Les aconsejo a los maestros de Ciencias Sociales que combinen la teoría con la práctica, hay gran cantidad de estrategias innovadores donde los maestros pueden explotar al máximo los recursos, las aulas TIC, las plataforma de la internet y dar una excelente clase y aparte de eso que conozcan los lugares, que lleven a los niños a esos lugares, que los saquen del aula de clase, que les presenten videos etc. no es igual decir estas son Las Huellas de Acahualinca en un mapa o una fotografía, que llevar a los niños al lugar a conocer personalmente y así le despiertas el interés de los estudiantes, en conocer mejor la historia y la geografía de Nicaragua.

Con el nuevo sistema educativo, con el empleo de las aulas TIC, el empleo correcto de la internet, es muy bonito porque con esta facilidad se puede preparar una clase muy dinámica, muy activa y el docente, es solo un facilitador, hay tantos recursos y por eso es bonito dar clase de Historia, de Geografía, ahora hay mapas por todos lados, videos, documentales, solo es dedicarle un poco de tiempo y prepararse y las clases pueden ser más participativas y los alumnos fijan mejor los conocimientos.

Durante mi experiencia como maestra he sido Maestra, Subdirectora y Directora por varios años, en varios colegios, pero siempre mi fuerte, mi deseo, mi felicidad fue las aulas de clases, estar dando clases interactuar con los estudiantes, ese es mi mundo y regresé a las aulas con los alumnos, pero del 2007 para acá me designaron con el nuevo sistema de gobierno asumí la Dirección del Colegio Andrés Castro y aquí estoy esperando hasta poder jubilarme o que el Ministerio de Educación me designe a cumplir otras actividades propias del Ministerio.

Mis logros, son muchos, pero creo que es la satisfacción de deber cumplido, de sentir la gratitud de los alumnos de los padres de familias, tengo alumnos que son profesionales y me escriben en Facebook y me dicen gracias maestra por todos los conocimientos que nos transmitió, todos lo que aprendí de usted y así hay muchos que me escriben, también uno siente gran satisfacción cuando los alumnos te dice que bonita estuvo esa clase maestra, le entendí muy bien.

---

## RESULTADOS Y DISCUSION

Concluído el proceso de transcripción de las historias de vida de las docentes que participaron en el estudio, luego se procedió a la triangulación (ver tabla 1 y 2) de los resultados producto de la narrativa de las actoras claves que participaron en el estudio en calidad de voluntarias, encontrando los siguientes hallazgos:

En la década de los 90s, la enseñanza de las Ciencias Sociales estaba basada en la utilización de textos, resúmenes, investigaciones en la biblioteca, algunas exposiciones, la materia de historia es amplia y tiene mucho contenido de desarrollo, por estar en un período neoliberal los recursos eran limitados como: libros de texto, pizarra, tizas, borrador, mapas, esferas y las bibliotecas, generalmente los medios didácticos utilizados por los docentes eran asumidos por ellos y pagados con sus salarios, existía una dosificación de contenidos con sus horas de clases, ya venían establecidos desde el nivel central, la diferencia era que se hacía una planificación desde escritorio, porque no tomaban en cuenta la realidad de cada centro y sobre todo, de los estudiantes, hacían esa dosificación como que todos los alumnos tenían el mismo ritmo de aprendizaje, se derivaba el plan mensual, el plan semanal y el plan diario.

El planteamiento anterior, coincide con lo expresado por los expertos en educación como De Castilla y Arríen, quienes afirman que esta época la educación no era prioridad para los gobiernos de turno, los cuales veían la educación como un gasto y no como una inversión en el talento humano para el desarrollo local y nacional.

Las tres informantes o actores claves afirmaron que durante sus estudios del bachillerato, la enseñanza de la materia de Historia, la aprendieron de forma tradicionalista, donde el maestro era el centro, rígido, exigente, se utilizó mucho el dictado, los resúmenes de los textos y la memorización e hicieron mucho énfasis que los valores eran practicados en el aula de clases y que las forma con que los evaluaron consistían en realizar exámenes escrito donde generalmente las preguntas eran cerradas y para que la respuesta fuera acertada tenían que contestarlas como aparecía en el libro de texto, los exámenes era escrito con un valor de 0 a 100, en algunas ocasiones, dependía de cada maestro que solicitaba entregar algún tipo de trabajo o hacia sistemáticos para tener acumulados 40 puntos y valoraba el examen en 60 puntos y después se sumaba para la nota final.

En cuanto a la metodología didáctica utilizada por los informantes en el desempeño laboral durante sus clases de Historia, la metodología que utilizaron fue la constructivista humanista, empleando la elaboración de líneas de tiempo, las exposiciones, los cuadros sinópticos, esquemas, mapas conceptuales, trabajo en grupo, pintar, ubicar puntos, hacían esferas de papel, para simular el mapamundi, pero eso lo costeaban de sus salario, enfatizando que hay una gran diferencia de cómo se enseñaba antes y ahora, porque ahora existen aulas

TIC, aulas móviles y los libros digitales. Las evaluaciones consistían en realizar un examen escrito con acumulados de 60 puntos y 40 los exámenes.

Los aspectos planteados en el párrafo anterior coinciden con el contexto de la educación en Nicaragua en la década de los 90s, ya que la Educación Básica y Media estaba bajo los preceptos de la mal llamada “autonomía Escolar” donde los estudiantes tenían que pagar la colegiatura, materiales educativos y exámenes.

El empleo de metodología didáctica, principalmente en Historia o en cualquier otra materia de Ciencias Sociales, generalmente por estar en un período neoliberal era muy complicado utilizar para los docentes de la época, porque para aplicar estrategias innovadoras los maestro tenían que asumir de su salario el material de apoyo para una nueva estrategia, en Nicaragua era muy incipiente el desarrollo de los recurso tecnológicos, a diferencia con la actualidad los docentes pueden explotar al máximo los recurso, las aulas TIC, las plataforma de la internet y dar una excelente clase.

**Tabla 1: Experiencia de las docentes en el aprendizaje de la Historia**

Informantes	Profesora Rosita	Profesora Catalina	Profesora Cándida
<b>Metodología didáctica</b>	<p>Cuando recibí clases de Historia, la metodología que se utilizaba era tradicionalista, meramente trabajar con libros, muy poca práctica, la forma de trabajar las clases era solo leer, hacer resumen y memorizar las fechas, los hechos, no contextualizábamos ni podíamos comparar los hechos, solo teníamos que memorizar y no se realizaba análisis.</p>	<p>La educación en secundaria era tradicionalista, casi todas las clases se realizaban de la misma forma, los maestros llegaban a dictar, escribir en la pizarra y los alumnos a copiar y memorizar, lo que sí recuerdo que se ponían en práctica ran los valores, los maestros en su mayoría tenían un muy buen dominio científico de las clases que impartían, pero siempre los maestros eran tradicionalista y los alumnos copiábamos, hacíamos resúmenes, memorizábamos y así desarrollábamos las clases.</p>	<p>Durante mis estudios de secundaria la metodología que se utilizaba, no solo en Historia, sino en la mayoría de las clases, era la tradicionalista, recuerdo que todos los maestros llegaban a dictar o pasaban a un niño a dictar y los alumnos solo escribíamos y las preguntas que se hacía solo era de alguna palabra que no la entendíamos.</p>

<b>Formas de Evaluación</b>	La forma de evaluar era escrita con cuestionarios de preguntas cerradas, no había preguntas de análisis y cuando nos tocaba hacer los exámenes o pruebas, generalmente era de 0 a 100 puntos el examen, pero a veces hacíamos algún trabajo y acumulábamos 20 puntos o 40 puntos	Las evaluaciones consistían en realizar un examen escrito donde generalmente las preguntas eran cerradas y para que la respuesta fuera acertada teníamos que contestarla como aparecía en el texto, el examen era con un valor de 0 a 100, en algunas ocasiones, se hacía un resumen o un trabajo y se valoraba en 20 o 40 puntos y el examen solo valía 60.	La forma de evaluar era con un examen escrito que lo hacíamos de 0 a 100 con preguntas cerradas, no se hacía preguntas de análisis, eran preguntas de fijación.
-----------------------------	--	--	---

Fuente: Historia de vida maestros de Educación Secundaria

**Tabla 2: Metodologías didácticas y formas de evaluación utilizadas por los docentes (década de los 90s)**

Informantes	Profesora Rosita	Profesora Catalina	Profesora Cándida
<b>Metodología didáctica</b>	La forma que utilizaba era trabajar con los libros, dictados y trabajo en grupo, porque no teníamos muchos libros de textos, se hacía la técnica toma de apuntes, no todo el tiempo, solo cuando la clase era explicativa se tomaba apuntes y luego compartíamos, y si había dudas las aclarábamos. se elaboraban guías en grupo, visitábamos la biblioteca.	Apliqué el constructivista humanista, con las transformaciones curriculares utilicé diferentes estrategias, como la dramatización, las líneas de tiempo, las exposiciones, los cuadros sinópticos, esquemas, mapas conceptuales, observación de videos entre otras.	La metodología que yo utilicé, recuerden que recibí preparación por los compañeros cubanos y la metodología que me enseñaron eran muy buena, combinaba lo que aprendí aquí y lo que había aprendido en Cuba, combinaba la teoría con la práctica, imprimía mapas y ponía a trabajar a los chavalos en grupos, a pintar, ubicar puntos, hacíamos esferas de papel, para simular el mapamundi, pero eso lo costeaba con mi salario.

<p><b>Formas de Evaluación</b></p>	<p>La evaluación que realizaba era a través de un examen escrito cerrado, hacia sistemáticos, pero también evaluaba la expresión oral y evaluación de exposiciones.</p>	<p>Las evaluaciones que hacía eran muy flexibles, parte práctica y parte escrita, las preguntas eran de análisis de desarrollo, el alumno podía explicar lo que entendía, no tenía que escribir íntegro lo que había memorizado y era de 0 a 60 puntos o a veces llevábamos un acumulado de 40 puntos.</p>	<p>La forma de evaluar era cuantitativa con un examen escrito y los estudiantes contestaban el examen que era de 40 puntos, porque habíamos acumulados 60 puntos para los 100 de nota final.</p>
------------------------------------	---	--	--

Fuente: *Historia de vida a maestras de Ciencias Sociales*

## CONCLUSIONES

El presente estudio llega a la conclusión que la metodología didáctica aplicada por los docentes de Historia de Nicaragua, Historia de América e Historia Universal, al momento de desarrollar las clases utilizaban metodologías didácticas tradicionales. Esto constató en los testimonios de los bachilleres que participaron en el estudio y que cursaron sus estudios en la década los 90s. Una característica del período en estudio es que se daba mucho la memorización de los hechos y contenidos desarrollados en las asignaturas de Historia.

En cuanto a las formas de evaluación que se practicaban comúnmente era una evaluación sumativa, con ausencia de procesos de autoevaluación o coevaluación. Los actores claves afirman que acumulaban 40 puntos y el examen era escrito y tenía un valor de 60 puntos. Además, los actores expresan que los 40 puntos que acumulaban era a través de pruebas sistemáticas cortas acerca de los contenidos desarrollados en clase, otras veces acumulaban haciendo trabajo en equipo.

El estudio demuestra que en la década de los 90 la educación no era prioridad de los gobiernos de turno, ya que el estudiantado asumía el costo de las mensualidades, ellos pagaban los materiales de estudio, entre ellos compra de folletos y compra de los exámenes que les aplicaban los docentes. De igual forma los docentes expresan que cuando ellos ejercieron docencia en la misma década de los 90 la situación se mantuvo con relación a la falta de materiales didácticos para los estudiantes, los docentes expresan que ellos compraban los libros de texto y los materiales a utilizar en la clase tales como mapas y otros materiales para desarrollar las clases que impartían.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrién García, J.B., Gorostiaga, X., Tünnermann Bernheim, C., Lucio Gil, R. y De Castilla Urbina, M. (1997). *Nicaragua: la educación en los noventa desde el presente... pensando el futuro*. UCA, Managua.
- Arrien, J. B. (2008). Referentes de impacto en la educación de Nicaragua, período 1950-2008, Encuentro 2008/ Año XL, N° 79 8-18.
- Barrante Echavarría, R. (2014). *Investigación: Un Camino al conocimiento. Un Enfoque Cualitativo y Cuantitativo*. Editorial Universidad. Editorial Universidad a Distancia. UNED.
- Becerra González, F. A. (2015). *Historia Oral e Investigación Escolar para la Construcción de Subjetividad en el Aula*. Tesis de Licenciatura. Universidad Francisco José de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/3831>
- Barela, L. Miguez, M y García, L. (2009). Algunos apuntes sobre historia oral y cómo abordarla. Dirección General patrimonio e Instituto Histórico. [chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.comisionporlamemoria.org/archivos/archivo/archivo-oral/bibliografia/Barela\\_Miguez\\_conde.pdf](chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.comisionporlamemoria.org/archivos/archivo/archivo-oral/bibliografia/Barela_Miguez_conde.pdf)
- Carmona Pérez, E.; Zapata Puerta, M. y López Pulgarín, S. E. (2019). *Familia Multiespecies, Significados e Influencia de la mascota en la familia*. <dialnet-FamiliaMultiespecieSignificadosEIInfluenciaDeLaMasc-7461158.pdf>
- Cerda Flores, M.E y Peña, K.V. (2019). *Historia de vida: Memorias de los procesos de aprendizajes de la Ciencia Sociales en Educación Secundaria en Rivas, Nicaragua*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.
- De Castilla, M. (2018). *Breve historia de la calidad de la Educación en Nicaragua: Summa Pedagógica 1998-2018: Veinte años pensando y escribiendo sobre la Educación Nicaragüense*. Grupo Editorial Managua.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). McGraw-Hill.
- Mallimaci, F., y Giménez Béliveau, V. (2006). *Historia de vida y métodos biográficos*. *Estrategias de investigación cualitativa*, 1, 23-60.
- Martínez-Rugama G.I., Rivas, J.A. y Martínez-Andrades, E. (2017). *La Educación en Nicaragua*. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, (Rev. iberoam. bioecon. cambio clima.) Vol. 3 núm. 5, 711-733 ISSN electrónico 2410-7980.
- Martín García, A. V. (1995). *Fundamentación Teórica y uso de las Historias y relatos de vida*, Ediciones Universidad de Salamanca, pp. 41-60.
- Méndez, J., García Aguirre, N.A. y Vallecillo Montoya, M.A. (2020). *Historia de vida de dos Docentes y tres estudiantes de Ciencias Sociales de Educación secundaria de 1990*. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. <https://repositorio.unan.edu.ni/14507/>
- Perez Rubio, L. R. (2013) *Resiliencia. Tres historias de vida*. Tesina para optar al título de Licenciada en Ciencias de la Comunicación. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad Autónoma de México. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/resiliencia-tres-historias-de-vida-324788?c=plqaDL&>

d=false&q=\*. \*&i=4&v=1&t=search\_0&as=0

Robles, B. (2011). La entrevista en profundidad: una técnica útil dentro del campo antropológico. *Cuicuilco*, 18(52), 39-49. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35124304004>

Ricoy Lorenzo, C. (2006). Contribución sobre los paradigmas de investigación Educación. *Revista do Centro de Educación*, vol. 31, núm. 1, pp. 11-22. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/1171/117117257002.pdf>

Toussaint, M. y De Garay, G. (2016). Cuéntame tu vida. Historia oral: historias de vida. *Secuencias. Revista de Historia y Ciencias Sociales*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319146524011>

Torres, C. (1997). *Orientaciones básicas de metodología de Investigación Científica*. (9na edición). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.



## Plan de Pizarra como metodología activa del aprendizaje significativo y amigable en Matemáticas para la educación secundaria en Nicaragua

### Blackboard Plan as an active methodology for meaningful and friendly learning in Mathematics for secondary education in Nicaragua

#### **Rigoberto Francisco Jarquín Matamoro**

Docente de Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa, UNAN-Managua/  
FAREM-Matagalpa, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0002-8280-0823>

[rigoberto.jarquin@unan.edu.ni](mailto:rigoberto.jarquin@unan.edu.ni)

#### **Recibido**

13/02/2023

#### **Aceptado**

27/03/2023

#### **RESUMEN**

El presente artículo tiene como objetivo abordar la estructura del plan de pizarra y la mejor manera de evaluar la clase, dado que, es una metodología activa que implementa el Ministerio de educación (MINED) de Nicaragua en conjunto con el programa NICAMATE, desde el año 2019 con el objetivo de mejorar el rendimiento académico de Matemáticas en secundaria, promover su didáctica ejecutando actividades educativas de acuerdo al curriculum adecuado para dicha disciplina, a la vez como un modelo de planeamiento didáctico para el docente fomentando el aprendizaje significativo desde la aplicación de los conocimientos básicos en diversas situaciones y amigables por la manera de jerarquizar los contenidos que son conceptuales, procedimentales, esenciales y aplicativo con cierto grado de complejidad en sus ejercicios y problemas. Este artículo brinda una base teórica en cuanto a la metodología, recursos didácticos, apreciación de la evaluación formativa, gradualidad de los contenidos y la valoración de los aprendizajes, formando la concepción de las matemáticas amigables. Se aplicó la técnica de la observación y prueba objetiva para la recolección de información, se usó el método estadístico probabilístico para el cálculo de la muestra para la aplicación de la prueba, y usando el método teórico – científico, bajo un enfoque positivista. El principal resultado demuestra que los estudiantes presentaron dominio de los contenidos y que el impacto de esta metodología favorece a su aprendizaje.

#### **PALABRAS CLAVE**

Metodología; aprendizaje significativo; matemáticas amigables; evaluación.



## **ABSTRACT**

This article aims to address the structure of the blackboard plan and the best way to evaluate the class, given that, it is an active methodology implemented by the Ministry of Education (MINED) of Nicaragua in conjunction with the NICAMATE program, since 2019 with the aim of improving the academic performance of Mathematics in secondary education, promote its didactics by executing educational activities according to the appropriate curriculum for this discipline, as well as a didactic planning model for the teacher promoting meaningful learning from the application of basic knowledge in various situations and friendly by the way of hierarchizing the contents that are conceptual, procedural, essential and applicative with a certain degree of complexity in their exercises and problems. This article provides a theoretical basis in terms of methodology, didactic resources, appreciation of formative evaluation, content gradualism and learning assessment, forming the conception of friendly mathematics. The technique of observation and objective test was applied for the collection of information, the probabilistic statistical method was used to calculate the sample for the application of the test, and using the theoretical-scientific method, under a positivist approach. The main result shows that the students showed mastery of the contents and that the impact of this methodology favors their learning.

## **KEYWORDS**

Methodology; meaningful learning; mathematics friendly; evaluation.

## INTRODUCCIÓN

La educación secundaria en Nicaragua a través del Ministerio de Educación (MINED), se ha preocupado continuamente en fortalecer el proceso de enseñanza - aprendizaje, pero especialmente centrándose en el aprendizaje significativo en el estudiante en la asignatura de matemáticas enmarcándose a que, si el estudiante comprende la clase, le gustará matemáticas.

La principal problemática se presenta en la educación secundaria, cuando durante muchos años ha existido la dificultad de los estudiantes en aprender matemáticas, en el planeamiento didáctico, los bajos rendimientos académicos, la reprobación de la clase, la repetición de grados y la nivelación de contenidos. Por ello, en el año 2019 el MINED en conjunto con NICAMATE<sup>1</sup> se puso en marcha el proyecto para el Aprendizaje Amigable de Matemática en educación secundaria, que tiene como objetivos fundamentales: mejorar el rendimiento académico de matemática en educación secundaria y promover la cooperación mutua en cuanto a la didáctica de matemática a nivel regional. Estos objetivos generan pautas para vencer los estereotipos como que las matemáticas son difíciles, no se comprenden, entre otros, que han hecho que esta asignatura no sea una de las favoritas por los estudiantes.

Al hacer mención a la importancia de las matemáticas, Matamoros (2021) expone que:

Reside en una respuesta sencilla “la aplicabilidad” en lo que se hace y crea, puesto es vital para encontrar el razonamiento y la organización de maneras para entender el mundo, sin enfrascarse en un mundo cuadrado y no es por exactitud, sino más bien por las aproximaciones que se pueden lograr, consecuente a esto, la didáctica de la matemática avanza rompiendo esquematizaciones y paradigmas que han creado los mismos docentes y que ahora es trabajo de ellos mismos hacer de las matemáticas amigables. (p.32)

Desde los objetivos del programa mejorar el rendimiento académico es fundamental, puesto este es el resumen de los esfuerzos y estrategias que el docente emplea en el aula para lograr cumplir las competencias de grados, eje transversal y los indicadores de logros de manera eficaz y que el estudiante sea capaz de aplicar esos conocimientos en su propio contexto.

Hacer que las matemáticas sean amigables facilita que el estudiante pueda comprender de manera asertiva los conocimientos que se le presentan, y este programa lo hace posible a través de una forma jerárquica, partiendo de lo más sencillo a lo más complejo en un tiempo de 45 minutos fomentando el aprendizaje activo en todo momento. Según este proyecto, supone un cambio en las estructuras mentales del aprendizaje en los estudiantes que se produce

---

<sup>1</sup> Programa Nacional de Matemática Amigable, conformado por docentes de matemáticas en la delegación nacional del Ministerio de educación, UNAN – Managua y UNAN – LEÓN.

a través del análisis, comprensión, elaboración y asimilación de las diversas situaciones e informaciones propuestas en las clases. De esta forma, “el estudiante no constituye un agente pasivo, que se limita a escuchar la clase tomando notas y ocasionalmente plantear preguntas” (MINED, 2019a, p.3).

Lo anterior hace inferencia que el estudiante está activo en toda la clase realizando preguntas, pasando a la pizarra, ejemplificando con situaciones aplicadas a su contexto y no como oyente, donde el docente es el único emisor, sino que los papeles de emisor y receptor pueden permutar.

El modelo del plan pizarra en matemáticas desde su estructura constituye una importante metodología continua de pasos que son congruentes a los momentos del planeamiento didáctico (actividades iniciales, desarrollo, culminación y evaluación), que se desarrollan en el aula de clases en un periodo de 45 minutos usando como su nombre lo dice la pizarra donde MINED (2019a), lo define como:

El medio o recurso didáctico clásico utilizado por casi todos los docentes y es el único que tiene asegurada su existencia en el aula. Constituye un medio operativo de fácil utilización por parte del docente y adecuadamente utilizada facilita el proceso de aprendizaje en el aula. (p.3)

El actuar de este medio o recurso didáctico inicia desde una división de la pizarra en dos columnas, es decir, a la mitad ubicando cada elemento o momentos del plan según el lado correspondiente. Sin embargo, puede tomarse que el plan de pizarra es una parte del planeamiento didáctico que el docente traslada al pizarrón durante el desarrollo de la clase.

Para el programa de NICAMATE en conjunto con el MINED, las funciones didácticas que tiene la pizarra al desarrollar la clase son:

**Esquema 1 Funciones didácticas de la pizarra.**

Unificar la clase y el aprendizaje	• Proceso integrado que funciona como nexo para desarrollar a la misma vez el contenido y el aprendizaje.
Estructurar la clase	• Marca las pautas de la clase, partiendo del planeamiento modelo con los momentos: Problema inicial, solución, conclusión, ejemplo y ejercitación.
Unir comunitariamente al docente con sus estudiantes	• Articula la clase integrando las intenciones del docente y las ideas de los estudiantes.
Expresar las intenciones del docente	• Refleja la verdadera intención del docente de incorporar los conocimientos de forma paulatina.
Centrarse en las ideas de los estudiantes	• Al reflejar el problema inicial, el docente continuamente hace énfasis en las posibles ideas de las soluciones al problema como diagnóstico o conocimientos previos.
Momento del uso de la pizarra por los estudiantes	• El proyecto recomienda que el estudiante debe hacer uso de la pizarra únicamente en la etapa de ejercitación.

Fuente: Manual interactivo del plan pizarra, MINED (2019a) y modificado por el autor.

Las funciones anteriores constituyen una parte esencial de lo que se debe tomar en cuenta al desarrollar la clase, pero se corresponde con el eliminar la concepción de que únicamente se use marcador y pizarra, esto recae en como el docente logre usar las estrategias didácticas para adecuar la metodología del plan pizarra respetando cada momento. Cada función persigue el aprendizaje activo, el cual “no es posible aprender por otra persona, sino cada persona tiene que aprender por sí misma, experimentando, resolviendo para generar un enlace con la aplicación del conocimiento previo o enlazando con los cambios conceptuales ya creados” (Huber, 2008, p.9).

Por consiguiente, el aprendizaje activo se logra induciendo a pensar al estudiante, que este genere ideas de cómo resolver un problema, que se le plantee con el conocimiento que tiene actualmente y que pueda realizar o plantear la solución. Siendo esto la base de la metodología del proyecto.

La siguiente figura muestra la estructura que debe tener el plan de pizarra, es decir, que en el planeamiento docente se debe reflejar una estructura igual a la mostrada y la que debe estar plasmada en el pizarrón.

**Figura 1 Estructura del plan de pizarra**

	Fecha
<p><b>UX: Nombre de la unidad</b>  <b>S1: Nombre de la sección</b>  <b>C1: Nombre del contenido</b></p>	
<p><b>(P)</b> El docente plantea el problema (de ser posible de forma resumida).                      Tiempo 3 - 5 minutos.</p>	<p><b>(Ej)</b> El docente plantea el ejemplo y solución del libro. dependiendo del contenido, dar tiempo a que los estudiantes intenten resolverlo en su cuaderno y luego escribir la solución en la pizarra.                      Algunos contenidos no tienen ejemplo.                      Tiempo 0 - 10 minutos.</p>
<p><b>(S)</b> El docente plantea la solución del libro. Dependiendo del contenido, dar tiempo a que los estudiantes le den solución en su cuaderno antes de escribirla en la pizarra.                      Tiempo 7 - 10 minutos.</p>	<p><b>(E)</b> Los estudiantes escriben la solución de los ejercicios. Por lo menos, el primer ítem. Si el docente observa una tendencia de error común, debe explicar la solución.                      Tiempo 15 - 25 minutos.</p>
<p><b>(C)</b> El docente escribe la conclusión (de ser posible de forma resumida). Dependiendo del contenido se lee haciendo referencia a lo mostrado en la solución.                      Tiempo 3 - 5 minutos.</p>	

Fuente: Manual interactivo del plan de pizarra, MINED (2019a, p. 4)

La figura anterior muestra el cómo debe estar estructurada la pizarra, los pasos a seguir, que son los momentos de la clase, no se desvincula de los momentos ya conocidos como: actividades iniciales, de desarrollo, finales y de evaluación, sino que están integrados en él. Si bien se observa no se escribe el indicador de logro, ni las competencias de grado, ni eje transversal, estos se pueden explicar de forma oral o se mencionan al iniciar la explicación del docente en el problema inicial, pero deben estar plasmados en los datos generales del plan de clases, como se muestran en los ejemplos que están al final del artículo como anexos.

Cada aspecto del plan de pizarra está dentro de las actividades del planeamiento que se maneja con las demás asignaturas en los que se pueden agrupar dentro de las actividades iniciales está el problema inicial (P), en las actividades de desarrollo está la solución(S), conclusión(C) y ejemplo (Ej), en las finales esta

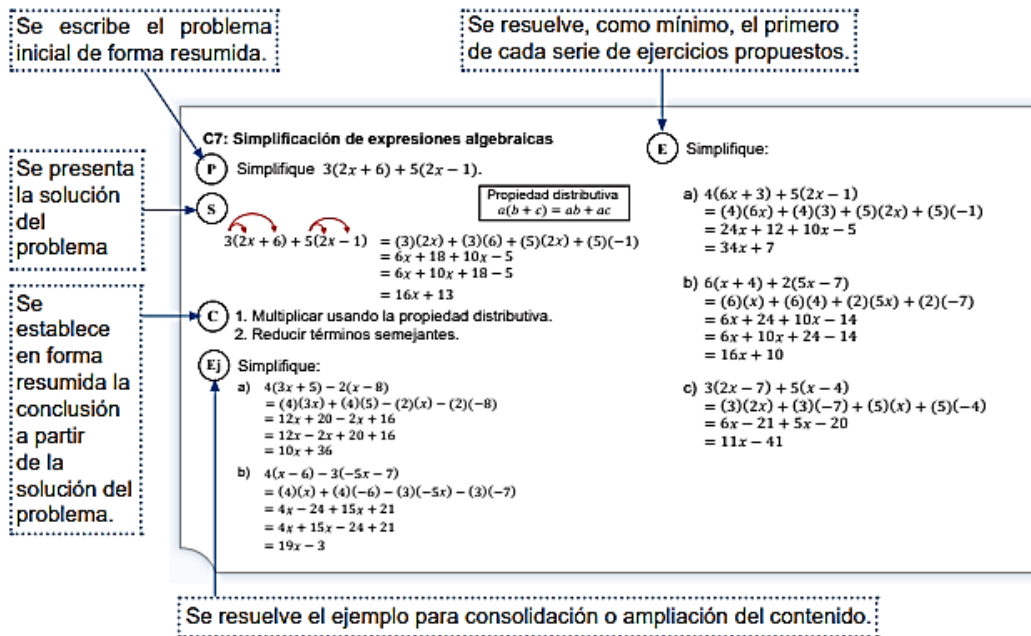
la ejercitación(E); en las de evaluación es involucrar todo el proceso formativo del desarrollo de la clase y que los estudiantes resuelvan en su cuaderno primeramente los ejercicios planteados; luego exponga en la pizarra la solución final. Cabe señalar, que deben de tomarse en cuenta el tiempo sugerido, pero esto no implica que siempre será la misma distribución, estos dependerán de cada contenido y del docente, sin embargo, el modelo del plan de pizarra exige que se deben cumplir lo antes sugerido.

El plan de pizarra se fundamenta en ciertos materiales didácticos para poder lograr el aprendizaje perseguido entre ellos MINED (2019b):

- *Libro de texto para el estudiante*: este libro debe tenerlo cada uno de los estudiantes durante la clase en el momento de desarrollo, sirve como material de información básica, y la mayoría de los ejercicios propuestos son fáciles de resolver de acuerdo con lo explicado en la conclusión. Cada ejemplar en su introducción detalla el uso de la simbología correspondiente, estructura del texto en unidades, secciones y contenidos, abarcando al final de cada sección un comprobemos lo aprendido, que es un resumen de ejercicios de los contenidos abordados para reafirmar los aprendizajes y en la mayoría de los casos como re alimentación para una evaluación sumativa, que pueden ser pruebas objetivas individuales y trabajos en pareja tomados de la prueba de unidad. (p. 7)
- *Guía del docente*: tiene como finalidad brindar una propuesta de programación anual, sugerencias sobre el uso del libro de texto de los estudiantes, mostrar la secuencia de los contenidos, indicar los aspectos esenciales, el uso correcto de la pizarra, ofrecer los solucionarios con sus procedimientos y fomentar la evaluación formativa con las pruebas de unidad. Además, implementa la enseñanza basada en el estudiante, rol del estudiante, del docente y retos de ambos participantes. Sin embargo, la guía proporciona información importante para facilitar el aprendizaje en los estudiantes y las pautas del plan de pizarra que el docente debe tomar en cuenta como lo expresa MINED (2019b):
  - En caso de que el problema sea de enunciado extenso, se debe escribir un resumen comprensible de dicho enunciado.
  - En el proceso de solución no debe repetirse cada palabra de la solución planteada en el Libro de Texto, pero sí debe escribirse cada paso imprescindible del proceso.
  - La conclusión también puede mostrarse de forma resumida (cuando esta es extensa).
  - Debe brindarse espacio suficiente para resolver al menos el primero de cada serie de ejercicios propuestos.
  - Si no puede seguir escribiendo en la pizarra debido a su pequeño tamaño, puede borrar los contenidos que los estudiantes ya han terminado de copiar y escribir la continuación o bien dividir la pizarra en dos columnas con el mismo espacio en cada una. (p.13)
  - La figura 2 muestra de manera resumida el actuar docente en cada punto

del desarrollo de la clase, con un tiempo específico como lo indicó la figura 1. Es de vital importancia que el docente maneja dicha estructura, dado que es la secuencia para abarcar cada contenido y cumplir con el objetivo de la misma.

**Figura 2 Estructura del plan de pizarra en la guía del docente**



Fuente: Guía para docentes de educación secundaria a estudiantes de décimo grado. MINED (2019b, p.12)

- **Cuaderno de actividades:** es un material complementario al libro de texto del estudiante teniendo como finalidad consolidar los aprendizajes adquiridos en el aula, a través del trabajo independiente en casa diariamente. En cuanto a su estructura presenta inicialmente aspectos claves en cada sección, ejercicios básicos similares al abordado en la clase y al final problemas avanzados que generan un consolidado de mayor análisis y reflexión de los contenidos y, por si fuera poco, el solucionario de los mismos al final del libro. Al final se muestra el link<sup>2</sup> del portal educativo Nicaragua educa para acceder a estos materiales didácticos.

La estructura del plan de pizarra según MINED (2019b, p.7) conlleva una serie de pasos a seguir por eso se considera metodología activa en la que se detallan los aspectos:

**P** Para plantear el problema inicial en la pizarra solo se escribe "P" seguidamente el enunciado del mismo o la orientación del ejercicio, en este punto el estudiante debe pensar en cómo resolverlo y el docente debe generar este espacio. Ningún estudiante pasa a la pizarra a resolverlo en

<sup>2</sup> Portal educativo Nicaragua educa. Material didáctico para plan de pizarra. [https://www.mined.gob.ni/biblioteca/page/10?category=librosdigitales&sc&post\\_type=product](https://www.mined.gob.ni/biblioteca/page/10?category=librosdigitales&sc&post_type=product)

este momento, solo lo resuelve en el cuaderno y puede explicar de forma oral como lo hizo, una vez que el maestro habiendo constatado esto procede a dar solución. También, puede darse el caso que **más de algún** alumno lo resuelva por lo que el docente parte de esto cuando recorre el aula y observa tal dificultad. En muchas ocasiones no se inicia con un problema inicial se parte con una definición, cuando es necesario partir de un concepto o introducir un nuevo contenido que los estudiantes no han visto. En los que se pueden escribir la palabra o una “D” de definición o demostración o se escribe concepto.

**S** La solución, en este momento el docente explica el ejercicio con todas sus generalidades paso a paso, citando ejemplos del medio y sin descuidar la atención de sus educandos, resuelve con ellos el problema planteado, este no copia la solución de manera anticipada y puede contestar a las interrogantes planteadas.

**C** En este punto, es la conclusión o el concepto de lo que se presentó en la solución reafirmando en un esquema o de manera resumida aspectos importantes del contenido, el docente hasta este punto pide a sus estudiantes usar el libro de texto según MINED (2019a), para copiar en su cuaderno y el educador puede copiar palabras claves en la pizarra o solo los pasos de solución como se presenta en MINED (2019b). Cabe mencionar que el docente puede hacer uso de algún material didáctico para llevar dicha conclusión y solo colocarla en la pizarra en los casos que los escolares no tuviesen los libros de texto a mano. Lo anterior depende de cada docente y se debe constatar que ellos tengan esto en su cuaderno.

**Ejemplo** En el ejemplo se presentan variantes del problema inicial que son importantes señalar para poder reforzar lo aprendido. Algunos contenidos no tienen este momento, por lo que el docente en el planeamiento didáctico deber distribuir bien el tiempo para poder cumplir con el tiempo designado o enfatizar más en algunas condiciones del problema inicial.

**E** Este es el momento de ejercitación, donde se presentan ejercicios para que los alumnos puedan resolverlo ellos mismos, se debe tomar muy en cuenta este tiempo en el planeamiento didáctico. No obstante, se copia únicamente el inciso “a” propuesto en el libro de texto y se les pide que lo resuelvan, el docente recorre el aula para constatar la solución en el cuaderno y posteriormente invitar a alguno a la pizarra de forma voluntaria, al terminar lo anterior, se prosigue con el inciso “b” realizando lo antes expuesto hasta agotar los ejercicios propuestos de ese contenido, Ahora bien, en la mayoría de los casos solo da el tiempo de resolver el inciso “a” y si la mayoría logró resolverlo se puede concluir que existió aprendizaje. En este tiempo puede revisar y firmar los cuadernos de los estudiantes que terminaron. También el docente puede intervenir para aclarar dudas en el caso que algún estudiante resolvió de manera incorrecta el ejercicio y se reafirma nuevamente. El realizar lo anterior y pasar al estudiante a la pizarra se verifica que el estudiante si aprendió, por que logró resolver el ejercicio, verificándose también, al aplicarse la prueba objetiva.

**T** Momento de las tareas en casa, estas se orientan muchas veces de forma oral a los estudiantes, señalando el número de ejercicio, número de página en el cuaderno de actividades y el número de página del libro de texto como parte del trabajo independiente en casa. A continuación, un ejemplo de la anterior (C/A, Ejercicio 64, pág.16 L/T, pág.78). Algunas veces se escriben en la pizarra y es revisado por el docente en el momento que considere pertinente.

Con base a lo anterior, el aprendizaje de matemáticas logra ser significativo y activo porque el estudiante en el desarrollo de la clase pone en práctica lo que aprendió, por eso se sugiere que el docente no borre la pizarra en lo que respecta al problema inicial, solución, conclusión y ejemplo para que el estudiante al resolver pueda observar los procedimientos realizados e intente dar solución a los ejercicios en la ejercitación.

Continuamente a este proceso es activo porque en todo el tiempo de la clase el estudiante pone en práctica sus habilidades y conocimientos, es decir, indica ponerlo a pensar y es amigable por que los contenidos van del más sencillo al complejo enseñando cada aspecto de una unidad por temas separados. Por ejemplo, lo que se muestra en la siguiente figura:

**Figura 3 Unidades y secciones del libro de texto de matemáticas de Décimo grado**

**Unidad 1: Conjuntos e Intervalos Numéricos**  
 Sección 1: Conjuntos .....  
 Sección 2: Intervalos numéricos .....

**Unidad 2: Inecuaciones de Primer y Segundo Grado**  
 Sección 1: Inecuaciones de primer grado.....  
 Sección 2: Inecuaciones de primer grado con valor absoluto .....  
 Sección 3: Inecuaciones de segundo grado .....

Fuente: *Libro de texto de décimo grado (MINED, 2019c, p. 6)*

En décimo grado se inicia con la unidad de Conjuntos e intervalos numéricos esta tiene dos secciones. La sección 1 tiene 5 contenidos y la sección 2 tiene 3 contenidos, si se analiza la jerarquía de los contenidos en cada una de las secciones para la Sección 1: **C1:** Conjunto, elemento, notación por extensión, pertenencia y cardinalidad de conjunto; **C2:** Diagrama de Venn, operaciones con conjuntos (Unión e intersección), conjunto vacío; **C3:** Conjunto universal. Relaciones entre conjuntos (Inclusión e igualdad); **C4:** Operaciones con conjuntos (Diferencia y complemento); **C5:** Conjunto (notación por comprensión); Para la Sección 2: **C1:** Intervalos numéricos en la recta numérica; **C2:** Unión de intervalos numéricos; **C3:** Intersección de intervalos numéricos. Lo anterior fue tomado del libro de texto para estudiantes de 10mo grado.



Si se observa la sección 1 aporta en sus 5 contenidos los conocimientos necesarios para poder aplicar los conceptos de unión e intersección en la sección 2 sobre intervalos numéricos, donde el estudiante va aprendiendo de forma sucesiva cada concepto y su aplicación de cómo interpretarlo, esto resulta amigable por no se le proporciona todos estos contenidos a los estudiantes en uno o dos periodos de clases de 90 minutos como se hacía antes de la implementación de esta metodología, por lo que el estudiante diariamente va recibiendo un contenido hasta llegar al punto clave donde se aplican todos los aprendizajes y al estudiante le resulta cómodo y entretenido ir aprendiendo matemáticas de una forma más gradual y no tan compleja.

Al observarse la relación de la unidad 1 con la unidad 2 la primera sirve para asimilar todos los conceptos primordiales para la resolución de inecuaciones en cuanto su resolución, gráfica y el conjunto solución. Por esta razón, las matemáticas con esta metodología resultan, fáciles de comprender, jerárquicas al aumentar la complejidad, asimilación de contenidos y amigables por la manera de presentarse al estudiante, además que no proponen ejercicios complejos, también depende de la didáctica y pedagogía que el docente tenga para transmitir esos conocimientos, además que se puede poner en práctica el aprendizaje por andamiaje<sup>3</sup> y zona del desarrollo próximo<sup>4</sup> al ponerlos a trabajar en pareja, para en los casos que el estudiante no entienda el contenido su compañero de clase pueda ser el que ayude a entender el contenido. Añadiendo que el comprobemos lo aprendido ayuda a refirmar todos los contenidos de la sección y ese día es de práctica en el aula y el docente puede reunirlos en pareja para resolver los ejercicios propuestos y aclarar las dudas.

Sin embargo, los instrumentos de evaluación sugeridos son las pruebas de unidad, estas se aplican terminando cada una para valorar si el estudiante logra aplicar lo que aprendió, pero es complicado muchas veces cuando una de ellas tiene varias secciones y esta tiene muchos contenidos, podría pasar que el estudiante no logre resolver toda la prueba, por los distintos estilos de aprendizaje como y es tarea del docente lograr identificar en cada sesión de clase el porcentaje de asimilación de sus estudiantes.

En cuanto al uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), en muchas ocasiones este uso se limita o no ocurre por la metodología del plan y puesto que algunos contenidos no tienen ese carácter por la abstracción y otro factor es el tiempo de 45 minutos donde se debe adecuar cada momento para poder hacer uso de la tecnología y aplicaciones. Por el contrario, según Herrera Castrillo (2021):

---

3 Se refiere a aquellas estructuras, actividades o estrategias de apoyo que el docente realiza para que el alumno construya su propio conocimiento, basándose en el aprendizaje por la zona del desarrollo próximo.

4 Fue introducido por Lev Vygotski desde 1931, refiriéndose a la distancia existente entre el nivel de desarrollo efectivo del alumno y el nivel de desarrollo potencial delimitando a la incidencia la acción educativa.

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) juegan un papel muy importante, para el desarrollo de las asignaturas, permite a los estudiantes comprender, analizar e interpretar de forma científica y práctica los contenidos y alcanzar los objetivos propuestos desde inicio del curso. (p.16)

A lo que el docente como parte de sus estrategias innovadoras podría incorporar dicho uso en uno o dos de sus momentos, dado que existen un sin número de aplicaciones para matemáticas como: Geogebra, Hiper Scientific calculator, simulador PhET, Quiziz, mimind, entre otras, que sirven para el aprendizaje y evaluación.

Dentro de la metodología del plan de pizarra en matemáticas los resultados que evidencian que el proceso de aprendizaje es significativo y amigable es el rendimiento académico dentro de la evaluación sumativa, que es el resumen de todas las evaluaciones en un periodo evaluativo. Se conoce que el programa sugiere aplicar las pruebas de unidad como instrumento de evaluación de los aprendizajes, pero también sugiere trabajos escritos, entrega de tareas, el trabajo en el aula, cuestiones formativas como participación, atención en la clase, conducta. El programa da pautas para asignar menos puntaje a las pruebas de unidad, puesto sugiere asignar 20 puntos como máximo y que no se pueden aplicar evaluaciones mayores a este puntaje en cada corte evaluativo<sup>5</sup>.

Cabe mencionar que, el hecho de realizar una prueba, esta debe tener a la par su instrumento de evaluación para medir los distintos aspectos, que demuestren por qué el estudiante obtuvo cierta calificación y de esa misma manera, dar una realimentación a los estudiantes respecto a lo que tuvieron dificultades en algunos ítems.

Para demostrar que los objetivos del plan pizarra contribuyen a mejorar el aprendizaje de los estudiantes, los resultados en las pruebas de unidad deben ponerse en evidencia y que, por ende, el rendimiento académico será satisfactorio, puesto es la finalidad del programa, aumentar el índice de aprobación y cambiar las concepciones negativas que se tienen hacia la asignatura de Matemáticas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la obtención de los datos necesarios y demostrar que los aprendizajes en la asignatura de Matemáticas, son significativos y amigables a través de la metodología del plan de pizarra, al usar el método empírico, se aplicó las pruebas de unidad en dos fases a estudiantes de décimo grado del Instituto Nacional Eddy Alonso en la ciudad de Sébaco, departamento de Matagalpa en el segundo semestre del año escolar 2022 en los cortes evaluativos III y IV.

---

<sup>5</sup> Resultado de la evaluación final cuantitativo de 0 -100 puntos en un periodo de dos meses, en el año se realizan cuatro cortes evaluativos estos se promedian y da como resultado la nota final.

La población de estudiantes de los décimos grados de las secciones del A al F fue de 176 estudiantes, por lo que se aplicó un muestreo probabilístico como lo expresan los autores Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2014) que:

Todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos para la muestra y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra, y por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de muestreo/análisis. (p.208)

De acuerdo con los autores y relacionando con este estudio, se conoció una población finita de estudiantes y de ahí se extrajo una muestra para la aplicación de la prueba objetiva. Se usó la ecuación estadística, cuando se conoce el tamaño de la población a un nivel de confianza del 95 %, con una probabilidad de éxito del 0,90 y de fracaso del 0,10 y un error máximo admisible del 5% al aplicar la ecuación

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde N son los 176 estudiantes;  $Z_{\alpha}^2$  es el nivel de confianza al 95% correspondiente al valor Z de 1,96; p es la probabilidad de éxito y q la probabilidad de fracaso y d error máximo admisible de 0,05, al realizar dicho cálculo se obtuvo una muestra aproximada de 78 estudiantes correspondiente al 44,3 % de la población. Tal como se demuestra el cálculo:

$$n = \frac{(176) \cdot (1,96)^2 \cdot (0,90) \cdot (0,10)}{(0,05)^2 \cdot (176 - 1) + (1,96)^2 \cdot (0,90) \cdot (0,10)} \approx 78$$

Como fueron varias secciones la muestra de los estudiantes, se realizó un cálculo proporcional según la cantidad de estudiantes cada una de las secciones, luego se multiplicó por el 44,3% cada cantidad, resultando lo que muestra la tabla 1, y posteriormente las pruebas se aplicaron de forma aleatoria en cada sección. Como un ejemplo del cálculo anterior sería lo siguiente: Para la sección A, donde existieron  $n_1 = 26$  estudiantes y  $n_A$  sería la muestra calculada.

$$n_A = (\%muestra) (n_1) = (0,443) (26) \approx 12 \text{ estudiantes}$$

De la misma manera, se realizó el cálculo de la muestra para las demás secciones.

**Tabla 1 Resultados del cálculo de muestra por sección**

Sección	Población	Muestra
A	26	12
B	32	14
C	28	12
D	29	13
E	34	15
F	27	12
<b>Total</b>	<b>176</b>	<b>78</b>

Fuente: *Elaborado por el autor*

En la tabla anterior se observa el cálculo de muestra para cada sección, la selección de estudiantes se realizó al azar, para evitar la conveniencia de los resultados y así obtener resultados verdaderos.

### Fases de aplicación de las pruebas o etapas de la investigación

Las pruebas se aplicaron en dos fases. En la primera fase se utilizó la prueba de unidad al terminar la unidad 5: Introducción a la trigonometría que tiene 4 secciones y cada una tiene 4 y 5 contenidos respectivamente.

Para la segunda fase se empleó la prueba de unidad, pero seccionada, es decir, cada vez que terminaba una sección se aplicaba parte de los ítems de la prueba de unidad de cada sección. Eso con el fin de realizar un contraste de los resultados de las pruebas que propone el MINED y analizar los rendimientos de los resultados en cada caso, valorando los más significativos en cuanto a ejercicios resueltos correctamente y no a puntaje, siendo así meramente formativo para realizar una predicción de los resultados sumativos.

Para el procesamiento de la información, se agrupó en tablas de frecuencias en Microsoft Excel y se usó el programa estadístico SPSS para el análisis y creación de gráficos. Luego de aplicar las pruebas, se ejecutó en el software ya mencionado para ayudar a generar la solución.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro del análisis para la primera fase se realizó por ítems, la prueba de unidad para la unidad 5 contiene 4 ítems y cada ítem 3 incisos referente a funciones trigonométricas seno, coseno y tangente. Para la fase 2 de la prueba de unidad respecto a la unidad 6 contiene 4 ítems con varios incisos, esta prueba se dividió en 4 partes una por sección dado que, esta unidad contiene 4 secciones; se tomaron dos incisos de la prueba y uno del cuaderno de actividades. El docente impartió las clases correspondientes con sus respectivos “comprobemos lo aprendido”. Cuando se terminó la unidad 5 se realizó la prueba un día después de haber hecho el repaso general.

Seguidamente se efectuó lo mismo con la unidad 6 aplicando la prueba por secciones, mencionando que para la segunda fase se le aplicó la prueba a los mismos estudiantes que realizaron la prueba de la unidad 5, para no tener discrepancias respecto al aprendizaje de los estudiantes, con finalidad de diferenciar los resultados de aplicar las pruebas de unidad según sugiere el programa y aplicar la prueba de forma seccionada, puesto la unidad 5 demora casi 2 meses en terminar.

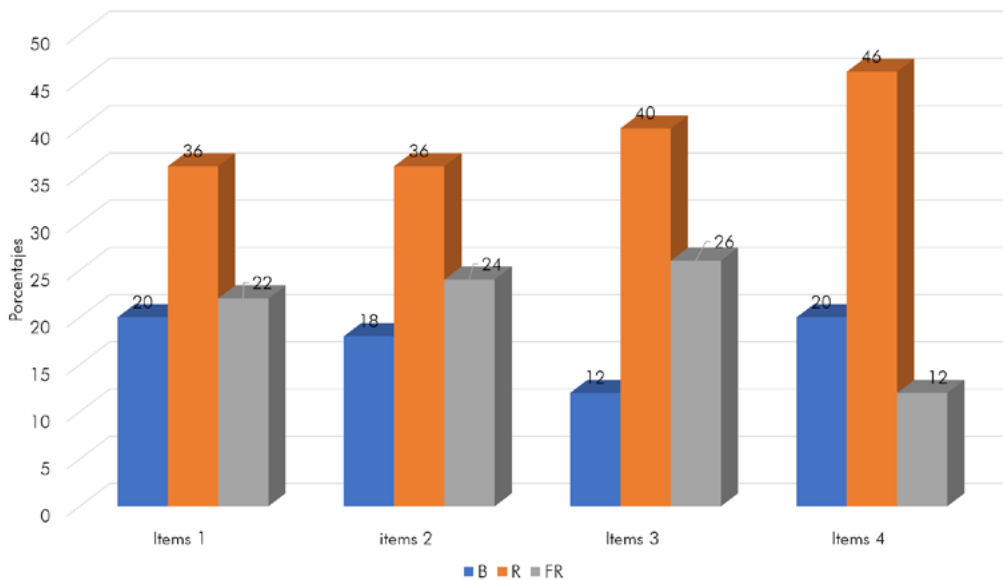
Siguiendo con el procesamiento de la información, el docente realizaba otras evaluaciones a la par para no descuidar el proceso normal y que los puntajes obtenidos con el estudio se incluyeran en las calificaciones de los estudiantes. Las pruebas se encuentran al final del artículo como anexo.

Para que se realizara un buen análisis la prueba de la fase 2, se estudió según la prueba 1 por ítems 1, 2, 3 y 4, como la prueba 2 se seccionó y se hizo 4 pruebas cortas las cuales se marcaron como ítems 1,2,3 y 4 para realizar el contraste. Al corregir las pruebas y obtener los resultados se colocaron escalas como **B:** Bueno, **R:** Regular y **FR:** Falta reafirmar.

Siguiendo con lo anterior, se usó el método empírico para organizar los datos, se procedió a usar el estadístico para procesar dichos resultados, a lo que se obtuvo al aplicar la prueba de unidad (ver en anexo 1) al terminar la unidad 5: Introducción a la trigonometría.

El gráfico No.1 muestra que la mayoría de los estudiantes respondieron de manera regular a los ítems de la prueba, a lo que se evidencia que ellos necesitan reforzar sus conocimientos son más que aquellos que hicieron correctamente los ejercicios, esto puede ser ocasionado debido a que los alumnos no recordaron las primeras secciones de la unidad resolviendo de forma incorrecta, esto ocurrió con los reactivos problema de las 3 primeras secciones, mejorando un poco en los ítems de la última sección, puesto es entendible que recién concluyen de ver esos contenidos.

**Gráfico 1: Resultados de la aplicación de la prueba de la unidad 1**  
 Universo de estudio: 78 estudiantes



Fuente: Datos obtenidos al aplicar la prueba de unidad al terminar la unidad 5.

Por añadidura, es desventajoso aplicar una prueba al terminar una unidad completa puesto pasan muchos días y los estudiantes van recibiendo los contenidos diariamente, y se les dio el debido repaso, al llegar comprobamos lo aprendido que se encuentra cuando se termina una sección, pero si se trata de que el plan pizarra va avanzando paulatinamente los contenidos y subiendo la complejidad para cada uno solo un 26% de ellos, logra establecer el vínculo deseado, además que el proceso es continuo y puede pasar que el estudiante logre confundir o no diferenciar lo que va a resolver en cada ítem.

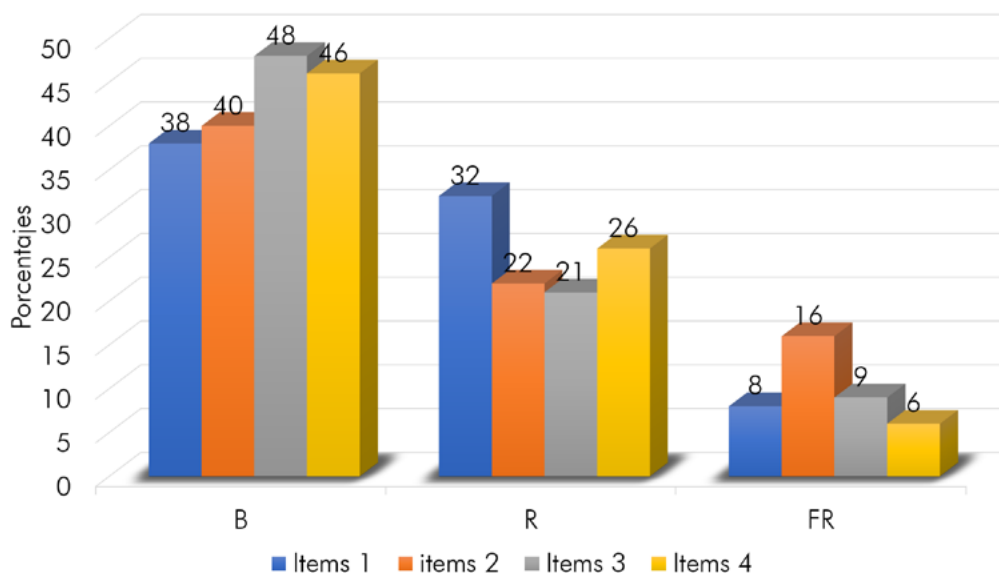
Aparte de que, el estudiante, según la metodología del programa, cada ítem se debe resolver sin calculadora y debe memorizar o manejar los valores de las funciones trigonométricas para los ángulos de  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  y  $90^\circ$ , lo que resultó algo complicado para ellos. Se observa que se debe mejorar la forma de evaluación para cumplir con el objetivo del rendimiento académico en matemáticas.

Por consiguiente, los resultados de los puntos obtenidos se encontraron en una escala entre aprendizaje elemental (AE) y algunos en las escalas superiores como satisfactorio (AS) y avanzado (AA). Cabe señalar, que la prueba la realizaron en un tiempo de 45 minutos, que es el tiempo que dura la clase normal. Por ende, las demás evaluaciones fueron revisión de tareas, las participaciones de cada estudiante, algunos trabajos en pareja, asistencia y puntualidad aunque este parámetro no fue muy tomado en cuenta por la incidencia de la pandemia de la COVID -19 donde existió que muchos estudiantes se enfermaron ellos o sus familiares, teniendo el cuidado de aplicar la prueba a los que asistieron de manera regular al instituto, por lo que si quedaba alguno de este tipo de caso, no se tomaba en cuenta y se le asignaba otro, esto ocurrió solo en 3 casos en distintas secciones.

El gráfico No. 2 muestra los resultados obtenidos al aplicar la prueba de unidad de la unidad 6: Funciones trigonométricas sugeridas por MINED, pero por sección, esto quiere decir que, cuando se terminaron los contenidos de una sección, se abordó el comprobemos lo aprendido y posteriormente se aplicaba la prueba con los ítems correspondientes a la sección. Por lo que se aplicaron 4 pruebas cortas al terminar las 4 secciones de la unidad, esta es una metodología diferente a la que sugiere el MINED en su manual y en las guías para el docente. Cada prueba se tomó como un solo ítems para cada prueba contenida 3 incisos únicamente (Ver anexo 3)

**Gráfico 2 Resultados de la aplicación de la prueba de la unidad 6**

Universo de estudio: 76 estudiantes



Fuente: Datos obtenidos por el autor al aplicar la prueba de unidad al terminar cada sección de la unidad 6.

Para generar el gráfico anterior, las pruebas del anexo 3 se fueron aplicando al terminar cada sección, se corrigieron y los datos iban siendo acumulados en una tabla, hasta que se aplicó la última prueba, luego se procedió a analizar los resultados. Es evidente que los resultados son satisfactorios, la mayoría de los estudiantes obtuvo la escala de Bueno en la mayoría de los ítems y regular, esto por lo que la manera que se aplicó o dividió esta vez fue distinta y el estudiante fue poniendo en práctica los conocimientos aprendidos continuamente añadiendo que, se les permitió hacer uso de la calculadora científica y se les enseñó como operarla. Contrariamente, al plan de pizarra que orienta al estudiante a usar una tabla de valores para las funciones trigonométricas para valores en grados de 0 a 90.

Conjuntamente los resultados proporcionados fueron a la par con los reforzamientos cuando se les brindo su calificación, se retomaba las dificultades encontradas. Está claro que es conveniente aplicar las pruebas terminando una sección, dado que presenta al docente la información requerida para tomar

decisiones para mejorar los aprendizajes aplicando estrategias que se puedan adecuar a la metodología planteada.

Si se pretende mejorar el rendimiento académico, la aplicación de las pruebas de unidad genera mejores resultados aplicarlas de forma seccionada, de modo que se conoce que el docente realiza otras evaluaciones, además que involucra un poco más de trabajo para el docente, pero es una manera más eficaz de aprovechar lo aprendido por el estudiante y que lo aplique sin obviar los estilos de aprendizaje de cada uno, que esto ocurrió en periodo de pandemia de la COVID-19, donde las preocupaciones de contagio por los estudiantes y padres de familia fue latente.

Sin embargo, no se puede omitir que, si el estudiante muestra interés a la clase, existe motivación y cumple con sus tareas diariamente el proceso se vuelve integrado y provechoso. Añadiendo que, este tipo de metodología es congruente a lo que se realizó con la evaluación, a lo que el programa hace en ir avanzando con los contenidos programados de forma gradual, lo ideal fuese hacer lo mismo con la evaluación, ahora bien, se maneja que es evaluación formativa en el desarrollo de cada sesión de clase, pero es necesario medir al estudiante su avance en asimilación de contenidos. Es lógico que, si los estudiantes demuestran buenos resultados en estas pruebas, significa un vector de que el rendimiento académico final en el corte evaluativo será muy bueno.

Se analizó únicamente las pruebas de unidad, pues son un resumen de forma general de cada unidad, puede ser que MINED las oriente como una perspectiva de los avances en matemáticas, pero es una metodología activa, por la permanencia de la evaluación formativa, amigable, por el nivel de complejidad de los temas que se abordan, de los ejercicios propuestos y de la cantidad de ejercicios a resolver. Congruente a la anterior, el recibir la clase diariamente no se pierde el hilo conductor de los contenidos y se lleva la secuencia en cada sesión de clase, tomando el anterior para entender el que prosigue.

El plan de pizarra además de jerarquizar los contenidos de una forma más sencilla, accesible para el estudiante, vino a romper los esquemas de que las matemáticas son difíciles, y de esa manera cambiar la apatía que la mayoría de los estudiantes tiene hacia la asignatura y a fomentar que el mismo aprenda lo básico, necesario y se enamore de la asignatura, pero esto depende de cada docente.

Para el docente el plan de pizarra comenzó a cambiar su forma de organizar su clase en su planeamiento, desarrollo de la clase al usar el pizarrón y no es que los planes de clases ya estén elaborados, están los planes didácticos ya propuestos, pero es trabajo del docente dar el toque personal, de cómo abordar cada aspecto, repartir el tiempo para cada momento, velar por la concentración de sus alumnos al momento de la clase e ir resolviendo las asignaciones con ellos y no solo es copiar todo el plan pizarra de un solo y luego explicarlo, sino ir desarrollando cada momento según se corresponde. Al mismo tiempo estar



atento que los estudiantes resuelvan los ejercicios propuestos y hacer uso de los materiales didácticos.

## CONCLUSIONES

- La metodología del plan de pizarra, genera un aprendizaje activo, por que hace que el estudiante piense en cómo resolver el problema inicial o un ejercicio, basándose en sus conocimientos previos o en los contenidos anteriores que se le fueron dados, además de que en el desarrollo de la clase se insta al educando, a ser participativo, a ser capaz de expresar de forma oral sus ideas e inquietudes y resolver los ejercicios en su mayoría muy acertados a la respuesta correcta.
- El impacto de implementar dicha metodología y evaluación genera un aprendizaje significativo, porque los estudiantes logran aplicar lo aprendido a los ejercicios y recuerdan esto en los próximos contenidos, generando los cambios conceptuales necesarios para que el aprendizaje pueda aplicarlo a otras situaciones.
- También, es amigable por el nivel de complejidad de los ejercicios que se le proponen al estudiante, la cantidad de ejercicios a resolver durante la clase y en las tareas en casa, la forma gradual del cómo se van desarrollando los contenidos diariamente, partiendo de los básicos, elementales y sencillos hasta un nivel algo complejo, es decir, que pueda aplicar fácilmente lo que aprendió.
- La evaluación de los aprendizajes en la mayoría de las sesiones de clase que fueron objeto de investigación, fue formativa, valorando únicamente los aciertos y desaciertos del estudiante y fue sumativa al final de la unidad, pero resultó más adecuado aplicar las pruebas de unidad por cada sección de contenidos, con mucha desventaja al aplicar la prueba de unidad para toda la unidad completa, esto si se habla de dar resultados para los cortes evaluativos, dado que al estudiante se le dificulta poder recordar muchos contenidos y algoritmos.
- El plan de pizarra es parte del planeamiento didáctico del docente y funciona también como metodología para guiar el aprendizaje del estudiante de una manera más organizada, esquemática, sencilla y enfocada siempre a que el mismo se enamore de las matemáticas.

Es de vital importancia para los investigadores que pretendan realizar estudios en esta línea, y con base a la experiencia del autor en el aula de clase, se recomienda ampliar sobre:

---

- El uso y forma de adecuar las TIC a la metodología del plan de pizarra en educación secundaria.
- El impacto de los aprendizajes obtenidos con el plan de pizarra en la educación superior.
- Nivel de relación de la metodología del plan de pizarra en secundaria con los modelos universitarios específicamente para las asignaturas que contengan matemáticas.
- Análisis de la forma de evaluación de los aprendizajes del plan de pizarra desde una perspectiva con enfoque constructivista o didáctico y por competencias.
- La interdisciplinariedad que se puede lograr con la metodología del plan de pizarra con otras asignaturas.
- Estrategias didácticas pertinentes que se pueden adecuar a los momentos del plan de pizarra para mejorar el aprendizaje.
- El nivel de pertinencia del uso de los recursos didácticos del plan de pizarra entre ellos libros de textos, guía del docente y cuaderno de actividades.

Finalmente, de manera atenta y afectiva se agradece a los estudiantes de décimo grado del año escolar 2022 que participaron al resolver las pruebas en las dos fases, cuando se les hizo la convocatoria. A los colegas cercanos al autor que ayudaron a generar ideas para seguir con la investigación y realizar revisiones generales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México, DF: McGRAW-HILL.
- Herrera Castrillo, C. J. (2021). Aprendizaje en las asignaturas "Electricidad" y "Termodinámica y Física Estadística" en tiempos de pandemia. *Revista Multi-Ensayos*, 7(13), 14-25. Obtenido de <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v7i13.10748>
- Huber, G. L. (2008). Aprendizaje activo y metodología educativa. Active learning and methods of teaching. *Tiempos de cambios universitarios*, 59.
- MINED. (2019a). *Manual interactivo sobre el plan de pizarra, proyecto para el aprendizaje amigable de Matemática en educación secundaria* (Primera ed.). Managua, Nicaragua: MINED, JICA.
- MINED. (2019b). *Guía para docentes de Matemáticas educación secundaria de 7mo a 11mo grado* (Primera ed.). Managua, Nicaragua: MINED, JICA.
- MINED. (2019c). *Libro de texto de Matemáticas para estudiantes de 10mo grado educación secundaria*. Managua, Nicaragua: MINED, JICA.

Anexo 1- Ejemplo del plan didáctico del contenido 1 de la unidad 5

PLAN DE CLASES

**Nombre del Centro:** Instituto Nacional Eddy Alonso **Docente:**

**Disciplina:** Matemáticas

**Grado:** Décimo **Sección:** A, B, C, D, E, F **Tiempo:** 45 min **Fecha:**

**Competencia de Grado:** #5.1 Resuelve situaciones en diferentes contextos, relacionadas con las funciones trigonométricas para ángulos agudos.

**Competencia de eje Transversal:** # 5.1 Identidad Personal, Social y Emocional: Fortalece su autoestima, confianza y seguridad, al respetarse a sí mismo y a las demás personas reconociendo sus características, necesidades, roles personales y sociales. **Indicador de logro: #5.1** Resuelve situaciones en diferentes contextos, relacionadas con las funciones trigonométricas de ángulos agudos en triángulos rectángulos, que le ayuden a fortalecer su autoestima.

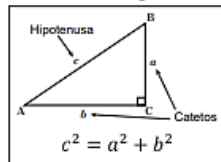
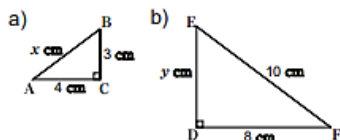
**Aprendizaje Esperado:** Aplica el Teorema de Pitágoras para encontrar la longitud desconocida de un lado de un triángulo.

**U5: Introducción a la Trigonometría**

**S1: Funciones trigonométricas de ángulos agudos en triángulos rectángulos**

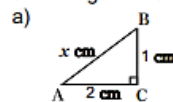
**C1: El Teorema de Pitágoras**

**P** Encuentre la longitud del lado desconocido en los siguientes triángulos rectángulos.

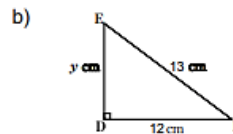


- S** a) Por el Teorema de Pitágoras se tiene,  
 $x^2 = 3^2 + 4^2 = 9 + 16 = 25$   
 Como  $x > 0$   $x = 5$   
 Por lo tanto, la longitud de la hipotenusa es 5 cm
- b) Utilizando el Teorema de Pitágoras se tiene,  
 $10^2 = y^2 + 8^2$   
 $100 = y^2 + 64$   $y^2 = 100 - 64 = 36$   
 Como  $y > 0$ ,  $y = 6$   
 Así, la longitud del cateto DE es 6 cm

**E** Encuentre la longitud del lado desconocido en los siguientes triángulos rectángulos:



$x^2 = 2^2 + 1^2 = 4 + 1 = 5$ ,  
 Como  $x > 0$ ,  $x = \sqrt{5}$   
 Así, la longitud de la hipotenusa es  $\sqrt{5}$  cm



$y^2 = 13^2 - 12^2 = 169 - 144 = 25$ ,  
 Como  $y > 0$ ,  $y = 5$   
 Por lo tanto, la longitud de la hipotenusa es 5 cm

C/A, Ejercicio 64, pág.16 (L/T, pág.78)

**ANEXO 2: Prueba de unidad correspondiente a la unidad 5**

Prueba de Matemática 10mo (30 min.) Fecha: \_\_\_\_\_

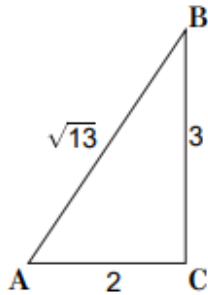
Unidad 5: Introducción a la Trigonometría

Nombre: \_\_\_\_\_ Sección: \_\_\_\_\_

Sexo: M / F

/ 20

1. Dado el triángulo rectángulo, encuentre  $\text{sen } A$ ,  $\text{cos } A$  y  $\text{tan } A$ .



$\text{sen } A =$

$\text{cos } A =$

$\text{tan } A =$

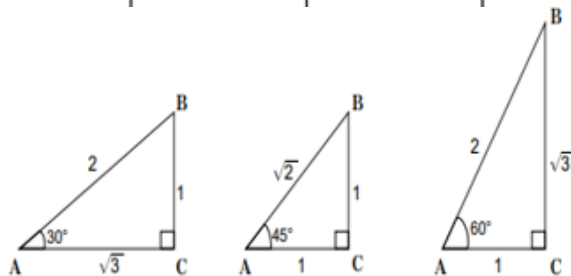
2. Si  $A$  es un ángulo agudo de un triángulo rectángulo y  $\text{sen } A = \frac{1}{4}$ , calcule los valores de  $\text{cos } A$  y  $\text{tan } A$ . (2 puntos  $\times 2 = 4$ )

$\text{cos } A =$

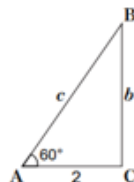
$\text{tan } A =$

3. Compare la tabla haciendo uso de los triángulos de la figura.

$A$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$
$\text{sen } A$			
$\text{cos } A$			
$\text{tan } A$			



4. Calcule la longitud de los lados desconocidos del siguiente triángulo rectángulo. (2 puntos  $\times 2 = 4$ )



**ANEXO 3: Pruebas de unidad 1, 2, 3 y 4 correspondiente a la unidad 6 seccionada**

Cada una de las pruebas fueron tomadas de la prueba unidad y se seccionó en 4 partes para cumplir la propuesta y el análisis y se presentaron así en ese apartado por cuestión de reducir espacio, pero a los estudiantes se les presentó con los debidos espacios la igual que la prueba anterior.

**Prueba 1**

**Prueba de Matemática 10mo (30 min.) Fecha:** \_\_\_\_\_

**Unidad 6: Funciones Trigonómicas**

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Sección:** \_\_\_\_\_

**Sexo:** M / F

1. Determine los valores  $\text{sen } \theta$ ,  $\text{cos } \theta$  y  $\text{tan } \theta$  para los valores de  $\theta$ :

a)  $135^\circ$

$\text{sen } \theta =$

$\text{cos } \theta =$

$\text{tan } \theta =$

b)  $90^\circ$

$\text{sen } \theta =$

$\text{cos } \theta =$

$\text{tan } \theta =$

c) Determine los valores  $\text{sen } \theta$ ,  $\text{cos } \theta$  y  $\text{tan } \theta$  para los ángulos  $180^\circ$ ,  $450^\circ$  y  $-270^\circ$ .

**Prueba 2**

2. Si  $0^\circ \leq \theta \leq 360^\circ$ , determine los valores de  $\theta$  para los cuales:

a)  $\text{sen } \theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$

b)  $\text{cos } \theta = \frac{1}{2}$

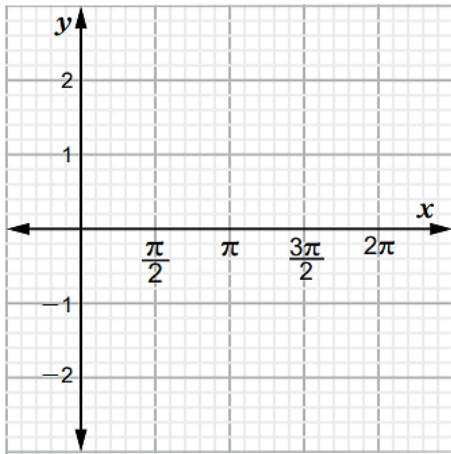
c)  $\text{tan } \theta = -1$

**Prueba 3**

Si el lado terminal del ángulo  $\theta$  se encuentra en el II cuadrante y  $\text{sen } \theta = \frac{1}{4}$ . Determine  $\text{cos } \theta$  y  $\text{tan } \theta$ .

**Prueba 4:**

4. Grafique la función trigonométrica  $y = 2 \cos \theta$  con  $0^\circ \leq \theta \leq 360^\circ$  y determine período, rango y amplitud.



Período:

Rango:

Amplitud:

Trace en la gráfica anterior los trozos de la función  $y = \tan \theta$  para  $-\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$  y  $\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{3\pi}{2}$ .

## Efectividad de las estrategias didácticas en la modalidad Blended Learning en el Tecnológico Nacional INATEC Matagalpa – Nicaragua

### Effectiveness of didactic strategies in the Blended Learning modality at the Tecnológico Nacional INATEC Matagalpa – Nicaragua

**Juana Paula Muñoz Gonzáles**

Instituto Nacional Tecnológico. INATEC, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0002-5642-0229>

[pauladocen22@gmail.com](mailto:pauladocen22@gmail.com)

**Recibido**

09/01/2023

**Aceptado**

17/03/2023

#### RESUMEN

El modelo Nacional de Educación técnica y Formación Profesional basado en competencia del INATEC se enfrenta a constantes desafíos de actualizar permanentemente la oferta de Educación Técnica y Formación Profesional, en correspondencia a los avances de la ciencia, tecnología y demanda de los sectores productivos (SITEAL, 2018). Por ello, las estrategias didácticas son de vital importancia en la implementación de las nuevas modalidades de la educación moderna. La presente investigación se realizó en el Tecnológico Nacional INATEC, en el Centro Nacional de Formación de Docentes en el municipio de Matagalpa, periodo 2021-2022. El propósito del estudio es fortalecer la calidad educativa en mejora continua a través de la implementación de estrategias innovadoras en la modalidad Blended Learning. Se utilizó una metodología observacional, el nivel de profundidad de conocimiento es descriptivo, el periodo y secuencia de estudio es transversal el enfoque filosófico es mixto, sustentado en un paradigma socio crítico. La muestra fue de 10 docentes y 68 estudiantes quienes demuestran la efectividad de las estrategias didácticas para implementarse en las sesiones de aprendizajes. Los resultados obtenidos por los docentes en el sentido de efectividad son: Aprendizaje basado en problema 88.9%, gamificación 77.8%, aprendizaje colaborativo 66.75% aprendizaje basado en el pensamiento 66.7%, aprendizaje basado en proyecto 77.8%, aula invertida 33.3%, pensamiento de diseño 33.3%, aprendizaje cooperativo 33.3%.

#### PALABRAS CLAVE

Estrategias didácticas;  
Blended Learning.

## **ABSTRACT**

The National Model of Technical Education and Vocational Training based on competence of INATEC faces constant challenges to permanently update the offer of Technical Education and Vocational Training, in correspondence to the advances in science, technology and demand of the productive sectors (SITEAL, 2018). Therefore, didactic strategies are of vital importance in the implementation of the new modalities of modern education. The present research was conducted at the National Technological INATEC, in the National Center for Teacher Training in the municipality of Matagalpa, period 2021-2022. The purpose of the study is to strengthen educational quality in continuous improvement through the implementation of innovative strategies in the Blended Learning modality. An observational methodology was used, the level of depth of knowledge is descriptive, the period and sequence of study is transversal, the philosophical approach is mixed, based on a socio-critical paradigm. The sample consisted of 10 teachers and 68 students who demonstrate the effectiveness of the didactic strategies to be implemented in the learning sessions. The results obtained by the teachers in the sense of effectiveness are: Problem-based learning 88.9%, gamification 77.8%, collaborative learning 66.75% thinking-based learning 66.7%, project-based learning 77.8%, flipped classroom 33.3%, design thinking 33.3%, cooperative learning 33.3%.

## **KEYWORDS**

Teaching strategies; Blended Learning.



## INTRODUCCIÓN

133

Existen diversas definiciones para estrategias didácticas, desde aquellos que desglosan las palabras estrategia (conjunto articulado de acciones que permite obtener resultados; ¿lleva implícito el planteamiento de una meta) y didáctica (actividades, prácticas pedagógicas), hasta conceptos que engloba a métodos, medios y técnicas que proporciona mayor flexibilidad y utilidad en relación al tratamiento de las TIC en el proceso didáctico según Colom, Salinas y Sureda, (1988) como se citó en (De los Heros Rondenil, 2018).

Hoy en día existe un abanico de estrategias didácticas que han incrementado su implementación después de la pandemia COVID 19, una de las modalidades que ha venido aumentando su utilización es Blended Learning que combina actividades presenciales y virtuales desarrollada por uno o más tutores y complementadas por plataformas digitales. De esta manera se incluyen las Técnicas de información y comunicación (TIC) representando una integración perfecta para adquirir competencias establecida en los planes curriculares de la carrera en estudio, dando relevancia a esta investigación científica y respondiendo a uno de los nuevos paradigmas educativos en la educación del siglo XXI.

El propósito de esta investigación es fortalecer la calidad educativa en mejora continua a través de la implementación con mayor frecuencia de un abanico de estrategias didácticas adecuadas para la modalidad Blended Learning. Se verificó la efectividad que tienen las estrategias didácticas en la modalidad en estudio y en respuesta a la dimensión evaluativa del modelo nacional de educación técnica y formación profesional que orienta lo siguiente:

La evaluación es continua y dinámica, se basa en la información y el análisis de datos para poder determinar las brechas y alertas de forma pertinente, a fin de implementar acciones más eficaces para su mejora y lograr que el modelo se actualice en función de responder a cambios externos e internos (SITEAL, 2018).

Las problemáticas identificadas en este estudio se realizaron a través de una guía observación de asistencias técnicas y metodológicas durante el diagnóstico y registrada en el libro de acta del consejo académico se sintetiza en: 65.6% de estudiantes de las carreras no ingresaban a la plataforma virtual y el 16.2% de los docentes no tenían conocimientos de las estrategias innovadoras en proceso de implementación semi presencial ya que estos no ingresaban a la plataforma virtuales.

En articulación al propósito de este artículo y el fortalecimiento de la calidad educativa en mejora continua de la dimensión evaluativa se sistematiza el problema en la siguiente interrogante: ¿Qué efectividad tienen las estrategias didácticas utilizadas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la modalidad Blended Learning en la carrera Técnico Especialista en Docencia de Educación Técnica y Formación Profesional?

Tomando como referencia que Las estrategias de aprendizaje están integradas a un proceso metodológico que combina un binomio perfecto entre docentes y estudiantes. Según Cam (2005), manifiesta que “en el proceso de enseñanza-aprendizaje, todo docente debe estar basado en una línea de conducción que requiere de preparación científica, pedagógica y didáctica para poder operativizarla a través del proceso de enseñanza-aprendizaje” (Romero Cieza, 2019). Por tanto, las estrategias innovadoras son parte de los kits de herramienta en los nuevos roles del docente en todos los niveles de educación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Tipo de estudio

El tipo de estudio se define preliminarmente desde la etapa de identificación y formulación del problema; sin embargo, cada etapa del proceso de investigación provee de elementos que sirven para su selección definitiva. La revisión de literatura y la consulta a personas conocedoras del tema de estudio contribuyen a una mejor elección (Pineda, Alvarado, & Canales, 1994). Tomando en cuenta la necesidad educativa como es la evaluación para esta dimensión del modelo nacional de educación técnica y formación profesional se define el tipo de estudio correspondiente a un enfoque mixto.

Según el nivel de profundidad del conocimiento este estudio es descriptivo, su propósito busca caracterizar o describir a la población de estudio, también se propone conocer parámetros de la población, todo este nivel investigativo es invariado, porque no plantean la relación entre variables Procedimientos para la recolección de datos e información (Supo, 2015)

### Enfoque filosófico

Las investigaciones se originan de ideas, sin importar qué tipo de paradigma fundamente nuestro estudio ni el enfoque que habremos de seguir. Las ideas constituyen el primer acercamiento a la realidad objetiva (desde la perspectiva cuantitativa), a la realidad subjetiva (desde la aproximación cualitativa) o a la realidad intersubjetiva (desde la óptica mixta) que habrá de investigarse (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

El tipo de estudio enlaza a un enfoque de investigación que requiere un proceso con técnicas e instrumentos que se complementan entre lo cualitativo y lo cuantitativo.

La investigación se sustenta en el paradigma socio-crítico. Esta perspectiva surge como respuesta a las tradiciones positivistas e interpretativas, se desarrollan de acuerdo a los cambios de la vida social, todo conocimiento depende de las prácticas de la época y de la experiencia. El paradigma socio-crítico tiene

como sus principios: 1) Conocer y comprender la realidad como praxis; 2) Unir teoría y práctica (conocimiento, acción y valores); 3) Orientar el conocimiento a emancipar y liberar al hombre; 4) Proponer la integración de todos los participantes, incluyendo al investigador, en procesos de autorreflexión y de toma de decisiones consensuadas, las cuales se asumen de manera corresponsable (Potkewitz, 1988).

### **Área de estudio**

El estudio de este proceso investigativo se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional (INATEC) en el Centro Nacional de Formación Docente Sede Benedicto Herrera en Matagalpa durante el periodo 2021 -2022.

### **Universo y Muestra**

Se realizó esta investigación tomando en cuenta a todos los docentes activos del periodo en mención, los cuales conformaron una muestra de 10 docentes formadores y 68 estudiantes. Dado que el Universo tiene una magnitud pequeña, se aplicó el criterio de censo, por lo tanto, se incluyó como muestra el 100%. considerado un universo no uniforme.

### **Técnicas cuantitativas y cualitativas**

Los procedimientos de recolección de datos, se refiere a la planificación que hace el investigador con respecto a la forma en que recolectará los datos (Ríos Ramírez, 2017). El proceso de recolección mediante la entrevista se realizará de acuerdo a (Reyes, 2017). Que engloba la preparación y elaboración de la entrevista y las condiciones de aplicación.

En cuanto al enfoque filosófico, por el uso de los instrumentos de recolección de la información, análisis y vinculación de datos, el presente estudio se fundamentará en la integración sistémica de los métodos y técnicas cualitativas y cuantitativas de investigación, por tanto, se realiza mediante un enfoque mixto de investigación (Henández, Fernández, & Baptista, 2010).

Para el diagnóstico se inició con una guía de observación a estudiantes y docentes ante una problemática que se estaba presentando en toda la muestra en estudio, con el mismo instrumento se incluye la revisión de la plataforma virtual del campus.inatec.edu.ni. Este proceso dio origen a elementos claves para formular la problemática sintetizada en la siguiente interrogante ¿Qué efectividad tienen las estrategias didácticas utilizadas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la modalidad Blended Learning en la carrera Técnico Especialista en Docencia de Educación Técnica y Formación Profesional?

Para la ejecución del presente estudio se aplicó un protocolo de encuesta con preguntas cerradas a 68 estudiantes activos de la carrera de Técnico Especialista en Docencia de Educación Técnica y Formación Profesional.

La segunda encuesta se aplicó a 10 docentes formadores con el propósito de evaluar la efectividad de las estrategias innovadoras de la modalidad Blended Learning.

Además de las encuestas, se plantea una entrevista con la coordinación del departamento de Tecnología educativa siendo el objetivo verificar la integración de las estrategias innovadoras en el diseño instruccional implementado.

Para evaluar la propuesta presentada se integran las metodologías innovadoras identificadas, se creó una escala estimativa enfocada a los 10 docentes formadores de la carrera en estudio con el objetivo de verificar el % de implementación, también se diseñó una escala Likert dirigida a la plataforma virtual donde se evidencian los resultados de los informantes claves (Estudiantes) para constatar la efectividad de las estrategias.

### Validez de los instrumentos

La validación de las encuestas, entrevistas, escala estimativa y escala Likert se llevó a cabo a través de una contextualización de instrumentos de investigación por el equipo del Centro Nacional de Formación de docentes y el departamento de Tecnología educativa de INATEC con el objetivo de evaluar la efectividad de las estrategias didácticas en los entornos virtuales del aprendizaje en la modalidad Blended Learning.

Se utilizó como referencia la validación de instrumentos que se realizó en la Universidad de Alicante en el estudio proceso de enseñanza aprendizaje apoyado en las tecnologías de la información: modelo para evaluar la calidad de los cursos b Learning en las universidades (Mejía Madrid, 2019). A través del cual se identifican las estrategias adecuadas para esta modalidad en estudio

Sequeira & Cruz, (1997), aseguran que, “todo instrumento de medición ha de reunir dos características fundamentales: validez y confiabilidad” citado en (Reyes Picado, Mairena Blandón, & Jarquín Valle, 2019). Utilizando como rango la siguiente escala.

**Tabla 1: criterios para validar la efectividad de las estrategias**

Criterios	Excelente	Muy Bueno	Bueno	No aplica
	5	4	3	2

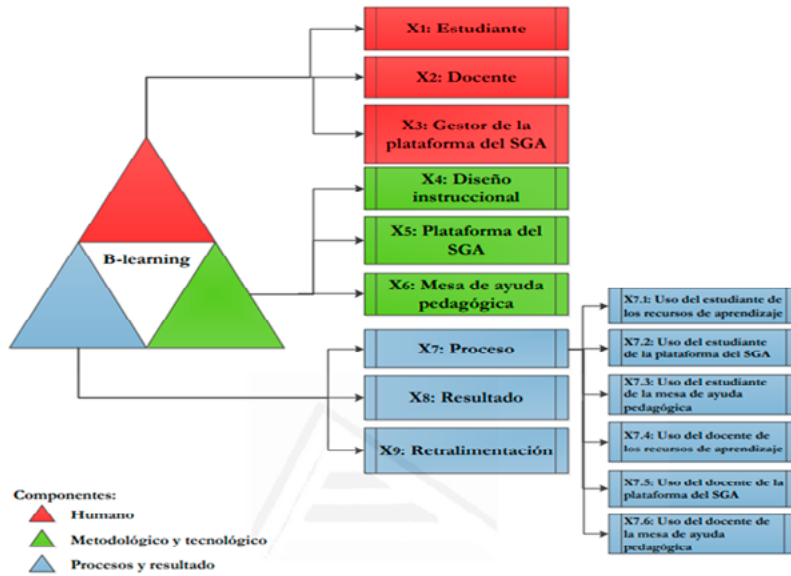
Nota: La presente tabla evidencia la escala estimativa para la verificación de la efectividad de las estrategias implementadas.

### Tabulación y análisis de datos

A partir de los datos que sean recolectados, se diseñó la base de datos correspondiente, utilizando el software estadístico SPSS v25 para Windows de acuerdo a la naturaleza de cada una de las variables, se elaboraron gráficos de barra en Microsoft excel para mayor claridad y descripción en forma clara y sintética la respuesta de cada una de las variables.

En esta investigación se han definido 9 elementos, 38 atributos y 6 relaciones que corresponden a la interacción entre los diferentes elementos y conforman la parte dinámica del proceso. Ver figura 1.

**Figura 1: Componentes evaluados en la modalidad Blended Learning.**



En este proceso de investigación se estudiaron 3 componentes. En el componente humanos se evaluó a docentes, estudiantes y gestor de la plataforma. En el componente metodológico y tecnológico se evaluó diseño instruccional, plataforma del sistema de gestión de aprendizaje y mesa de ayuda pedagógica, en el componente de proceso y resultados se valoró, proceso resultados y retroalimentación.

Para este artículo científico se especifica solo el componente metodológico y tecnológico orientado a la efectividad de las estrategias innovadoras en la implementación de la modalidad Blended Learning.

En la tabla 2: se describe una de las acepciones de las estrategias innovadoras que fueron evaluadas para determinar la eficiencia y eficacia en la implementación de la modalidad Blended Learning en la carrera en estudio.

**Tabla 2: Estrategias innovadoras a evaluar**

<b>Metodologías en la modalidad Blended Learning</b>	
<b>Aula invertida</b>	El aula invertida trata de dar el protagonismo del aprendizaje exactamente a quien es responsable de su propio aprendizaje, el estudiante, ya que este modelo permite que el rol del educador cambie a ser un asesor para el proceso, dejando su papel protagónico de docente. Lage, Platt, y Treglia (2000, p. 32) como se citó en (Calderón Muñoz, 2018).
<b>Aprendizaje basado en proyecto</b>	Metodología que consiste en diseñar, elaborar y realizar un proyecto con el objetivo de resolver problemas auténticos o abordar una tarea (De Miguel, 2006: Jiménez, 2015). citado en ( De la Torre Neches ).
<b>Aprendizaje basado en problemas</b>	“El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) evolucionó del método de estudio de casos utilizado en la escuela de leyes de Harvard y el enfoque de aprender por descubrimiento definido por J. Bruner” citado en (Baldeon Llno & Lozano Paucar, 2015).
<b>Aprendizaje colaborativo</b>	Este está fundamentado en la teoría sociocultural de Vigotsky, que concibe al hombre como un ser producto de procesos sociales y culturales. Para este teorista, el ser humano es un ser social que construye conocimiento de forma individual y grupal, donde la cultura brinda elementos para interactuar con los demás y donde existen mediadores entre la cultura y el sujeto (maestros, amigos, padres) siempre y cuando estos tengan herramientas culturales que le puedan transmitir (forma de hablar, forma de pensar), a esto él lo llamó zona de desarrollo próximo (ZDP) (Estrada, 2010) citado en (Bolaños Paz, 2021).
<b>Gamificación</b>	El término “Gamificación” es reciente, su origen data del año 2008 pero no fue hasta dos años después, en el 2010 que se viene intensificando este concepto (Llagostera, 2012). La Gamificación en su definición más simple se puede indicar como el uso de las mecánicas de juego en ambientes o entornos ajenos al juego (Deterding, et al., 2011) como se citó en (Romero Sandí & Rojas Ramírez, 2013).
<b>Pensamiento de diseño</b>	El pensamiento de diseño se ha identificado como un enfoque significativo para hacer frente a los problemas complejos (Buchanan, 1992). Por ejemplo, de acuerdo con Nelson y Stolterman (2003), el diseño no tiene por objeto resolver un problema con una respuesta definitiva, sino crear una adición positiva a la situación actual. cómo se cita en ( Leinonen & Durall, 2014).
<b>Aprendizaje basado en el pensamiento</b>	El aprendizaje basado en el pensamiento, Thinking-Based Learning (TBL), es una metodología activa que tiene como objetivo, no solo que los estudiantes adquieran los conocimientos del temario, sino que también desarrollen destrezas y habilidades relacionadas con el pensamiento y puedan ponerlas en práctica en el futuro. (CEU, 2018)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

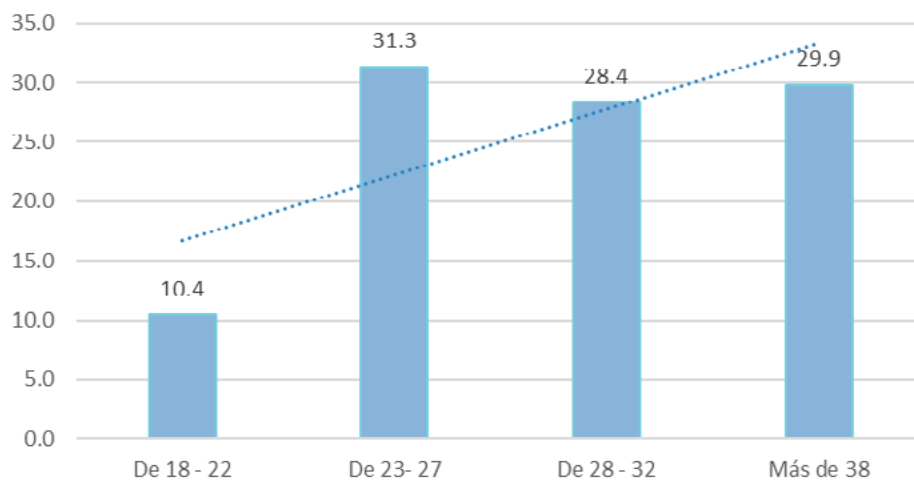
Este estudio se presenta posterior a la aplicación de instrumentos y finalizada la recolección de los datos, donde se procederá aplicar el análisis de los datos para dar respuestas a las interrogantes de la investigación (Heiva, 2001).

### Valoración de los estudiantes sobre la efectividad tienen las estrategias didácticas utilizadas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la modalidad Blended Learning

#### Indicador 1.1 Datos sociodemográficos:

Este criterio corresponde al sexo de los estudiantes, la muestra evidencia que la mayoría de los estudiantes son varones y la menor parte son mujeres, con una diferencia muy poca del 8.8% lo que indica que hoy en día las mujeres dedican un espacio de tiempo para estudiar específicamente el Técnico Especialista en Docencia de educación técnica y formación profesional durante el periodo 2021-2022. Ver figura 2.

**Figura 2: 1 Edad de los estudiantes (Informantes claves 1)**  
Edad de los estudiantes



#### En el indicador 6.23 experiencia de aprendizaje

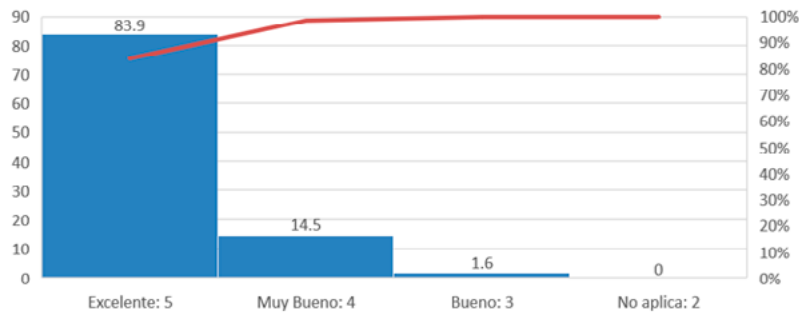
¿Cómo ha sido su experiencia de aprendizaje con la implementación de las estrategias innovadoras a través del aula virtual como apoyo en el módulo formativo?

Los indicadores utilizados para este criterio son del 2 al 5, siendo el 5 de mayor excelencia y el 2 de menor relevancia, obteniendo como resultados que los estudiantes de docencia valoran que la experiencia de aprendizaje con las estrategias innovadoras les apoya en las asignaturas o módulos formativos

con excelentes resultados. La implementación de las estrategias es relevante y necesaria sobre todo después de la llegada de la COVID 19. Indicando que la institución educativa ha dado paso gigantesco en la evolución de la educación con los diseños instruccionales implementados y pautas a la mejora continua. Visualizar figura 3.

**Figura 3: Experiencia de aprendizaje al usar el aula virtual**

¿Cómo ha sido su experiencia de aprendizaje con la implementación de las estrategias innovadoras, a través del aula virtual como apoyo en el módulo formativo?



**En el indicador 7.35 Seguimiento, retroalimentación y capacitación**

Los objetivos planteados están en concordancia con los elementos de competencias que debió adquirir el docente al ser egresado ver figura 3.

**Figura 3: Perfil profesional de la carrera Técnico Especialista en Docencia de Educación Técnica y Formación Profesional periodo 2021-2022**

**PERFIL PROFESIONAL**

---

El/la egresado/a de esta especialidad será capaz de:

- Planificar procesos de de aprendizaje de la acción formativa
- Implementar sesiones formativas de aprendizaje en Educación Técnica y Formación Profesional
- Evaluar competencia asociada a la acción formativa
- Gestionar entornos virtuales de aprendizaje
- Gestionar las prácticas profesionales de los estudiantes de educación técnica
- Realizar investigaciones en entornos educativos
- Propiciar emprendimientos en el contexto educativo
- Educar con valores éticos

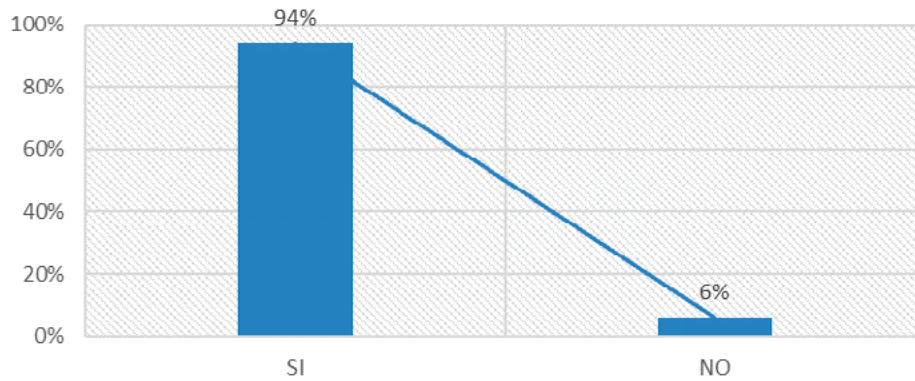
Obtenido de: (Portaltec, 2023).

El 94% de los estudiantes del periodo 2021-2022 que representan el 100% de la muestra equivalente a 68 estudiantes según centro nacional de formación de docente, sede de Matagalpa confirman que las estrategias de aprendizajes innovadoras le permitieron cumplir con las competencias planteadas en el plan de formación de la carrera sobrepasando el mínimo establecido en la informe memoria que establece el sistema de gestión de calidad (SGC) acreditado en la norma ISO 9001/2015 de la institución educativa en uno de sus métodos. Ver figura 4.



**Figura 4: Estrategias de aprendizajes innovadoras permitieron alcanzar las competencias establecida en el plan de formación de la carrera**

**Indicador 7.35: ¿ Las estrategias de aprendizajes innovadoras le permitieron cumplir con las competencias planteadas a través del Seguimiento, retroalimentación y capacitación?**



**En el indicador 9.47 diseño instruccional ¿Qué estrategias metodológicas innovadoras, utiliza su docente, en su aula virtual? Selecciones las 3 más usadas. \* Selecciona todos los que correspondan.**

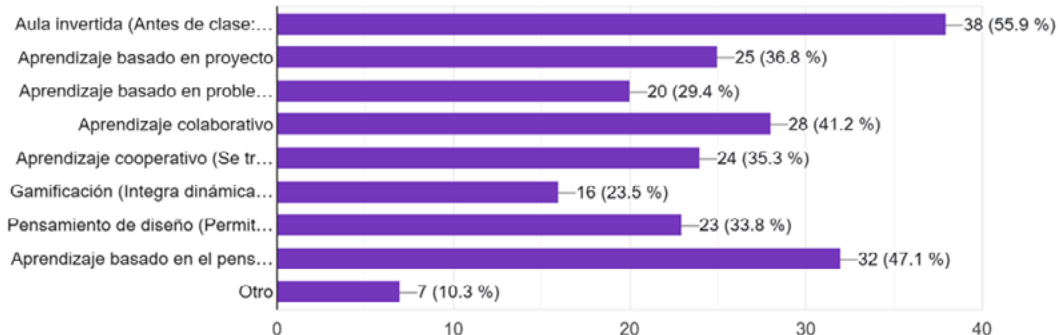
Según informantes claves (Estudiantes) Las tres estrategias más utilizadas por los docentes formadores son: aula invertida 55.9%, aprendizaje basado en el pensamiento 47.1% y el aprendizaje colaborativo 41.2%

Indicando que todas las estrategias didácticas innovadoras son efectivas siempre y cuando se implementen adecuadamente en los procesos de implementación en la modalidad Blended Learning destacándose las tres con mayores porcentajes según el estudio realizado. Ver figura 5.

**Figura 5: Efectividad de las estrategias innovadoras en la modalidad Blended Learning**

44. ¿Qué estrategias metodológicas innovadoras, utiliza su docente, en su aula virtual? Selecciones las 3 más usadas. Selecciona todos los que correspondan.

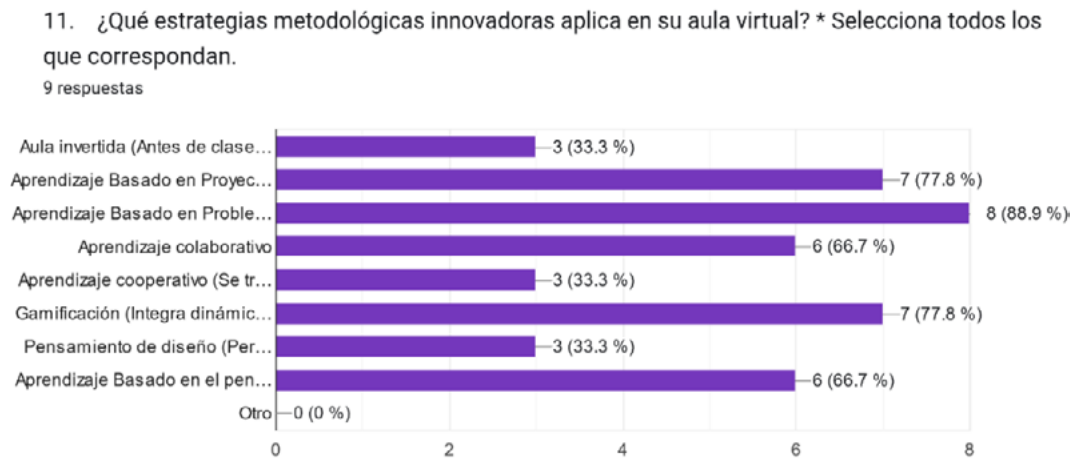
68 respuestas



Evaluación de los docentes sobre la efectividad de las estrategias innovadoras de la modalidad Blended Learning.

Según informantes claves 2 (Docentes formadores) el aprendizaje basado en problema, Gamificación y aprendizaje basado en proyecto, son las principales estrategias utilizadas, en contraste con el mismo indicador consultados a los 68 estudiantes, se identificó una baja diferencia, esto se debe que las estrategias se auxilian de técnicas de aprendizajes universales al implementarse que permiten un proceso metodológico, resaltando que si hay implementación de las estrategias de aprendizajes y confirmando la hipótesis condicional de este estudio que las estrategias didácticas innovadoras son efectivas si y solo si, se implementan con los procesos metodológicos adecuados. Ver figura 6.

**Figura 6: Estrategias de aprendizaje implementadas por 9 docentes formadores**



Como propuesta en la tesis Impacto pedagógico de la modalidad Blended Learning en la carrera Técnico especialista en docencia de educación técnica y formación profesional del Tecnológico Nacional INATEC Matagalpa durante el periodo 2021- 2022. Correspondiente a la cohorte número IV del Doctorado en educación e intervención social, que se llevó a cabo en la UNAN Managua, FAREM Estelí. se integró mejoras en el diseño instruccional del modelo ADDIE, específicamente en la inclusión de las estrategias innovadoras en el módulo de gestión de prácticas profesionales con una carga horaria de 66 horas académicas, 30 horas presenciales y 36 virtuales, módulo que se implementó a toda la muestra en estudio.

**Implementación de las estrategias didáctica en el aula virtual del módulo formativo gestión de prácticas profesionales**

Como parte de la propuesta presentada, durante el II Semestre del año 2022 se realizó un plan de capacitación a docentes formadores y estudiantes para fortalecer los conocimientos en las estrategias innovadoras en la modalidad Blended Learning en los cuales se pusieron en prácticas las estrategias innovadoras identificadas obteniendo la siguiente información descrita en la tabla #3

**Tabla 3: Escala estimativa, implementación de las estrategias en el aula virtual**

Estrategias didácticas	Criterios de evaluación				Total
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	No aplica.	
	5	4	3	2	
Aula Invertida	50	50	0	0	100
Aprendizaje basado en proyecto	67	33	0	0	100
Aprendizaje basado en problema	84	16	0	0	100
Aprendizaje colaborativo	67	33	0	0	100
Aprendizaje cooperativo	50	50	0	0	100
Gamificación	50	33	17	0	100
Pensamiento de Diseño	50	33	17	0	100
Estrategia didáctica basada en el pensamiento	67	33	0	0	100

Nota: La presente tabla evidencia los procesos de implementación en el aula virtual obtenido a través de un aula de prueba.

Para medir la efectividad de las estrategias se integraron todos los componentes de este estudio descrito en la metodología (ver figura 1). A continuación, se presenta los indicadores que evidencian la efectividad de las estrategias obtenidas en el módulo de gestión de prácticas profesionales, Ver tabla 4.

**Tabla 4: indicadores de efectividad de las estrategias Blended Learning**

Escala Likert				
Indicadores de evaluación	5	4	3	2
<b>Indicador sociodemográfico</b>				
Los estudiantes son mayores de 14 años	x			
Sexo (Se respeta la interculturalidad y equidad de géneros)	x			
Conectividad al aula virtual campus.inatec.edu.ni				
Se observa el ingreso de los estudiantes en el aula virtual.	x			
Se observa el Ingreso de los docentes en el aula virtual	x			
<b>Competencias digitales</b>				
Utiliza herramientas y aplicaciones con mayores importancias para usted dentro de este proceso en el aula virtual	x			
El grado de uso de las herramientas es casi siempre o siempre del paquete de office.	x			
El docente utiliza con frecuencia diaria la plataforma virtual.	x			
Recibió tutoría en cada módulo formativo de la estructura del aula virtual.		x		

El aula virtual incluye en su estructura estrategias innovadoras	x			
Se utiliza instrumentos de evaluación en el aula virtual tomando en cuenta las estrategias innovadoras	x			
<b>Experiencia de aprendizaje</b>				
Ha tenido alguna experiencia de aprendizaje con al menos tres estrategias innovadoras en el desarrollo del módulo formativo.	x			
¿Considera usted que el uso de las aulas virtuales y los recursos de aprendizaje le han contribuido a alcanzar los objetivos y resultados de aprendizaje en la asignatura o modulo formativo?	x			
<b>Estrategias innovadoras en la modalidad Blended Learning</b>				
Las estrategias utilizadas fueron relevantes para la adquisición de competencias	x			
Las estrategias utilizadas le permitirían interactuar con el docente formador y los demás compañeros	x			
Las estrategias implementadas le permitieron una metodología de aprender haciendo a través del saber hacer	x			
Se utilizaron estrategias gamificadas en la integración de saberes	x			
Las estrategias implementadas le permitieron incrementar su motivación extrínseca evidenciada en la permanencia, rendimiento académico y egreso de la carrera	x			
El aprendizaje cooperativo y colaborativo le permitieron desarrollar habilidades para la vida establecidas por la Organización mundial de la salud (OMS), evidenciado en el desarrollo de actividades y recurso del aula virtual (Wikis colaborativas, foros, tareas,)	x			
<b>Indicadores de efectividad de las estrategias innovadoras</b>				
Implementación: Se implementó al menos una actividad de aprendizaje con la estrategia Aula Invertida	x			
Se implementó al menos una actividad de aprendizaje con Aprendizaje basado en proyecto	x			
Se implementó al menos una actividad de aprendizaje con Aprendizaje basado en problema	x			
Se implementó al menos una actividad de aprendizaje con al menos una actividad de aprendizaje colaborativo	x			
Se implementó al menos una actividad de aprendizaje cooperativo	x			
Se implementó al menos una actividad de aprendizaje con gamificación	x			
Se implementó al menos una actividad de aprendizaje con pensamiento de diseño	x			
Pertinencia: Es pertinente y perteneciente las estrategias utilizadas en el aula virtual (verificado en % de avance de la plataforma virtual)	x			

Concordancia: Existe concordancia en la implementación de las estrategias entre las actividades virtuales y presenciales	x			
Eficiencia: Los procesos de implementación de las estrategias se desarrollaron con eficiencia (Desarrollo de competencias técnicas y transversales verificados en los instrumentos de evaluación durante el proceso).	x			
Eficacia: Los procesos de implementación de las estrategias se desarrollaron con eficiencia (Desarrollo de competencias técnicas y transversales verificados en los instrumentos de evaluación durante los resultados)	x			
<b>Seguimiento, retroalimentación y capacitación</b>				
Ha recibido seguimiento de parte del docente formador	x			
La retroalimentación que realizó su docente le ayudó a mejorar su aprendizaje	x			
Recibió capacitación en las actividades de aprendizajes	x			
¿Al menos tres estrategias innovadoras fueron parte en la estructura documentos de lecturas, material multimedia y actividades de aprendizaje?	x			
Se observó un equilibrio en el uso de las actividades de aprendizaje	x			
Se idéntica retroalimentación en cada una de las actividades de aprendizaje.	x			
<b>Alcance del Perfil profesional de la carrera</b>				
Desarrollo habilidades, competencias y talentos como tutor de prácticas profesionales. (El módulo en el que realizó prueba es gestión de prácticas profesionales)	x			
Nota: Excelente 5, Muy bueno 4, Regular 3, No aplica 2.				

La presente tabla muestra los criterios de efectividad de las estrategias didácticas innovadoras contextualizado en Mejía Madriz (2019)

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos propuestos en este proceso investigativo y los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- Las estrategias didácticas innovadoras aula invertida, aprendizaje basado en proyecto, aprendizaje basado en problema, aprendizaje colaborativo, aprendizaje cooperativo, gamificación, pensamiento de diseño y estrategias didácticas basada en el pensamiento son eficiente y eficaces logrando efectividad en la modalidad Blended Learning si y solo si se implementan adecuadamente tomando en cuenta los componentes del modelo humano, metodológico y tecnológicos, procesos y resultados.
- Uno de los indicadores que garantiza la calidad educativa en mejora continua es la implementación adecuada de las estrategias innovadoras identificadas

para la modalidad Blended Learning según los resultados obtenidos en la muestra de 68 estudiantes de docencia y 10 Docentes formadores del Tecnológico Nacional, INATEC.

- El tecnológico Nacional de INATEC logró efectividad en las estrategias didácticas en la modalidad Blended Learning según los resultados obtenidos de los indicadores verificados en aula virtual después de la implementación de la propuesta del diseño instruccional ADDIE, que incluyo las estrategias, siendo la más utilizadas por los docentes el aprendizaje basado en proyecto con un 88.9%, logrando la integración del 100% de estudiantes y docentes de la carrera en estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De la Torre Neches , B. (s.f.). *Aprendizaje basado en proyectos: estudio de caso sobre el potencial del metodo como modelo de enseñanza aprendizaje en educacion secundaria* . Tesis , 536 (página 26). Recuperado el 12 de Diciembre de 2022, de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/48525/TESIS-1872-210727.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Leinonen, T., & Durall, E. (2014). Pensamiento de diseño y aprendizaje colaborativo. 10 (Págnia 2). doi:DOI: <http://dx.doi.org/10.3916/C42-2014-10>
- Baldeon Llno , F., & Lozano Paucar, C. (2015). *El aprendizaje basado en problemas mejora el desempeño academico en el V Postulado del programa: Matematica física de la UNDAC-2016 II*. Recuperado el ENERO de 2023, de [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/281/1/T026\\_46193848\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/281/1/T026_46193848_T.pdf)
- Bolaños Paz, L. (2021). *Blendede Learning aplicado a la enseñanza aprendizaje de la valoracion neurologica en profesionales de enfermeria*. Universidad ICESI, Santiago de Cali. Recuperado el Diciembre de 2022, de [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/88532/1/T02226.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/88532/1/T02226.pdf)
- Calderón Muñoz, R. (2018). *aula invertida una estrategia para la enseñanza de funciones basicas*. Tesis . Recuperado el Diciembre de 2022, de [https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2986/1/TGT\\_1606.pdf](https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2986/1/TGT_1606.pdf)
- CEU. (2018). *El aprendizaje basado en el pensamiento permite poner en práctica y asimilar los procedimientos necesarios para generar y desarrollar el conocimiento*. Recuperado el Enero de 2023, de <https://www.ceu.es/blog/index.php/2018/aprender-a-pensar-desde-la-infancia/>
- De los Heros Rondenil, M. (2018). Experiencia de estrategias didacticas en la modalidad blended learning para educacion de adultos. *Revista Internacional de Tecnologías en la Educación*, 5(2), 2018, pp. 51-61, 55. Recuperado el Enero de 2023, de [file:///C:/Users/Formaci%C3%B3nDocente/Downloads/erica\\_ed,+pp.+51-61+\[1665\].pdf](file:///C:/Users/Formaci%C3%B3nDocente/Downloads/erica_ed,+pp.+51-61+[1665].pdf)
- Heiva. (2001). *Analisis e interpretacion de los resultados*. Recuperado el Diciembre de 2022, de <https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/ANALISIS-E-INTERPRETACION-DE-LOS-RESULTADOS/322081.html>

- Henández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Méxco : McGraw-Hill. Recuperado el Enero de 2023
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio, P. (2014). Recuperado el Enero de 2023, de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Mejía Madrid, G. (2019). El proceso de enseñanza aprendizaje apoyado en las tecnologías de la información: modelo para evaluar la calidad de los cursos b-learning en las universidades. Recuperado el Enero de 2023, de [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/92447/1/tesis\\_gina\\_mejia.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/92447/1/tesis_gina_mejia.pdf)
- Pineda, E., Alvarado, E., & Canales, F. (1994). *Metodología de la investigación* (Vol. Segunda edición). Recuperado el Enero de 2023, de <http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodologia%20de%20la%20Investigacion%20Manual%20para%20el%20Desarrollo%20de%20Personal%20de%20Salud.pdf>
- Portaltec. (2023). *Perfil profesional del Tecnico Especialista en Docencia de Educacion Tecnica y Fromacion Profesional*. Managua - Nicaragua . Recuperado el Marzo de 2023, de <https://portaltec.tecnacional.edu.ni/titulo/63/>
- Potkewitz, T. (1988). *Paradigma e ideología en investigación educativa. Las funciones sociales del intelectual*. Madrid: Mondadori. Recuperado el Diciembre de 2022
- Reyes Picado, C., Mairena Blandón, C., & Jarquín Valle, F. (2019). *Estrategias metodológicas aplicadas para el desarrollo del pensamiento crítico en la disciplina de Lengua y Literatura, con estudiantes de Educación Secundaria del departamento de Matagalpa, durante el primer semestre, año 2019*. Matagalpa . Recuperado el Enero de 2023, de <https://repositorio.unan.edu.ni/14914/1/14914.pdf>
- Reyes, E. A. (2017). Generación de biogás mediante el proceso de digestión anaerobia, a partir del aprovechamiento de sustratos orgánicos. 22.
- Romero Cieza, G. (2019). *B Learning como herramienta didactica y la recepcion del proceos de enseñanza aprendizaje de estudiantes de odontología*. Lima - Perú. Recuperado el Enero de 2023, de [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6579/romero\\_cg.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6579/romero_cg.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Romero Sandí, H., & Rojas Ramírez, E. (2013). La Gamificación como participante en el desarrollo del B-learning: Su percepción en la Universidad Nacional, Sede Regional Brunca. 10 (Página 2). Recuperado el Enero de 2023, de <https://laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP118.pdf>
- SITEAL. (2018). *Modelo Nacional de Educacion Tecnica y Formacion profesional basado en competencias*. Recuperado el Enero de 2023, de [https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit\\_accion\\_files/10021.pdf](https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/10021.pdf)
- Supo, J. (2015). Cómo empezar una tesis. Tu proyecto de investigación en un solo día. Recuperado el Enero de 2023, de <https://asesoresenturismoperu.files.wordpress.com/2016/03/107-josc3a9-sup0-cc3b3mo-empezar-una-tesis.pdf>
- Yapias, R. J. (2020). Tesis, Huancavelica Perú. Recuperado el Enero de 2023, de Plataforma moodle y rendimiento académico en los estudiantes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Huancavelica

## Itinerario genético de las relaciones de equivalencia en la escuela y la vida diaria

### Genetic itinerary of equivalence relations in school and daily life

#### **Arnoldo Abraham Herrera Herrera**

Estudiante del Doctorado en Matemática Aplicada, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0003-3001-8861>

[arnoldo.herrera@unan.edu.ni](mailto:arnoldo.herrera@unan.edu.ni)

#### **Iván Augusto Cisneros Díaz**

Doctor en Matemática Aplicada, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0003-2014-1946>

[ivan.cisneros@unan.edu.ni](mailto:ivan.cisneros@unan.edu.ni)

### RESUMEN

El concepto de relación de equivalencia describe la práctica prolongada del hombre consigo mismo y con la sociedad, es decir, marca un paso de lo singular a lo plural, una búsqueda entre los objetos o conceptos que poseen algún tipo de correspondencia para luego clasificarlos en equivalentes o no equivalentes. Las relaciones de equivalencia son un producto cultural que han acompañado al hombre en sus diferentes estadios históricos, pero que se vuelve invisible la mayoría de las veces por su cotidianidad, por consiguiente, existen diferentes conceptos matemáticos, que se encuentran aislados por el hecho de no evidenciar su aplicabilidad en la vida diaria. Otro aspecto esencial sobre las relaciones de equivalencia es que figuran como mecanismos imprescindibles para comprender la funcionalidad o comportamiento de diversas cosas que se conjugan en sus similitudes o bien que a partir de sus diferencias muestran aspectos que permiten definirse cierto tipo de relación. En este sentido y bajo la filosofía de mostrar un itinerario del concepto de relación de equivalencia se presentan ejemplificaciones detalladas en diversos contextos y niveles educativos, así como la correspondiente determinación de: clases de equivalencia y conjunto cociente.

#### **Recibido**

21/01/2023

#### **Aceptado**

17/03/2023

### PALABRAS CLAVE

Conjunto; relación de equivalencia; ejemplificaciones; clases de equivalencia.



## **ABSTRACT**

The concept of equivalence relation describes the prolonged practice of man with himself and with society, that is to say, it marks a passage from the singular to the plural, a search among objects or concepts that possess some kind of correspondence in order to then classify them as equivalent or non-equivalent. The equivalence relations are a cultural product that has accompanied man in his different historical stages, but that becomes invisible most of the time because of its everyday life, therefore, there are different mathematical concepts, which are isolated by the fact of not evidencing their applicability in daily life. Another essential aspect about equivalence relations is that they are essential mechanisms to understand the functionality or behavior of different things that are conjugated in their similarities or that from their differences show aspects that allow the definition of a certain type of relation. In this sense and under the philosophy of showing an itinerary of the concept of equivalence relation, detailed exemplifications are presented in diverse contexts and educational levels, as well as the corresponding determination of: equivalence classes and quotient set.

## **KEYWORDS**

Set; equivalence relation; exemplifications; equivalence classes.

## INTRODUCCIÓN

150

Este trabajo se enfatiza en las relaciones de equivalencia y el rastreo cognoscitivo de estas desde situaciones primarias de la vida humana, hasta su cristalización técnica en el área de la matemática actual. El propósito principal de este artículo se centra en identificar el uso del concepto de relación de equivalencia en la escuela y la vida diaria, así como ejemplificar la aplicabilidad de estas en diversos contextos educativos y además la construcción del conjunto cociente índice y conjunto cociente asociados a cada relación de equivalencia.

En una primera etapa de esta investigación se identificaron eventos cuya ejecución tiene que ver con la idea de clasificación de objetos siguiendo un criterio preestablecido, permitiendo definir relaciones aproximadamente iguales a las de equivalencia y en otros casos generar la idea central para construir una relación que fuese de equivalencia.

El segundo trayecto consistió en formar el conglomerado de conceptos adjuntos al de relación de equivalencia (clases de equivalencia, partición de un conjunto, conjunto cociente) y la determinación de su aplicación en diversos contextos. Esta misma ruta en su comienzo no exigía el lenguaje de conjuntos, al finalizar obligó a considerar varios niveles conjuntistas. Todos estos aspectos contribuyeron significativamente para concretizar y satisfacer las condiciones que cada una de las distintas ejemplificaciones cumplieran ser relaciones de equivalencia.

A través de la historia, la necesidad de conectar objetos bajo un determinado criterio ha permitido afirmar que las relaciones de equivalencia siempre han estado presentes, porque desde un primer momento el ser humano clasificaba las especies de la naturaleza. Así mismo, a medida que surgían nuevas generaciones se evidenciaba la importancia de tener una adecuada organización, tanto para atacar como para defenderse, por tal razón la mayoría de los ejércitos utilizaban criterios de selección para elegir sus soldados. Cabe señalar que existen otras situaciones de las cuales se deriva una aproximación a este concepto, a continuación, se mencionan algunas tomadas de Bible (1999, p. 1-102) en su Nueva Versión Internacional, uno de los libros más antiguos.

El señor le dijo a Noé “Entra en el arca con toda tu familia, porque tú eres el único hombre justo que he encontrado en esta generación. De todos los animales puros lleva siete machos y siete hembras; pero de los impuros solo lleva un macho y una hembra” (Génesis 7: 2 – 3).

Noé materializó el mandato divino de la siguiente forma: “Entonces entró en el arca junto con sus hijos, su esposa y sus nueras, para salvarse de las aguas del diluvio. De los animales puros e impuros, de las aves y de todo los que se arrastran por el suelo entraron con Noé por pareja el macho y su hembra tal como Dios se lo había mandado” (Génesis 7: 7– 9).

Existe otro pasaje que apunta a la clasificación: Hablen con toda la comunidad de Israel y díganles que el día décimo de este mes todos ustedes tomarán un cordero por familia, uno por cada casa. El animal que se escoja puede ser un cordero o un cabrito de un año y sin defecto, al que cuidarán hasta el catorce del mes, día en el que la comunidad de Israel en pleno lo sacrificará al caer la noche. Tomarán luego un poco de sangre en los dos postes y en el dintel de la puerta de la casa donde coman el cordero (*Éxodo 12: 3; 5-7*). En el fondo de este párrafo hay una partición de la población que medraba en el imperio egipcio.

Según Bible (1999), Israel, el pueblo escogido por Dios estaba dividido en tribus: Judá, Efraín, Manasés, Benjamín, Simeón, Zabulón, Isacar, Aser, Neftalí, Dan, Rubén y Gad. Este mismo hecho sucedía para la sociedad egipcia, de acuerdo con Cuervo (2017, p.3) *“La sociedad egipcia estaba dividida por clases: Faraón, Nobleza, Clase Sacerdotal, Escribas y Soldados, Artesanos y Comerciantes, Campesinos, Esclavos”*.

El siguiente ejemplo que se presenta fue tomado del Corán, el libro sagrado para la religión musulmana, donde se habla acerca de la organización política del imperio islámico, la cual es: califa (máxima autoridad política), visir (primer ministro), emir (gobernador de provincia), cadí (juez) y diwán (tesorero real).

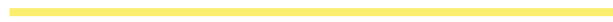
En palabras de Joyce (1996, p.2) en el mero portal del primer libro de los Elementos de Euclides, aparecen las siguientes nociones comunes:

- i. Las cosas iguales a una misma cosa son iguales entre sí.
- ii. Las cosas que coinciden entre si son iguales.

En la demostración de la proposición 1 del libro I de Euclides aparece el siguiente texto: “...pero se ha demostrado que  $\Gamma A$  es igual a  $AB$ ; por tanto, cada una de las (rectas)  $\Gamma A, \Gamma B$  es igual a  $AB$ . Ahora bien, las cosas iguales a una misma cosa son también iguales entre sí; por tanto,  $\Gamma A$  es también igual a  $\Gamma B$ , luego las tres  $\Gamma A, AB, \Gamma B$  son iguales entre sí.” En este mismo libro, la proposición 30 versa de la manera siguiente: “Las paralelas a una misma recta son también paralelas entre sí”. Por otro lado, en la proposición 12 del libro X el mismo autor afirma lo siguiente: “Las magnitudes conmensurables con una misma magnitud son también conmensurables entre sí”.

En estas muestras es palpable el uso incipiente de las tres propiedades (reflexividad, simetría y transitividad) que definen a una relación de equivalencia, sin llegar a la definición formal que actualmente se conoce. También, estas ideas iniciales permitieron concebir pensamientos trascendentales en la teoría de conjuntos y otros campos de la Matemática.

Luego de haber efectuado una revisión de la bibliografía y webgrafía sobre las investigaciones asociadas con la historia y el uso del concepto de relación de equivalencia, se encontró la siguiente información:



El libro escrito por Kennet (2004), titulado “Matemáticas Discretas y sus aplicaciones” es un soberbio manual que tiene como objetivo principal presentar de forma clara y precisa los conceptos, demostraciones y técnicas en matemática discreta, ofreciendo al estudiante la modernidad de sus aplicaciones en Informática. Para nosotros fueron útiles los ejemplos que aparecen en el capítulo referido a las relaciones de equivalencia y sus operaciones.

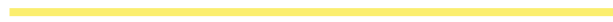
El trabajo realizado por González (2004) con la temática “Apuntes de Matemática Discreta y Relaciones de Equivalencia”, cuyo fin es valorar la importancia de las relaciones binarias para la ciencia, y por consiguiente, poder resolver ejercicios con métodos sencillos y eficaces, de tal forma que permita al estudiante obtener un aprendizaje significativo.

El trabajo de investigación “Equivalence: An Attempt at a History of the Idea” de Asghari (2019) donde se propone una lectura de la historia de la equivalencia en matemáticas. El documento tiene dos partes principales: la primera versa sobre el corto periodo en que el concepto de equivalencia estaba a punto de ser descontextualizado, aunque todavía no se había acordado el nombre. La segunda parte versa sobre un periodo histórico relativamente largo, cuando la equivalencia se experimenta en contexto, pasando revista a sus posibles genitores.

El método en esta parte consiste en discutir las ideas de sus formulaciones en teoría de conjuntos, el examen metódico de sus variaciones y las formas en que aparece la equivalencia en algunos textos históricos prominentes. El artículo revela varios conceptos alternativos de equivalencia y su comparación con la explicación estándar de la noción matemática de equivalencia.

En una segunda publicación de Asghari (2009) esta vez con el nombre “Experiencing equivalence but organizing order” en el que se consideran las diversas concepciones de equivalencia en la historia, en la matemática en general. En este artículo se revelan las diferencias críticas en la noción de relación de equivalencia en distintos puntos de la historia. Precisamente estas diferencias ponen en duda un punto de vista ingenuo, que con frecuencia se pone en ejercicio cuando se quiere justificar la conexión de un concepto matemático con la realidad cotidiana. En primer lugar, la noción de relación de equivalencia no resulta de deletrear directamente nuestra experiencia, y en segundo lugar, aunque esté matemáticamente muy bien elaborada, la escogencia de su definición para enseñarla en la escuela no es muy buena, desde el punto de vista pedagógico.

Un tercer estudio de Asghari (2010), titulado “A mad dictator partitions his country” se plantean en primer lugar tareas para los estudiantes que conduzcan a definir una relación de equivalencia en la forma conocida, y en segundo lugar, basados ya en la experiencia con los estudiantes, aceptar el hecho de que aparezcan variantes del concepto desde la perspectiva de los jóvenes participantes.



El texto de “Álgebra y Teoría de números” de Koulikov (1982) nos ayudó a estudiar los sistemas algebraicos en general, así como contribuir a la formación de nuestra cultura algebraica, debido a que se necesita una agudeza cognitiva para la comprensión profunda de la semiótica, psicología, historia y didáctica de la matemática elemental.

Asociados a las investigaciones antes mencionadas, está Revilla (2010) con: “Cursos Matemáticos - Relaciones de Equivalencia”, cuyo propósito es utilizar conceptos y teoremas correspondientes a la resolución de problemas conectados con la vida cotidiana, y de la misma manera, plantear y resolver algunos ejercicios aplicados que presentan cierto grado de dificultad. Este trabajo concluye que el estudiante debe poseer cualidades y habilidades en Matemática, puesto que estas son el eje principal para el desarrollo auténtico y significativo en cualquier lugar de trabajo. Por tal razón, es necesario proporcionar métodos adecuados para lograr un excelente aprendizaje.

El trabajo de Curveira & Bravo (2013) titulado “Tratamiento de conceptos matemáticos, su repercusión en el proceso de formación profesional inicial”, tiene el propósito principal de tratar la formación de habilidades en los estudiantes en la asignatura de Matemática General, a partir de las aclaraciones de los tipos de conceptos y las distintas relaciones matemáticas entre estos.

En la actualidad, una de las principales carencias que se presenta en la enseñanza de la asignatura Matemática en todos los niveles educativos, es la débil vinculación que los profesores pueden hacer con la red complicada de eventos que giran alrededor de la vida cotidiana. Un ciudadano común y corriente tiene que ocuparse de sus propias finanzas, pagos de hipoteca, procesos electorales, servicios médicos, deportes, una correcta nutrición, modas, seguridad en las transferencias bancarias por internet, anticipación a desastres naturales etc. En este sentido se asegura que frente a toda esta gama de fenómenos existen y se elaboran respuestas matemáticas que apuntan hacia el hallazgo de una solución.

También otra limitante de esta temática es que los programas de secundaria y la universidad el tratamiento sobre enseñanza de la matemática sigue adoleciendo de un enfoque escolástico, basado en principios y normas rígidas que esterilizan los esfuerzos para conectarla con la vida humana del aquí y el ahora.

Este fenómeno ha propiciado que el ciudadano común tenga la idea equivocada de que esta ciencia es una miscelánea de artificios mecánicos y descontextualizados, que no tienen relación alguna con las situaciones de la vida diaria. Por tal razón se decidió hacer la búsqueda de una ruta que permita determinar la génesis del concepto de relación de equivalencia, desde situaciones históricas, cotidianas hasta su inclusión formal en el gran edificio de la teoría de conjuntos. La génesis se comprende como una serie encadenada de acciones cognoscitivas que conducen directamente a la formalización del concepto de relación de equivalencia.

Alrededor de esta temática principal surgen las interrogantes: ¿Qué impedimentos tienen los estudiantes de matemática educativa para reconocer la presencia de relaciones de equivalencia en un contexto determinado? ¿Se trata de verdaderos obstáculos de corte cognitivo, o simplemente no existe en nuestro modo de aprender y enseñar una cultura de vincular de modo natural los conceptos matemáticos implícitos de la dinámica de la vida? ¿Cómo puede enriquecerse el proceso de enseñanza-aprendizaje con las habilidades adquiridas en la búsqueda y hallazgo de aplicaciones de las relaciones de equivalencia?

Finalmente se puede decir que los conceptos matemáticos son instrumentos culturales muy importantes para el desarrollo intelectual del estudiante, y que definiciones como par ordenado, producto cartesiano, relación, relación de equivalencia y función deberían estar en el léxico de los ciudadanos, porque innegablemente tienen múltiples aplicaciones en la vida cotidiana, aunque a veces sea difícil visibilizarlos.

Antes de abordar las ejemplificaciones de las relaciones de equivalencia en la vida diaria y la escuela, es necesario proporcionar ciertos conceptos y definiciones tomadas de Rojo (1996, p.1-80), las cuales servirán como base para comprender de mejor forma la temática en cuestión.

**Conjunto:** Dada una colección  $X$  de elementos, si  $x$  es un elemento de  $X$  escribiremos  $x \in X$ , mientras que si no pertenece a  $X$  escribiremos  $x \notin X$ . Si  $P$  es una propiedad, indicaremos por  $P(x)$  el hecho de que  $P$  sea cierta para el elemento  $x$ . Con esta notación, un conjunto  $X$  es una colección de elementos  $x$  tales que exista una propiedad  $P$  de modo que  $x \in X$  si y sólo si  $P(x)$  es verdadera.

**Par ordenado:** El par ordenado  $(a,b)$  es el conjunto cuyos elementos son  $\{a\}$  y  $\{a, b\}$ . Es decir

$$(a, b) = \{\{a\}, \{a, b\}\}.$$

$a$  y  $b$  son la primera y segunda componente del par ordenado, respectivamente.

**Producto cartesiano:** El producto cartesiano de los conjuntos  $A$  y  $B$  es el conjunto  $A \times B$  cuyos elementos son todos los pares ordenados cuya primera componente pertenece a  $A$  y la segunda a  $B$ . Simbólicamente,

$$A \times B = \{(a, b) : a \in A \wedge b \in B\}.$$

**Relación:** Una relación entre  $A$  y  $B$  es todo subconjunto del producto cartesiano  $A \times B$ . En símbolos,

$$R \text{ es una relación entre } A \text{ y } B \Leftrightarrow R \subset A \times B.$$

**Relaciones definidas en un conjunto:** Supóngase que  $R$  es una relación entre  $A$  y  $B$ , donde  $B = A$ . En este caso se dice que la relación está definida en  $A$ , y se identifica con un subconjunto de  $A^2 = A \times A$ .

$$R \text{ es una relación definida en } A \Leftrightarrow R \subset A^2.$$

**Relación de equivalencia:** La relación  $\sim \subset A^2$  es de equivalencia en  $A$  si, y solo si, es reflexiva, simétrica y transitiva.

**Reflexividad:** Todo elemento de  $A$  está relacionado consigo mismo.

$$\forall x : x \in A \Rightarrow (x, x) \in \sim$$

**Simetría:** Si un elemento está relacionado con otro, entonces este está relacionado con el primero.

$$\forall x, y : (x, y) \in \sim \Rightarrow (y, x) \in \sim$$

**Transitividad:** Si un elemento está relacionado con otro y este está relacionado con un tercero, entonces el primero está relacionado con el tercero.

$$\forall x, y, z : (x, y) \in \sim \wedge (y, z) \in \sim \Rightarrow (x, z) \in \sim.$$

**Clase de equivalencia:** Clase de equivalencia del elemento  $a \in A$  es el conjunto de todos los elementos de  $A$  que están relacionados con  $a$ .

$$K_a = \{ x \in A : x \sim a \}.$$

**Conjunto de Índices:** Es el conjunto formado por todos los elementos que han sido seleccionados como representantes de cada clase de equivalencia.

**Partición:** Sean dos conjuntos  $A \neq \emptyset$  e  $I \neq \emptyset$  tales que, cualquiera que sea el elemento  $u \in I$ , existe un subconjunto  $K_u \subset A$ . El conjunto  $\{K_u : u \in I\}$  es una partición de  $A$  si y solo si

$$\begin{aligned} \forall u : u \in I &\Rightarrow K_u \neq \emptyset \\ u \neq r &\Rightarrow K_u \cap K_r = \emptyset \\ \forall a \in A, \exists u \in I &: a \in K_u \end{aligned}$$

El conjunto  $I$  se llama conjunto de índices.

**Conjunto cociente:** El conjunto formado por las clases de equivalencia se llama conjunto cociente de  $A$  por la relación de equivalencia  $\sim$ , y la notación es

$$\frac{A}{\sim} = \{K_u : u \in I\}, \text{ donde } I \text{ es el conjunto de índices.}$$

## MATERIALES Y MÉTODOS

En este acápite se muestra la metodología aplicada, así como una perspectiva general de la deducción, construcción y utilidad acerca de las ejemplificaciones de las relaciones de equivalencia en la escuela y la vida diaria.

El tipo de investigación es aplicada porque tiene por objetivo la búsqueda y consolidación del concepto de relación de equivalencia para su aplicación y, por ende, para el enriquecimiento del desarrollo cultural y científico de la Matemática. Igualmente, su enfoque es fundamentalmente cualitativo, porque apunta a la descripción de hechos que son proclives a ser estructurados como relaciones de equivalencias.

El universo considerado fueron todos los estudiantes de la UNAN – Managua del RURD y como muestra los estudiantes del segundo año de la carrera de Matemática Educativa.

Las técnicas de recolección de datos empleadas fueron: observación directa, entrevista y el análisis documental de contenido sobre relaciones de equivalencia.

El método histórico ha entrado en escena en esta investigación al haber hecho una selección de textos representativos de la antigüedad que evidencian la presencia de ideas matemáticas predecesoras de la definición actual de relación de equivalencia. También en buena parte del trabajo fue utilizado el método reductivo para diferenciar la noción de relación de equivalencia sugerida por las circunstancias del hecho examinado y el concepto oficial extraído de los textos de matemática.

El método analítico fue claramente utilizado al examinar la precisión y efectividad de la definición de relación de equivalencia en el funcionamiento de las demostraciones de los teoremas que la involucran. Una buena definición es “justificada” por los teoremas que pueden probarse con ella, al igual que la prueba del teorema está justificada apelando a una definición dada anteriormente”.

La síntesis, como método cognoscitivo opuesto al análisis, se ve reflejada en la aparición gradual de otros conceptos matemáticos que, a partir de la definición de relación de equivalencia, fueron incorporándose a estructuras



algebraicas compuestas que subsumían las anteriores como partes subsidiarias. En la evolución del trabajo puede observarse la cadena de hitos conceptuales: conjunto, par ordenado como conjunto, relación binaria como producto de relaciones, relación de equivalencia como una relación muy especial, conjunto cociente como un conjunto de cocientes, la función canónica como otro conjunto situado en otro nivel de la jerarquía conjuntista, etc. Otro aspecto a señalar es que todas las ejemplificaciones son construcción genuina e inédita de esta investigación.

La metodología empleada en este trabajo siguió las siguientes etapas:

- a. Revisión del estado del arte sobre el concepto de relación de equivalencia.
- b. Estudio de diversos procedimientos matemáticos sobre la definición conceptual y formal de relación de equivalencia.
- c. Selección de situaciones en diferentes contextos que permitirán la ejemplificación pertinente de las relaciones de equivalencia.
- d. Ejemplificación de clases de equivalencia a partir de la definición del conjunto de índices para cada relación de equivalencia establecida.
- e. Construcción del conjunto cociente asociado a cada relación de equivalencia considerada.

Las etapas bajo las cuales se desarrolló esta investigación son: concepción de la idea, planteamiento del problema, antecedentes, objetivos, diseño de la investigación, obtención de la información, tratamiento - análisis de los datos e interpretación y presentación de los resultados.

Además, se utilizó la inducción, porque se inició con la búsqueda y registro de algunas situaciones particulares que son interpretables a la luz de las tres condiciones de la definición de relaciones de equivalencia y arribando finalmente al reconocimiento de un patrón semejante a lo que se tenía previsto en la definición.

La finalidad primordial de este trabajo se centra en la identificación de situaciones cotidianas o académicas, donde haya posibilidad de utilizar relaciones de equivalencia, particiones y conjuntos cociente, por consiguiente, se debe intentar poner en claro algunos conceptos generales y otros más específicamente matemáticos.

En primer lugar, de acuerdo con la RAE (2001, p.1) se define un problema como "planteamiento de una situación cuya respuesta desconocida debe obtenerse a través de métodos científicos". En un primer momento era desconocido para los investigadores el grado de compatibilidad de la existencia factual de las relaciones de equivalencia con su definición formal en los libros de texto consultados.

Una situación cotidiana es el conjunto de actividades básicas (comer, dormir, bañarse, alimentarse, etc.) e instrumentales (limpieza del entorno, conducir

---

vehículo, viajar en avión, usar computadoras, celulares e internet) que una persona realiza diariamente en función de su rol ciudadano, profesional o estudiantil como respuesta a las exigencias de la sociedad. Toda situación cotidiana está marcada por el grado de desarrollo de cada país en relación al mapamundi económico y tecnológico contemporáneo.

Dentro de este panorama de cotidianidades se encuentra el papel poco relevante que una buena parte de la sociedad nicaragüense adjudica a la matemática como fuerza productiva decisiva en el desarrollo de un país. Ante las transformaciones experimentadas por la sociedad surgen nuevas necesidades, las cuales permiten ajustarse al presente. Según UTPL (2021, pág. 1) afirma que *“La educación es un proceso por el que se transmite conocimiento, hábitos, costumbres y valores de una sociedad a una generación, el fin que persigue es que los seres humanos desarrollen al máximo sus potencialidades”*.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las relaciones de equivalencia se observan en las diferentes situaciones de la vida y en los distintos niveles educativos, tanto en ejemplos sencillos como complejos, de acuerdo con la temática en estudio. A continuación, se presentan los siguientes ejemplos:

### Ejemplo 1

En Nicaragua todo ciudadano nicaragüense que tenga cédula puede ejercer su derecho al voto, de forma libre, directa y secreta.

**Comentario:** en Nicaragua las cédulas de cada municipio tienen un código de entrada y aparece como una combinación de tres dígitos, utilicemos este hecho para definir una relación:

Sea  $C$  el conjunto de todas las personas nicaragüenses que poseen cédula.

En  $C$  se define la relación  $R$  como:  **$v$  está relacionado con  $u$  si y solo si la cédula  $v$  de tiene la misma entrada que la cédula de  $u$ .**

**Reflexividad:**  $\forall v : v \in C \Rightarrow vRv$ .

$v$  está relacionado con  $v$ , porque la cédula de  $v$  tiene la misma entrada que la cédula de  $v$ .

**Simetría:**  $\forall v, n : vRn \Rightarrow nRv$ .

Supongamos que está relacionado con , esto significa que la cédula de tiene la misma entrada que la cédula de , a su vez la cédula de tiene la misma entrada que la cédula de , entonces está relacionado con

**Transitividad:**  $\forall v, n, d : vRn \wedge nRd \Rightarrow vRd.$

Por hipótesis  $v$  está relacionado con  $n$  y  $n$  está relacionado con  $d$ , lo cual indica que la cédula de  $v$  tiene la misma entrada que la cédula de  $n$  y la cédula de  $d$  tiene la misma entrada que la cédula de  $n$ , es evidente que la cédula de  $v$  tiene la misma entrada que la cédula de  $d$ , entonces  $v$  está relacionado con  $d$ .

Demostrando así que  $R$  es una relación de equivalencia.

### Ejemplos específicos:

- El ciudadano Arnoldo Herrera se identifica con el número de cédula 242–270996–0000E y el ciudadano Luis Herrera se identifica con el número de cédula 242–090495–0000V, por consiguiente, ellos están relacionados.
- El joven Freddy López posee el número de cédula 201–201196–0000P y Carlos Bustamante se identifica con el número de cédula 201–310174–0004F, por tal razón ellos están relacionados.

Sea  $I$  el conjunto de índices:

$$I = \{ x/x \text{ es una entrada de cédula de un municipio de Nicaragua } \}.$$

$$K_j = \{ z \in C / \text{ la entrada del número de cédula de } z \text{ es igual a } j \}.$$

### Algunos ejemplos de clases de equivalencia son:

- La clase  $K_{242}$  está conformada por todas las personas que tienen cédulas con la entrada de San Rafael del Norte.
- La clase  $K_{561}$  está compuesta por todas las personas que poseen cédulas con la entrada del municipio de Rivas.

### Conjunto cociente

$$\frac{C}{R} = \{ K_j / j \in I \}.$$

### Ejemplificación sobre Relación de Equivalencia en Preescolar

A continuación, se presentan ejemplos de relaciones de equivalencia que están presentes en algunas actividades, que realizan los niños que estudian en el preescolar “Arlen Siú” de la UNAN - Managua:

## Ejemplo 2

Al inicio de la clase, la profesora a cargo del grado orienta a los niños dibujar en sus cuadernos figuras geométricas y luego indica que deben colorear todas las figuras con un único color de lápiz, el que ellos prefieran, por ejemplo, a Fernandita le corresponde colorear un cuadrado, un triángulo y un rombo, ella decidió usar el color rojo, porque es su favorito.

Sea  $\Omega$  el conjunto de todas las figuras geométricas que dibujaron y pintaron los niños del preescolar "Arlen Siú".

En  $\Omega$  se define la relación R como: **a está relacionada con b si y solo si a es del mismo color que b.**

**Reflexividad:**  $\forall a: a \in \Omega \Rightarrow aRa.$

a está relacionada con a porque a es del mismo color que a.

**Simetría:**  $\forall a, b: aRb \Rightarrow bRa.$

Supongamos que la figura geométrica a está relacionada con b, es decir, es del mismo color que b, esto es que b es del mismo color que a, entonces está relacionada con a.

**Transitividad:**  $\forall a, b, c: aRb \wedge bRc \Rightarrow aRc.$

Por hipótesis, a está relacionada con b y b está relacionada con c, por consiguiente a es del mismo color que b y b es del mismo color que c, automáticamente a es del mismo color que c, entonces a está relacionada con c.

Así se concluye que, R es una relación de equivalencia.

### Ejemplos específicos:

- Fernandita dibujó y coloreó un cuadrado, un triángulo y un rombo, ella decidió pintarlos de color rojo, por tanto, las tres figuras geométricas están relacionadas por ser del mismo color.
- Jairito dibujó y coloreó un círculo, un rectángulo y un trapecio, el optó por colorearlos en azul, por consiguiente, las tres figuras están relacionadas por ser del mismo color.

Sea Q el conjunto de índices:

$$Q = \{ \text{rojo (r), amarillo (am), blanco (b), negro (n), celeste (c), morado (m),} \\ \text{verde (v), rosado (rs), anaranjado (an), azul (az), gris (g), café (cf)} \}$$

$$K_v = \{ s \in \Omega / s \text{ es de color } v \}.$$

**Algunos ejemplos de clases de equivalencia son:**

- La clase  $K_{am}$  está conformada por todas las figuras geométricas que se colorearon con amarillo.
- La clase  $K_v$  está compuesta por todas las figuras geométricas que se pintaron con el color verde.

**Conjunto cociente**

$$\frac{\Omega}{R} = \{ K_v / v \in Q \}.$$

**Ejemplificación sobre Relación de Equivalencia en Educación Primaria**

Dando continuidad al proceso investigativo sobre la búsqueda de relaciones de equivalencia en educación primaria, particularmente en la asignatura de Ciencias Naturales, se identificó el siguiente caso:

**Ejemplo 3**

Luego de impartir el tema sobre los animales vertebrados se desarrolló el tema titulado “Formas de reproducción de los animales”.

Después de investigar las clases en que se dividen los animales vertebrados, se orientó a los discentes indagar sobre las formas de reproducción que existen, ellos aseguraron que solo existen dos: sexual y asexual. Es importante mencionar que existen seres vivos que se reproducen de forma asexual y sexual, de acuerdo con ICCA (2002, p.4) *“La reproducción de las abejas se lleva a efecto sexualmente para las dos castas de hembras de la colonia (reinas y obreras) y asexual para los machos”*.

Sea  $\varphi$  el conjunto de todos los animales que se reproducen de forma única.

En  $\varphi$  se define la relación R como: **x está relacionado con y si y solo si x posee la misma forma de reproducción que y.**

**Reflexividad:**  $\forall x: x \in \varphi \Rightarrow xRx$ .

x está relacionado con x porque x posee la misma forma de reproducción que x.

**Simetría:**  $\forall x, y: xRy \Rightarrow yRx$ .

Supongamos que x está relacionado con y, por consiguiente x posee la misma forma de reproducción que y, es evidente que y posee la misma forma de reproducción que x, entonces y está relacionado con x.

**Transitividad:**  $\forall x, y, z: xRy \wedge yRz \Rightarrow xRz.$

Por hipótesis  $x$  está relacionado con  $y$  e  $y$  está relacionado con  $z$ , es decir  $x$  posee la misma forma de reproducción que  $y$  e  $y$  posee la misma forma de reproducción que  $z$ , seguidamente  $x$  posee la misma forma de reproducción que  $z$ , entonces  $x$  está relacionado con  $z$ .

Así se tiene que  $R$  es una relación de equivalencia.

### Ejemplos Específicos:

- Los conejos, las ovejas y el ser humano, se reproducen sexualmente, por tal razón están relacionados.
- La medusa y la estrella de mar se reproducen asexualmente, por lo tanto, están relacionados.

Sea  $H$  el conjunto de índices.

$H = \{ \text{sexual, asexual} \}.$

$K_l = \{ p \in \varphi / p \text{ posee la forma de reproducción } l \}.$

### Ejemplos de clases de equivalencia

- La clase  $K_{\text{sexual}}$  está conformada por todos los animales que se reproducen únicamente de forma sexual.
- La clase  $K_{\text{asexual}}$  está constituida por todos los animales que se reproducen asexualmente de manera única.

### Conjunto Cociente

$$\frac{\varphi}{R} = \{ K_{\text{sexual}}, K_{\text{asexual}} \}.$$

### Ejemplificación sobre Relación de Equivalencia en Educación Secundaria

En las diferentes disciplinas que se imparten en la educación secundaria, se observan situaciones de la vida diaria que pueden asociarse a las relaciones de equivalencia. En la clase de Matemática se determinó la siguiente temática.

#### Ejemplo 4

En el texto de Matemática de séptimo grado, específicamente en la tercera unidad referida al conjunto de los números racionales, está presente el tema titulado "Fracciones Equivalentes".

Definición de Fracciones Equivalentes (NICAMATE, 2019, pág. 8)

Sean las fracciones  $\frac{a}{b}$  y  $\frac{c}{d}$  con  $b, d \neq 0$ . Se dice que  $\frac{a}{b}$  es equivalente a  $\frac{c}{d}$  si se cumple que  $a \cdot d = b \cdot c$ .

Simbólicamente,

$$\frac{a}{b} \equiv \frac{c}{d} \Leftrightarrow a \cdot d = b \cdot c.$$

Sea  $\mathbb{Q} = \left\{ \frac{a}{b} / a, b \in \mathbb{Z}, b \neq 0 \right\}$ .

En  $\mathbb{Q}$  se define la relación  $\equiv$  como sigue:  $u/v$  está relacionado con  $w/x$  si y solo si  $u \cdot x = v \cdot w$ .

**Reflexividad:**  $\forall \frac{u}{v} : \frac{u}{v} \in \mathbb{Q} \Rightarrow \frac{u}{v} \equiv \frac{u}{v}$ .

$u/v$  está relacionado con  $u/v$  porque  $u \cdot v = v \cdot u$ .

**Simetría:**  $\forall \frac{u}{v}, \frac{w}{x} : \frac{u}{v} \equiv \frac{w}{x} \Rightarrow \frac{w}{x} \equiv \frac{u}{v}$ .

Supongamos que  $u/v$  está relacionado con  $w/x$ , esto significa que  $u \cdot x = v \cdot w$ , de donde  $w \cdot v = x \cdot u$ , entonces  $w/x$  está relacionado con  $u/v$ .

**Transitividad:**  $\forall \frac{u}{v}, \frac{w}{x}, \frac{y}{z} : \frac{u}{v} \equiv \frac{w}{x} \wedge \frac{w}{x} \equiv \frac{y}{z} \Rightarrow \frac{u}{v} \equiv \frac{y}{z}$ .

Por hipótesis  $u/v$  está relacionado con  $w/x$  y  $w/x$  está relacionado con  $y/z$ , es decir

$u \cdot x = v \cdot w$  y  $w \cdot z = x \cdot y$ , por consiguiente  $u \cdot z = v \cdot y$ , entonces  $u/v$  está relacionado con  $y/z$ .

En conclusión  $\equiv$  es una relación de equivalencia.

**Ejemplos Específicos:**

- $5/3$  y  $10/6$  y son fracciones equivalentes, por tal razón están relacionadas.
- $9/3$  y  $6/2$  y son fracciones equivalentes, por tanto, están relacionadas.

Sea  $\mathcal{O}$  el conjunto de índices:

$$\mathcal{O} = \left\{ \frac{p}{q}, q \neq 0 \wedge mcd(p, q) = 1 \right\}$$

$K_f = \{ n \in \mathbb{Q} / n \text{ es equivalente a } f \}$ .

## Algunos ejemplos de clases de equivalencia

- La clase  $K_{5/8}$  está conformada por todas las fracciones que son equivalentes a  $5/8$ .
- La clase  $K_{-4/9}$  está compuesta por todas las fracciones que son equivalentes a  $-4/9$ .

## Conjunto Cociente

$$\frac{\mathbb{Q}}{\equiv} = \{ K_f / f \in \mathbb{O} \}$$

## Ejemplificación sobre Relación de Equivalencia en la Universidad

En la universidad UNAN – Managua se analizaron las siguientes situaciones.

### Ejemplo 5

La UNAN-Managua, está organizada por facultades, cada facultad ofrece distintas carreras a la ciudadanía nicaragüense.

La UNAN-Managua posee diez facultades, las que se mencionan a continuación: Humanidades y Ciencias Jurídicas, Educación e Idiomas, Ciencias Médicas, Ciencias e Ingeniería, Instituto Politécnico de la Salud, RUCFA y sus respectivas FAREM.

Sea  $C$  el conjunto de todas las carreras que se ofertan en la UNAN-Managua.

En  $C$  se define la relación  $R$  como:  **$p$  está relacionado con  $q$  si y solo si  $p$  pertenece a la misma facultad que  $q$ .**

**Reflexividad:**  $\forall p : p \in C \Rightarrow pRp$ .

$p$  está relacionado con  $p$ , porque  $p$  pertenece a la misma facultad que  $p$ .

**Simetría:**  $\forall p, q : pRq \Rightarrow qRp$ .

Supongamos que  $p$  está relacionado con  $q$ , dicho de otro modo  $p$  pertenece a la misma facultad que  $q$ , en consecuencia  $q$  pertenece a la misma facultad que  $p$ , entonces  $q$  está relacionado con  $p$ .

**Transitividad:**  $\forall p, q, r : pRq \wedge qRr \Rightarrow pRr$ .

Por hipótesis  $p$  está relacionado con  $q$  y  $q$  está relacionado con  $r$ , esto es que  $p$  pertenece a la misma facultad que  $q$  y  $q$  pertenece a la misma facultad que  $r$ , de manera que  $p$  pertenece a la misma facultad que  $r$ , entonces  $p$  está relacionado con  $r$ .



Confirmando así que  $R$  es una relación de equivalencia.

### Ejemplos:

- Medicina y Odontología son carreras que pertenecen a la Facultad de Ciencias Médicas, por consiguiente, están relacionadas.
- Inglés y francés son carreras que pertenecen a la misma Facultad de Educación e Idiomas, por tanto, están relacionadas.

Sea  $W$  el conjunto de índices.

$W = \{\text{Humanidades y Ciencias Jurídicas, Educación e Idiomas, Ciencias Médicas, Ciencias e Ingeniería, Instituto Politécnico de la Salud, RUCFA, FAREM-Estelí, FAREM-Carazo, FAREM-Matagalpa, FAREM-Chontales}\}.$

$$K_x = \{a \in C / a \text{ pertenece a la facultad } x\}$$

### Algunos ejemplos de clases de equivalencia

- La clase  $K_{\text{Educación e Idiomas}}$  está determinada por todas las carreras que integran a la Facultad de Educación e Idiomas.
- La clase  $K_{\text{Ciencias e Ingenierías}}$  está constituida por todas las carreras que pertenecen a la Facultad de Ciencias e Ingenierías.

### Conjunto Cociente

$$\frac{C}{R} = \{K_p / p \in W\}.$$

### Ejemplo 6

Sea  $\mathbb{R}^{2 \times 2}$  el conjunto de todas las matrices cuadradas de dos filas y dos columnas.

**Definición de traza de una matriz** Chapra & Raymond (2007, p.242).

Sea una matriz cuadrada  $A$  de orden  $n$ , se define la traza de la matriz  $A$  y se denota por  $\text{tr}(A)$ , a la suma de todos los elementos de su diagonal principal, es decir  $\text{tr}(A) = \sum_{i=1}^n a_{ii}$ .

En  $\mathbb{R}^{2 \times 2}$  se define la relación  $R$  como: **A está relacionada con B si y solo si la traza de A es igual a la traza de B.**

**Reflexividad:**  $\forall A : A \in \mathbb{R}^{2 \times 2} \Rightarrow ARA.$

$A$  está relacionada con  $A$ , porque  $\text{tr}(A) = \text{tr}(A).$

**Simetría:**  $\forall A, B : ARB \rightarrow BRA.$

Supongamos que A está relacionada con B, lo que significa que  $tr(A)=tr(B)$ , por simetría de la igualdad de números reales se obtiene que  $tr(B)=tr(A)$ , entonces B está relacionada con A.

**Transitividad:**  $\forall A, B, C : ARB \wedge BRC \Rightarrow ARC.$

Por hipótesis, A está relacionada con B y B está relacionada con C, lo que expresa que  $tr(A)=tr(B)$  y  $tr(B)=tr(C)$ , por transitividad de la igualdad de números reales se tiene que  $tr(A)=tr(C)$ , de donde A está relacionada con C.

Confirmando de esta forma que R es una relación de equivalencia.

**Ejemplos:**

- Las matrices  $A = \begin{bmatrix} 5 & \frac{3}{4} \\ -\frac{5}{7} & 7 \end{bmatrix}$  y  $B = \begin{bmatrix} 24 & \sqrt{8} \\ \pi & -12 \end{bmatrix}$  están relacionadas porque sus

trazas son iguales. En efecto

$$tr(A) = 5 + 7 = 12 = 24 + (-12) = tr(B).$$

- Las matrices  $H = \begin{bmatrix} -33 & 43 \\ -\sqrt{17} & 23 \end{bmatrix}$  y  $D = \begin{bmatrix} -\sqrt{19044} & 6204^{-1} \\ 28 & 128 \end{bmatrix}$  están relacionadas, porque sus trazas son iguales:

$$tr(H) = -33 + 23 = -10 = -\sqrt{19044} + 128 = tr(D).$$

Sea C el conjunto de índices

$$C = \mathbb{R}.$$

Así, si  $w \in C,$

$$K_w = \{ A \in \mathbb{R}^{2 \times 2} / tr(A) = w \}.$$

**Algunos ejemplos de clases de equivalencia.**

- La clase  $K_{-3\sqrt{3}}$  está constituida por todas las matrices  $2 \times 2$  cuya traza es  $-3\sqrt{3}$ .
- La clase  $K_{7/9}$  está constituida por todas las matrices  $2 \times 2$  cuya traza es  $7/9$ .

## Conjunto Cociente

$$\frac{\mathbb{R}^{2 \times 2}}{R} = \{K_c / c \in C\}.$$

Los resultados obtenidos a partir de las ejemplificaciones, ilustran la presencia de las relaciones en diversos contextos, a su vez la variabilidad de estas en según la temática donde se abordan, es decir existen casos que se prestan para crear más de una relación de equivalencia y otros donde se debe analizar a mayor profundidad las situaciones para lograr el objetivo principal, el cual es definir una relación en un conjunto y que cumpla ser de equivalencia.

Es evidente que el proceso presentado en las diferentes ejemplificaciones que alucen a los niveles educativos y la vida diaria, se fundamentan en un proceso lógico – analítico – deductivo, el cual tiene como soporte principal dos aspectos: la definición del conjunto y la definición de la relación en dicho conjunto.

En cada ejemplo construido se consideró como base que la relación se definiera en un solo conjunto, además según la lógica de desarrollo para alcanzar que esta sea de equivalencia se debe garantizar que cumpliera como primera fase la propiedad de ser reflexiva, es decir que, todo elemento del conjunto está relacionado consigo mismo según la relación definida. Es innegable que esta propiedad tiene cumplimiento inmediato en cada una de las situaciones presentadas.

La segunda fase hace referencia a la propiedad simétrica, esto aluce a la percepción generada que es vislumbrada como aquella donde los dos elementos que se comparan están en condiciones de igualdad atendiendo al estricto cumplimiento de la relación establecida.

La tercera fase es la propiedad transitiva, en la cual interactúan tres elementos del conjunto donde figura como soporte principal el elemento de “tránsito conectivo” haciendo efectivo el paso de la relación de un elemento a otro. Todos los ejemplos siguieron un proceso consecuente dirigidos por las fases mencionadas y con una perfilación de construir el conjunto cociente y conjunto índice.

Otro aspecto de trascendencia en cuanto a la selección de las situaciones es que deben mencionarse o detallar aquellos aspectos que podrían generar que la ejemplificación de la relación presentada no sea de equivalencia, tal es el caso de las formas de reproducción debido a que existen seres vivos que se reproducen de forma asexual y sexual, por esta razón en uno de los ejemplos expuestos se define el conjunto como: “Sea  $\phi$  el conjunto de todos los animales que se reproducen de forma única”. A su vez estos aspectos contribuyen significativamente en la construcción de las distintas clases de equivalencia que se establecen a partir de la relación de equivalencia ya demostrada.

En cuanto a la estructuración y sistematización para obtener una relación de equivalencia de la cotidianidad, resulta un poco más difícil si la situación identificada posee elementos que cumplen funciones muy similares o bien que existen muchas diferencias, las cuales no permiten de modo sencillo establecer la relación de equivalencia, por consiguiente, se debe condicionar la definición del conjunto de tal forma que sea posible deducir y construir la relación de equivalencia. En otros casos se debe efectuar un análisis a mayor profundidad para crear la posible relación de equivalencia.

En relación a los principales criterios que aseguran la funcionalidad y efectividad de las clases de equivalencia, conjunto de índices y conjunto cociente está definir correctamente el conjunto y la relación, luego demostrar que es de equivalencia. Además, no debe suceder que uno o varios elementos pertenezcan a la vez a dos clases de equivalencias distintas, debido a que la intersección entre las clases de equivalencia distintas debe ser siempre el conjunto vacío y este hecho hace correspondencia a la definición formal de partición. Además, según el índice asignado del conjunto de índice se hace referencia únicamente a una clase de equivalencia, es decir que cada clase tiene un índice representante en el conjunto de índices, este hecho se puede observar considerando la información proporcionada en cada situación.

Para precisar el cumplimiento del resultado antes expuesto (Ejemplo 2):

Sea  $Q$  el conjunto de índices:

$$Q = \left\{ \begin{array}{l} \text{rojo (r), amarillo (am), blanco (b), negro (n), celeste (c), morado (m),} \\ \text{verde (v), rosado (rs), anaranjado (an), azul (az), gris (g), café (cf) } \end{array} \right\}$$

$K_v = \{s \in \Omega / s \text{ es de color } v\}$ . La clase  $K_{am}$  está conformada por todas las figuras geométricas que se colorearon con amarillo.

En conformidad con los criterios descritos se encuentra el sentido y forma cómo se manifiesta o expresa la relación, esto significa que se debe concebir una idea central adecuada, de tal modo que desde diversas perspectivas bajo las cuales se estudia debería interpretarse de un modo claro y unidireccional para evitar posibles confusiones en el sentido de su planteamiento y demostración.

Los distintos ejemplos contextualizados encendieron la imaginación para lograr avanzar en el tratamiento y estudio de relaciones en los diversos niveles educativos. Ciertamente es primordial poseer dominio de las temáticas a ejemplificar puesto que contribuye a esclarecer posibles particularidades, así como a visionar otra posible relación de equivalencia a partir de una ya construida, por tanto, es innegable que las relaciones de equivalencia tienen presencia tangible en el diario vivir.

## CONCLUSIONES

Los resultados de relevancia alcanzados en este trabajo investigativo se detallan a continuación:

- Conocer una ruta genética de la noción de relación de equivalencia desde experiencias simples conectadas con la realidad hasta su definición formal y aplicación.
- Todas las etapas en el proceso de elaboración de este trabajo resultaron altamente educativas y productivas, porque a partir del primer ejemplo de contextualización encontrado se logró establecer una estructura que permitió la elaboración de otros ejemplos. Igualmente, la gamma de ejemplificaciones desarrollada enriquece significativamente el proceso de aprendizaje investigativo - matemático mediante habilidades en la búsqueda y hallazgo de aplicaciones de las relaciones de equivalencia en múltiples escenarios.
- Las relaciones de equivalencia representan un logro conceptual con varios niveles de abstracción en la teoría de conjuntos. Además, existen múltiples enfoques sobre las relaciones de equivalencia que tienen una gran importancia en el sentido de comprender y establecer relaciones entre objetos de la naturaleza.
- Las relaciones de equivalencia son mecanismos imprescindibles que permiten determinar la vinculación existente entre uno o más elementos de un conjunto, así mismo permite una diferenciación entre las particularidades que poseen los elementos de clases de equivalencia distintas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Asghari. (2010). *A mod dictator partitions his country*.
- Asghari. (2019). Equivalence: An Attempt at a History of the Idea. *Synthese*(196), 4657–4677.
- Asghari, A. H. (2009). Experiencing equivalence but organizing order. *Educ Stud Math*(71), 219–234.
- Bible, S. I. (1999). *La Santa Biblia Nueva Versión Internacional*. Colorado Springs, CO. EE.UU.
- Chapra, S., & Raymond, C. (2007). *Métodos Numéricos para Ingenieros*. McGraw Hill Interamerica.
- Cuervo, B. (2017). *La sociedad en el Egipto de los faraones*. Historia Digital.
- Curveira, D., & Bravo, G. (2013). *Tratamiento de Conceptos Matemáticos y su repercusión en el proceso de formación profesional*. Universidad y Sociedad, 10.
- González, F. (2004). *Apuntes de Matemática Discreta y Relaciones de Equivalencia*.

- Madrid, España: Universidad de Cadíz.
- ICCA. (2002). *Cría de Abejas Reinas*. SAGARPA.
- Joyce, D. (1996, Enero 12). *Elementos de Euclides. Libro 1. Nociones Comunes*. Retrieved from [http://ficus.pntic.mec.es/~jgog0066/pitag\\_web/nocom.html](http://ficus.pntic.mec.es/~jgog0066/pitag_web/nocom.html)
- Kennet, R. (2004). *Matemática Discretas y sus aplicaciones*. Madrid, España: McGraw-Hill/Interamericana de España S. A. U.
- Koulikov. (1982). *Algèbre et théorie des nombres*. Francia: Mir.
- NICAMATE. (2019). *Matemática 7*. Managua, Nicaragua: JICA - Ministerio de Educación (MINED).
- RAE. (2001, Marzo 5). *Diccionario de la Lengua Española (2001)*. Retrieved from <https://www.rae.es/drae2001/problema>
- Revilla. (2010). *Cursos Matemáticos - Relaciones de Equivalencia*.
- Rojo, A. (1996). *Álgebra I*. Buenos Aires: El Ateneo.
- UTPL. (2021, Enero 11). *La educación actual requiere innovación y liderazgo*. (U. T. Ecuador, Ed.) Retrieved from <https://noticias.utpl.edu.ec/la-educacion-actual-requiere-innovacion-y-liderazgo>

## Área y Volúmenes de los Sólidos Platónicos

### Area and Volumes of Platonic Solids

#### **Arnoldo Abraham Herrera Herrera**

Estudiante de Doctorado en Matemática Aplicada, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0003-3001-8861>

[arnoldo.herrera@unan.edu.ni](mailto:arnoldo.herrera@unan.edu.ni)

#### **Recibido**

30/01/2023

#### **Aceptado**

21/03/2023

#### **Ingrid Judith Orozco Martínez**

Estudiante de Doctorado en Matemática Aplicada, Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa, UNAN-Managua/FAREM-Matagalpa, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0002-1362-3579>

[judithorozco655@gmail.com](mailto:judithorozco655@gmail.com)

#### **Iván Augusto Cisneros Díaz**

Doctor en Matemática Aplicada. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0003-2014-1946>

[ivan.cisneros@unan.edu.ni](mailto:ivan.cisneros@unan.edu.ni)

### RESUMEN

Los sólidos platónicos son cinco cuerpos geométricos que comparten un conjunto de características geométricas similares. También reciben el nombre de sólidos perfectos, poliedros platónicos y de cuerpos cósmicos entre otras denominaciones. Los sólidos platónicos son poliedros regulares y convexos dentro de ellos están: tetraedro, cubo (o hexaedro), octaedro, dodecaedro e icosaedro. Este trabajo presenta las deducciones matemáticas de las fórmulas de áreas y volúmenes de los sólidos platónicos. El objetivo central es demostrar el análisis geométrico para obtener las fórmulas de áreas y volúmenes, a su vez reconocer que el estudio de las diferentes técnicas y métodos de demostración permiten aplicar el cálculo de áreas y volumen a la resolución de problemas prácticos que se presentan en diversas situaciones demostrativas de la matemática. Cabe destacar que estas formas de demostraciones están basadas en las propiedades básicas comunes de los objetos geométricos clásicos de la geometría. Por otra parte, el concepto de área y de volumen se generaliza a diversas figuras cerradas permitiendo así una mayor generalidad sobre dichos conceptos para construirse mediante otras estrategias de enseñanzas y aprendizaje. Finalmente, se realiza la programación de dichas fórmulas de áreas y volúmenes en el lenguaje de programación de alto nivel Python, utilizando el paradigma de programación funcional.

### PALABRAS CLAVE

Área; volumen; sólidos platónicos; demostración.

## **ABSTRACT**

Platonic solids are five geometric bodies that share a set of similar geometric characteristics. They are also called perfect solids, Platonic polyhedra and cosmic bodies among other names. Platonic solids are regular and convex polyhedra and include: tetrahedron, cube (or hexahedron), octahedron, dodecahedron and icosahedron. This paper presents the mathematical deductions of the formulas for areas and volumes of Platonic solids. The main objective is to demonstrate the geometric analysis to obtain the formulas of areas and volumes, while recognizing that the study of the different techniques and methods of demonstration allow the application of the calculation of areas and volume to the resolution of practical problems that arise in various demonstrative situations of mathematics. It should be noted that these forms of demonstrations are based on the common basic properties of the classical geometric objects of geometry. On the other hand, the concept of area and volume is generalized to several closed figures, thus allowing a greater generality on these concepts to be built through other teaching and learning strategies. Finally, the area and volume formulas are programmed in the high-level programming language Python, using the functional programming paradigm.

## **KEYWORDS**

Area; volume; platonic solids; demonstration.



## INTRODUCCIÓN

173

Uno de los principales problemas estudiado dentro del desarrollo metodológico de la matemática, es la construcción de las demostraciones matemáticas (Orozco, 2022). Los teoremas desarrollados en este artículo están referidos a la aplicación del cálculo de área y volumen de sólidos platónicos, constituyen teoremas clásicos del área geométrica, por tanto, uno de los objetivos teóricos es presentar sus demostraciones a partir de algunas construcciones geométricas de polígonos conocidos, de manera que permitan obtener nuevos resultados poliédricos.

Las demostraciones presentadas ponen de manifiesto la importancia teórica y práctica del desarrollo de la matemática, específicamente en las demostraciones geométricas, permitiendo evidenciar el desarrollo del pensamiento geométrico y sobre todo establecer relaciones analíticas entre los diferentes objetos geométricos.

El estudio de los contenidos geométricos de los sólidos platónico constituye una posibilidad general matemática de generalizar fórmulas de áreas mediante las obtenidas en el estudio del cálculo de áreas para polígonos regulares, esto hace posible poder extender este conocimiento de manera más natural al aprendizaje propio del estudiante.

Como consecuencia de esta problemática, se plantean los principales valores metodológicos de este artículo:

- Formulación de estrategias demostrativas matemáticas, mediante la interrelación de polígonos regulares y propiedades de los sólidos platónicos.
- Aplicación de diferentes procesos constructivos basados en el cálculo de área y volumen de polígonos regulares y sus diversas de demostraciones matemáticas.
- Evidenciar la importancia de la búsqueda de nuevos enfoques de paradigmas demostrativos en Matemática.
- Implementación del código fuente de los diversos algoritmos en el lenguaje de Programación de alto nivel Python.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En este apartado se presenta el desarrollo de las diferentes demostraciones de las fórmulas de áreas y volúmenes de los cinco sólidos platónicos mediante la construcción básica de polígonos regulares y la aplicación de sus principales propiedades geométricas. Se muestra la dependencia que existe entre estos polígonos y sus principales características teóricas.

Todo esto permite obtener diferentes demostraciones geométricas, mediante la conjugación de diversas propiedades geométricas y poder obtener las diversas fórmulas de áreas y volumen de dichos sólidos platónicos. En un sentido genérico, la metodología empleada es la obtención de diversas fórmulas de áreas y volumen, mediante diversa combinación de técnicas de construcciones geométricas, entre las cuales se pueden mencionar la perpendicularidad, el paralelismo, operaciones con rectas o segmentos y operaciones con ángulos Gámez (2009, p.1).

El tipo de estudio de esta investigación es aplicativo (teórico) y responde por generalizar el concepto de área para cuerpos geométricos que están formados exclusivamente por polígonos regulares. Además, se utiliza el lenguaje de programación Python para corroborar el correcto funcionamiento de las fórmulas, así como un perfilamiento inédito del sentido aplicativo de la programación Matemática para el cálculo de área y volumen de sólidos platónicos (Véase código fuente en Anexos).

La metodología empleada en este trabajo siguió las siguientes etapas:

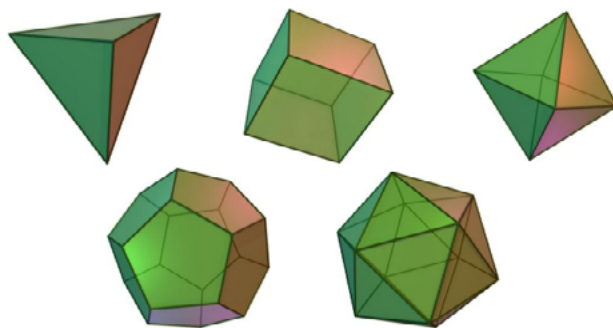
1. Revisión bibliográfica sobre los principales conceptos y propiedades ligadas a la teoría de sólidos platónicos.
2. Estudio de los métodos y procedimientos de cálculo de área y volumen de sólidos platónicos.
3. Formulación matemática de las demostraciones de fórmulas de áreas y volúmenes de los sólidos platónicos.
4. Codificación en el lenguaje de alto nivel Python de los códigos fuentes de las fórmulas de áreas y volúmenes de los sólidos platónicos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Área y volúmenes de los sólidos platónicos

Los sólidos platónicos son cinco cuerpos geométricos que comparten un conjunto de características geométricas similares. También reciben el nombre de sólidos perfectos, poliedros platónicos y de cuerpos cósmicos entre otros. Los sólidos platónicos son poliedros regulares y convexos. En este sentido, se dice que: “Un poliedro es convexo cuando todo él está ubicado en el mismo semi espacio determinado por los planos que forman sus caras” (Romá, 2003).

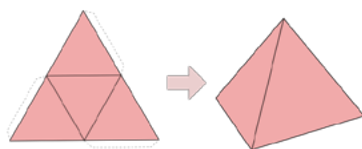
De acuerdo con Quesada (2006, p.1) son cinco los sólidos platónicos: tetraedro, cubo (o hexaedro), octaedro, dodecaedro e icosaedro.



Citando a Romañach y Toboso (2016, p.2) las propiedades básicas comunes de los sólidos platónicos son:

- Todas las caras son polígonos regulares iguales.
- Todos los ángulos (diedros) son iguales.
- Todas las aristas tienen la misma longitud.
- En todos los vértices concurren el mismo número de caras y de aristas.
- Resultan ser fuertemente simétricos.

### Tetraedro



Para Guirao (2020, p.1) las principales características del Tetraedro son:

- Posee caras que son triángulos equiláteros
- Tiene vértices
- Tiene aristas
- Ángulos diedros que miden

**Teorema 1: El área del Tetraedro es donde  $A = \sqrt{3} l^2$ , donde  $l$  representa uno de los lados.**

**Demostración:** Se sabe que el área del tetraedro estará conformada por las sumas de las cuatro áreas de los triángulos equilátero, es decir: donde es el área de una de las caras que conforman el tetraedro, luego el área del triángulo equilátero es

$$A_1 = \frac{\sqrt{3}}{4} l^2$$

Entonces, haciendo una sustitución, se tiene

$$A = 4A_1$$

$$A = 4 \left( \frac{\sqrt{3}}{4} l^2 \right)$$

Simplificando, obtenemos el resultado

$$A = \sqrt{3}l^2$$

**Teorema 2:** El volumen del Tetraedro es  $V = \frac{\sqrt{2}}{12} l^3$ , donde  $l$  representa uno de los lados.

**Demostración:** El volumen del tetraedro es

$$V = \frac{A_b \cdot h}{3}$$

donde  $A_b$  representa el área de la base y  $h$  la altura del tetraedro. El área de un triángulo equilátero es

$$A_b = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2$$

Para calcular la altura del tetraedro, recordemos que el ortocentro o punto donde se cortan las alturas de un triángulo dista  $1/3$  de su longitud hasta el lado opuesto, es decir,  $a_p/3$  que equivale a un cateto del triángulo rectángulo. Este valor lo escribimos en función de la arista y obtenemos, que el valor del cateto menor es

$$C_m = \frac{1}{3} a_p$$

$$C_m = \frac{1}{3} \left( \frac{\sqrt{3}}{2} \right) a$$

$$C_m = \frac{\sqrt{3}}{6} a$$

$$hip = \frac{\sqrt{3}}{2} a$$

y la hipotenusa, vale

$$hip = \frac{\sqrt{3}}{2} a$$

entonces, aplicando el teorema de Pitágoras, la altura es

$$h^2 = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 - \left(\frac{\sqrt{3}}{6}\right)^2$$

$$h^2 = \frac{2}{3} a^2$$

$$h = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} a$$

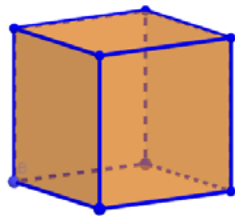
Finalmente, el volumen es

$$V = \frac{A_b \cdot h}{3}$$

$$V = \frac{1}{3} \left(\frac{\sqrt{3}}{4} l^2\right) \left(\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} a\right)$$

$$V = \frac{\sqrt{2}}{12} a^3$$

### Hexaedro o Cubo



Las principales características del Hexaedro o Cubo de acuerdo con CEIP (2016, p.7) son:

- Posee caras que son cuadrados,
- Tiene vértices
- Tienes aristas
- Ángulos diedros que miden 90°.

**Teorema 3: El área del cubo es  $A = 6l^2$ , donde  $l$  representa uno de los lados.**

**Demostración:** El área de un cuadrado de lado  $l$  está dado por

$$A_1 = l^2$$

como son 6 caras cuadradas, entonces, el área total es:

$$A = 6A_1$$
$$A = 6l^2$$

**Teorema 4: El volumen del hexaedro es  $V=l^3$ , donde  $l$  representa uno de los lados.**

**Demostración:** Se sabe que el volumen de un sólido en general es

$$V = A_b \cdot h$$

donde  $A_b$  representa el área de la base y  $h$  la altura del cubo, la base del cubo es un cuadrado y su área es

$$A_b = l^2$$

Además, la altura es

$$h = l$$

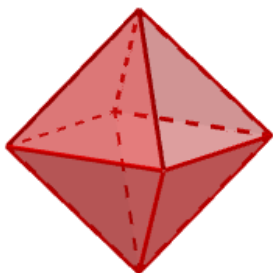
entonces, su volumen es

$$V = l^2 \cdot l$$
$$V = l^3$$

En palabras de CEIP (2016, p.7) las principales características del Octaedro son:

- Tiene 8 caras que son triángulos equiláteros
- Posee 6 vértices.
- Tiene 12 aristas
- Ángulos diedros que miden  $109.47^\circ$ .

### Octaedro



**Teorema 5:** El área del octaedro es  $A=2\sqrt{3}l^2$ , donde  $l$  representa uno de los lados.

**Demostración:** El área de un triángulo equilátero de lado  $l$  está dado por

$$A_1 = \frac{\sqrt{3}}{4} l^2$$

como son 8 caras triangulares, entonces, el área total es

$$A = 8A_1$$

$$A = 8 \left( \frac{\sqrt{3}}{4} l^2 \right)$$

Simplificando, resulta

$$A = 2\sqrt{3}l^2$$

**Teorema 6:** El volumen del octaedro  $v = \frac{\sqrt{2}}{3} l^3$ , donde  $l$  representa uno de los lados.

**Demostración:** El octaedro equivale a tener 2 pirámides cuadradas unidas por su base, además, el volumen de una pirámide cuadrada es

$$V_p = \frac{h \cdot a^2}{3}$$

Por lo tanto, el doble de volumen de una pirámide cuadrada es lo mismo que el volumen de un octaedro, es decir

$$V = 2V_p$$

Realizando una sustitución, se tiene

$$V = 2 \left( \frac{h \cdot a^2}{3} \right)$$

sabiendo que la altura de la pirámide se expresa por

$$V = \frac{\sqrt{3}}{2} a$$

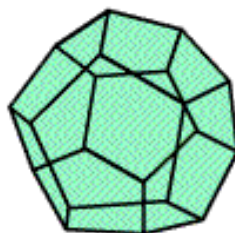
luego

$$V = 2 \left( \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} a \cdot a^2}{3} \right)$$

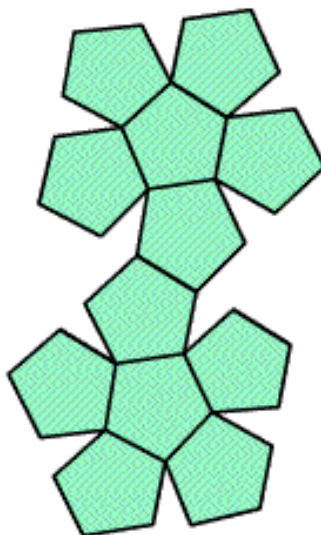
$$V = \frac{\sqrt{3}}{3} a^3$$

### Dodecaedro

**Dodecaedro**



**Malla**



Según CEIP (2016, p.7) las principales características del Dodecaedro son:

- Posee caras que son pentágonos regulares.
- Tiene vértices
- Posee aristas
- Ángulos diedros que miden  $116:56^\circ$ .



**Teorema 7: El área del Dodecaedro es  $A = 3l^2\sqrt{25 + 10\sqrt{5}}$ , donde representa uno de los lados.**

**Demostración:** El área de un pentágono regular de lado  $l$  está dado por

$$A_1 = \frac{5la_p}{2}$$

donde  $l$  es la longitud del lado y  $a_p$  la apotema, como son  $12$  caras pentagonales, entonces, el área total es

$$A = 12A_1 = 12\left(\frac{5la_p}{2}\right)$$

como la apotema está dada por

$$a_p = \frac{l}{2\tan\frac{\alpha}{2}} = \frac{l}{2\tan\left(\frac{72}{2}\right)} = \frac{l}{2\tan(36^\circ)}$$

luego, el área total es

$$A = 12 \frac{5l \frac{l}{2\tan(36^\circ)}}{2}$$

$$A = 12 \frac{5l^2}{4 \tan(36^\circ)}$$

$$A = 3l^2 \frac{5}{\tan(36^\circ)}$$

**Dodecaedro**



**Teorema 8: El volumen del Dodecaedro es**

$$V = \frac{15 + 7\sqrt{5}}{4} l^3$$

donde  $l$  representa uno de los lados.

**Demostración:** El dodecaedro se descompone en 12 pirámides.

El volumen de cada pirámide está determinado por

$$V = \frac{A_b h}{3}$$

donde el área del pentágono regular es

$$A_b = \frac{P a_p}{2} = \frac{5l a_p}{2}$$

Donde

$$a_p = \frac{l}{2 \tan(36^\circ)}$$

sustituyendo estos valores en la fórmula del volumen de la pirámide, se tiene

$$V = \frac{5l \frac{l}{2 \tan(36^\circ)}}{2}$$

$$V = \frac{5l^2}{4 \tan(36^\circ)}$$

ahora debemos de encontrar el valor de la altura de la pirámide ( $h$ ), donde la apotema de la cara  $A_{pc}$  de una de la pirámide es

$$a_{pc} = 1.309 l$$

luego, aplicando el teorema de Pitágoras, obtenemos

$$h^2 + (a_p)^2 = (a_{pc})^2$$

$$h = \sqrt{(a_{pc})^2 - (a_p)^2}$$

$$h = \sqrt{(1.309 l)^2 - \left(\frac{l}{2 \tan(36^\circ)}\right)^2}$$

$$h = 1.13 l$$

luego el volumen total del dodecaedro es

$$V = 12 \left(\frac{A_b h}{3}\right)$$

$$V = 12 \left(\frac{1}{3} \left(\frac{5l^2}{4 \tan 36^\circ} \times 1.113 l\right)\right)$$

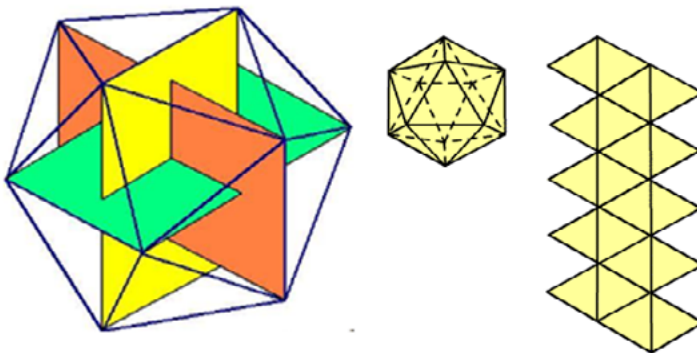
$$V = 12(0.638581 l^3)$$

$$V = 7.663 l^3$$

Lo cual es equivalente a

$$V = \frac{15 + 7\sqrt{5}}{4} l^3$$

**Icosaedro**



Las principales características del Icosaedro de CEIP (2016, p.7) son:

- Posee caras que son triángulos equiláteros.
- Tiene vértices
- Posee aristas
- Ángulos diedros que miden  $138.19^\circ$ .

**Teorema 9: El área del icosaedro es  $A=5\sqrt{3}l^2$  donde  $l$  representa uno de los lados.**

**Demostración:** El área de un triángulo equilátero de lado  $l$  está dado por

$$A_1 = \frac{\sqrt{3}}{4} l^2$$

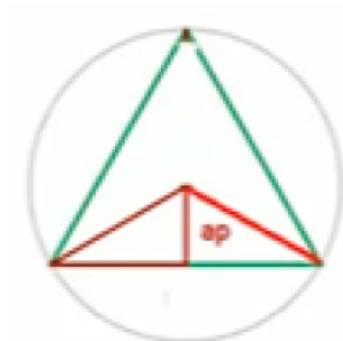
como son 20 caras triangulares, entonces, el área total es

$$A = 20A_1$$

$$A = 20 \left( \frac{\sqrt{3}}{4} l^2 \right)$$

$$A = 5\sqrt{3} l^2$$

Icosaedro



**Teorema 10: El volumen del icosaedro es**

$$V = 2.182 l^3$$

**donde  $l$  representa uno de los lados.**

**Demostración:** Tomando una cara del icosaedro, el segmento entre el centro de la cara y el punto medio de la arista es la apotema

Luego, el ángulo superior es  $360/3=120^\circ$ , luego el ángulo superior del triángulo rectángulo es  $60$  (por ser bisectriz), luego el ángulo basal es

$$\tan 30^\circ = \frac{\alpha}{\frac{l}{2}}$$

$$\alpha = \frac{1}{2} l \tan 30^\circ$$

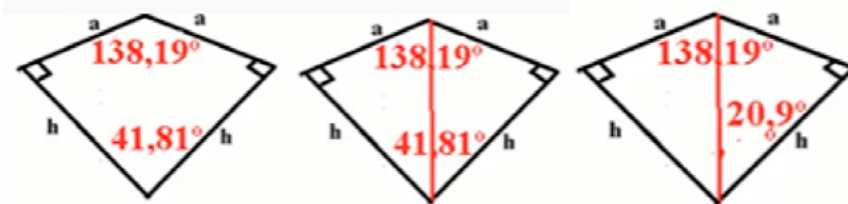
luego, el área de un polígono regular es

$$A = \frac{P \times \alpha}{2}$$

$$A = \frac{3l \times \frac{1}{2} l \tan 30^\circ}{2}$$

$$A = \frac{3 l^2 \tan 30^\circ}{4}$$

el ángulo entre dos caras de un icosaedro es  $138.19^\circ$



Luego

$$\tan 20.9^\circ = \frac{\alpha}{h}$$

$$h = \frac{\alpha}{\tan 20.9^\circ}$$

$$\alpha = \frac{l}{2} \tan 30^\circ$$

Sustituyendo

$$h = \frac{\frac{l}{2} \tan 30^\circ}{\tan 20.9^\circ}$$

$$h = \frac{l \tan 30^\circ}{2 \tan 20.9^\circ}$$

entonces el volumen de la pirámide es

$$V = \frac{1}{3} A_b h$$

$$V = \frac{1}{3} \left( \frac{3 l^2 \tan 30^\circ}{4} \right) \left( \frac{l \tan 30^\circ}{2 \tan 20.9^\circ} \right)$$

$$V = \frac{\tan^2 30^\circ}{8 \tan 20.9^\circ} l^3$$

y el volumen del icosaedro es

$$V = 20 \left( \frac{\tan^2 30^\circ}{8 \tan 20.9^\circ} l^3 \right) = 2.182 l^3$$

Los resultados obtenidos sobre el cálculo del área y volumen de los sólidos platónicos, son producto de la aplicabilidad de la teoría geométrica de polígonos regulares y sus combinaciones básicas, esto permitió obtener las fórmulas de áreas y volumen de los cinco sólidos cósmicos o platónicos. Por otro lado, muestra la aplicación de resultados de polígonos regulares con la construcción de los sólidos.

Es necesario hacer referencia a la aplicabilidad de numerosas propiedades de los polígonos regulares en las demostraciones de los sólidos platónicos, su conexión intrínseca con la construcción de los cuerpos geométricos y la facilidad con que se demuestran las fórmulas de cálculo de áreas mediante una generalización del concepto de área de polígonos regulares.

Por otro lado, el estudio de los sólidos cósmicos, permite reconocer algunas particularidades específicas, entre ellas:

- En cada uno de los vértices de un sólido cósmico concurren el mismo número de caras y de aristas.

- Todas las aristas de un sólido cósmico tienen la misma longitud.
- Todos los ángulos diedros que forman las caras de un sólido cósmico entre sí son iguales.
- Los sólidos cósmicos verifican la famosa fórmula de Euler, es decir,  $V+C = A+2$ , donde  $V$  es el número de vértices;  $C$  número de caras y  $A$  número de aristas.
- Los sólidos cósmicos son los únicos cuerpos geométricos que cumplen dos propiedades propias, a saber: regularidad y convexidad.

Es importante señalar que se obtuvieron los siguientes resultados:

1. Uso de la teoría geométrica para la obtención de fórmulas del cálculo de área y volumen para los cinco sólidos platónicos.
2. Se desarrollaron 10 demostraciones sobre el área y volumen de sólidos platónicos, mediante el desarrollo de la teoría de los polígonos regulares y la geometría.
3. Todas las fórmulas de áreas de los sólidos platónicos se derivan como consecuencia inmediata de las respectivas fórmulas de áreas de los objetos geométricos regulares según el número de lados.
4. Todas las fórmulas de áreas y volúmenes dependen del valor de la magnitud del lado del sólido platónico.
5. Aplicación del paradigma funcional en la codificación y programación del lenguaje de alto nivel Python.

## CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del presente trabajo se pueden resumir por:

- Aplicación de técnicas geométricas para la obtención de las diversas fórmulas de áreas y volumen de los sólidos platónicos.
- Formulación de procedimientos para el desarrollo constructivo de teoremas geométricos referido al cálculo de áreas y volumen de los sólidos platónicos.
- Se induce la aplicación de la teoría trigonométrica como herramienta fundamental en la obtención de las fórmulas de áreas y volúmenes de los sólidos platónicos.
- Implementación de los algoritmos de fórmulas de áreas y volúmenes mediante la codificación en el lenguaje de alto nivel Python.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CEIP. (12 de Enero de 2016). *Los cuerpos geométricos - Junta de Andalucía*. [https://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/21003232/helvia/sitio/upload/20\\_\\_conoce\\_las\\_mates\\_\\_cuerpos\\_geometricos.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/21003232/helvia/sitio/upload/20__conoce_las_mates__cuerpos_geometricos.pdf)

- Gámez, C. (23 de Octubre de 2009). *Consturccioones Geométricas Fundamentales*. [https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero\\_23/CRISTINA\\_GAMEZ\\_1.pdf](https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_23/CRISTINA_GAMEZ_1.pdf)
- Guirao, A. (24 de Noviembre de 2020). *Sólidos Platónicos - Universidad de Murcia*. <https://www.um.es/phi/aguirao/EntreParticulas/PDF/2020%20nov24.pdf>
- Orozco, I. J. (2022). *Acerca de la diagonal del Cuadrado*. *Revista de Divulgacion y Prensa, Farem-Chontales*.
- Quesada, C. (12 de Diciembre de 2006). *Los sólidos platónicos - Departamento de Matemática UNAM*. <https://lya.fciencias.unam.mx/gfgf/ga20132/poliedros/arch5.pdf>
- Romá, J. D. (2003). *Poliedros regulares: geometría descriptiva*. Club Universitario.
- Romañach, J., & Toboso, M. (12 de Mayo de 2016). *Los sólidos platónicos y la proporción áurea (I)*. *Relaciones y Series*. [http://www.diversocracia.org/docs/platonicos\\_aureos\\_1\\_.pdf](http://www.diversocracia.org/docs/platonicos_aureos_1_.pdf)

## ANEXOS

### Programación en Python

```
import math
from time import sleep

print()
print('M E N U   P R I N C I P A L')
print()

def mostrar_menu(opciones):
    print('Seleccione una opción:')
    print()
    for clave in (opciones):
        print(f' {clave} {opciones[clave][0]}')
def leer_opcion(opciones):
    print()
    while (a := input('Deme su Opción: ')) not in opciones:
        print('Opción incorrecta, vuelva a intentarlo.')
    return a

def ejecutar_opcion(opcion, opciones):
    opciones[opcion][1]()

def generar_menu(opciones, opcion_salida):
    opcion = None
    while opcion != opcion_salida:
        mostrar_menu(opciones)
        opcion = leer_opcion(opciones)
        ejecutar_opcion(opcion, opciones)
        print()

def menu_principal():
```



```

opciones = {
    '1': ('Area del Tetraedro :', AreaTetraedro),
    '2': ('Volumen del Tetraedro :', VolumenTetraedro),
    '3': ('Area del Cubo :', AreaCubo),
    '4': ("Volumen del Cubo :", VolumenCubo),
    '5': ("Area del Octaedro :", AreaOctaedro),
    '6': ("Volumen del Octaedro :", VolumenOctaedro),
    '7': ("Area del Dodecaedro :", AreaDodecaedro),
    '8': ("Volumen del Dodecaedro :", VolumenDodecaedro),
    '9': ("Area del Icosaedro :", AreaIcosaedro),
    '10': ("Volumen del Icosaedro :", VolumenIcosaedro),
    '11': ('Salir', salir)
}

generar_menu(opciones, '11')

def AreaTetraedro():
    print()
    print("Datos del Tetraedro")
    l=float(input("Deme el lado : "))
    print()
    print("El area es : ", math.sqrt(3)*l**2, " unidades cuadradas")
    sleep(3)
    pass

def VolumenTetraedro():
    print()
    print("Datos del Tetraedro")
    l=float(input("Deme el lado : "))
    print()
    print("El Volumen es : ", math.sqrt(2)/12*l**3, " unidades cubicas")
    sleep(3)
    pass

def AreaCubo():
    print()
    print("Datos del Cubo")
    l=float(input("Deme el lado : "))
    print()
    print("El área es : ", 6*l**2, " unidades cuadradas")
    sleep(3)
    pass

def VolumenCubo():
    print()
    print("Datos del Cubo")
    l=float(input("Deme el lado : "))
    print()
    print("El volumen es : ", l**3, " unidades cubicas")
    sleep(3)
    pass

def AreaOctaedro():
    print()
    print("Datos del Octaedro")
    l=float(input("Deme el lado : "))
    print()
    print("El área es : ", 2*math.sqrt(3)*l**2, " unidades cuadradas")

```

```

    sleep(3)
    pass

def VolumenOctaedro():
    print()
    print("Datos del Octaedro")
    l=float(input("Deme el lado : "))
    print()
    print("El volumen es : ", math.sqrt(2)/3*l**3, " unidades cubicas")
    sleep(3)
    pass

def AreaDodecaedro():
    print()
    print("Datos del Dodecaedro")
    l=float(input("Deme el lado : "))
    print()
    print("El área es : ", math.sqrt(25+10*math.sqrt(5))*3*l**2, " unidades
cuadradas")
    sleep(3)
    pass

def VolumenDodecaedro():
    print()
    print("Datos del Dodecaedro")
    l=float(input("Deme el lado : "))
    print()
    print("El volumen es : ", (15+7*math.sqrt(5))/4*l**3, " unidades
cubicas")
    sleep(3)
    pass

def AreaIcosaedro():
    print()
    print("Datos del Icosaedro")
    l=float(input("Deme el lado : "))
    print()
    print("El área es : ", 5*math.sqrt(3)*l**2, " unidades cuadradas")
    sleep(3)
    pass

def VolumenIcosaedro():
    print()
    print("Datos del Icosaedro")
    l=float(input("Deme el lado : "))
    print()
    print("El volumen es : ", 5/12*(3+math.sqrt(5))*l**3, " unidades
cubicas")
    sleep(3)
    pass

def salir():
    print('Saliendo del Sistema')

if __name__ == '__main__':
    menu_principal()

```

## Estabilidad del equilibrio de Nash de un juego de Cournot con bienes diferenciados y función de demanda cóncava

### Nash equilibrium stability of a Cournot game with differentiated goods and concave demand function

**Jony Rojas Rojas**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua  
<https://orcid.org/0000-0003-4428-5127>  
[jonyrojas2029@gmail.com](mailto:jonyrojas2029@gmail.com)

**Enrique Boanerge Pérez Avalos**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. UNAN-Managua, Nicaragua  
<https://orcid.org/0000-0003-1984-1697>  
[eperezavalos666@gmail.com](mailto:eperezavalos666@gmail.com)

#### RESUMEN

En un juego no cooperativo, el beneficio de los agentes involucrados en el juego depende de su función de pago y la estrategia empleada por cada agente. En el caso particular de un juego no cooperativo de Cournot, la elección estratégica de cada agente es la cantidad de bien a producir y su función de pago coincide con la función de beneficio. Este artículo se propuso investigar el equilibrio de Nash y su estabilidad en un juego no cooperativo de Cournot con bienes diferenciados y función de demanda cóncava. El método empleado fue el de la economía matemática y, además, se utilizó una metodología de trabajo que se basa en la revisión bibliográfica, estudio de diversos procedimientos matemáticos y la simulación numérica en el software estadístico R. Como resultado se tiene un nuevo juego no cooperativo bipersonal de Cournot donde la función de demanda es cóncava y se demuestra que este juego tiene un único equilibrio de Nash que, además, es simétrico. Se concluye que, bajo la regla de actualización estratégica de expectativa ingenua, el equilibrio de Nash simétrico es asintóticamente estable y la permanencia en el mercado de las empresas solo es posible si ambas siguen la estrategia de imitación, es decir, cada empresa produce la misma cantidad de bien que su oponente en cada período de tiempo.

**Recibido**

14/12/2022

**Aceptado**

21/03/2023

#### PALABRAS CLAVE

Duopolio de Cournot; bienes diferenciados; estabilidad y equilibrio de Nash.

**ABSTRACT**

In a non-cooperative game, the benefit of the agents involved in the game depends on their payment function and the strategy employed by each agent. In the particular case of a non-cooperative Cournot game, the strategic choice of each agent is the quantity of good to be produced and its payment function coincides with the benefit function. This paper set out to investigate the Nash equilibrium and its stability in a noncooperative Cournot game with differentiated goods and concave demand function. The method used was that of mathematical economics and, in addition, a methodology based on literature review, study of various mathematical procedures and numerical simulation in the statistical software R. As a result, we have a new bipersonal non-cooperative Cournot game where the demand function is concave and it is shown that this game has a unique Nash equilibrium which, in addition, is symmetric. It is concluded that, under the naive expectation strategic updating rule, the symmetric Nash equilibrium is asymptotically stable and the permanence in the market of the firms is only possible if both follow the imitation strategy, each firm produces the same amount of good as its opponent in each time period.

**KEYWORDS**

Cournot duopoly; differentiated goods; stability and Nash equilibrium.

## INTRODUCCIÓN

193

El comportamiento estratégico de dos empresas cuando compiten en un mismo mercado ha sido de interés de varios investigadores. Los primeros trabajos alrededor de dicha temática fueron publicados por Cournot (1838) y Bertrand (1883). Cournot (1838) propone un modelo de duopolio en el que las empresas compiten ofreciendo un producto homogéneo y el beneficio de cada empresa es función de la cantidad producida (variables estratégicas) por ambas empresas. Para Bertrand (1883) las empresas compiten ofreciendo un producto homogéneo, pero las variables estratégicas son los precios, es decir, el beneficio de cada empresa es función de los precios que impongan en el mercado.

Para realizar el análisis estratégico de las empresas, Cournot propone un juego no cooperativo bipersonal infinito, donde la elección estratégica de las empresas es la cantidad a producir y la demanda queda establecida por una función lineal en la cantidad total de bienes a producir. Él demuestra la existencia y unicidad de un equilibrio de Nash del juego propuesto. Un supuesto importante en el modelo de Cournot es la homogeneidad de los bienes; en contraposición, Dixit (1979) y Singh y Vives (1984) estudian un modelo de duopolio con bienes diferenciados y función de demanda lineal.

Más recientemente Askar (2014) propone un modelo de oligopolio de Cournot donde la demanda está determinada por una función polinómica de grado cuatro sin puntos de inflexión. Éste demuestra la existencia y unicidad del equilibrio de Nash en su modelo, además investiga el comportamiento asintótico de dicho equilibrio, mostrando a través de simulación numérica la existencia de regiones de estabilidad y de bifurcación.

En los modelos de duopolio se encuentran juegos no cooperativos donde la función de pago es lineal (Cournot, 1838 y Bertrand, 1883) y, más recientemente, polinómica (Askar, 2014). Sin embargo, Askar no consideró los casos en que la función de pago sea un polinomio de grado dos, tres o en general de grado  $n$ . El estudio de los casos no abordados por Askar (2014) es muy importante, porque contribuiría al enriquecimiento de la teoría de duopolio, teoría de juegos no cooperativos, al entendimiento de los equilibrios de Nash en diferentes contextos, así como, la comprensión del comportamiento estratégico de las empresas que compiten en un mismo mercado.

En este trabajo se estudia un duopolio de Cournot con bienes diferenciados y función de demanda inversa dada por una función polinómica de grado dos. El propósito de la investigación es investigar el equilibrio de Nash y su estabilidad en un juego no cooperativo de Cournot con bienes diferenciados y función de demanda cóncava. Para ello, se propone un modelo basado en un sistema de ecuaciones no lineales en diferencias, donde las empresas ajustan su decisión de acuerdo a las reglas de Naimzada y Tramontana (2012):

1.

---

1. La estrategia de producción se actualiza de forma discreta en el tiempo.
2. Las empresas no tienen información completa acerca de la estrategia de producción de su rival.
3. Cada empresa actualiza su estrategia de producción según la regla de expectativa ingenua o estática.

### Conceptos básicos

A continuación, se enuncia una serie de definiciones que serán de mucha utilidad en la comprensión de las siguientes secciones.

**Definición 1.** Un pago (beneficio) es una función  $\pi: A \rightarrow R$  que asocia un número real a cada acción  $a \in A$ .

**Definición 2.** Un juego en forma estratégica (o en forma normal) es una tripleta  $(N, \{S_i\}_{i \in N}, \{\pi_i\}_{i \in N})$ , donde  $N$  es un conjunto finito de jugadores,  $\{S_i\}_{i \in N}$  contiene el conjunto de estrategias para cada jugador y  $\{\pi_i\}_{i \in N}$  especifica el pago de cada jugador.

**Observación:** Si cada  $S_i$  es finito para cada  $i \in N$ , el juego se llama finito, en caso contrario se llama infinito.

**Definición 3.** Sea  $(N, \{S_i\}_{i \in N}, \{\pi_i\}_{i \in N})$ , un juego en forma normal. Un perfil de estrategias para el juego es un vector  $(s_1, s_2, \dots, s_n) \in S_1 \times S_2 \times \dots \times S_n$ , donde es la cardinalidad del conjunto .

**Definición 4.** Sea  $(N, \{S_i\}_{i \in N}, \{\pi_i\}_{i \in N})$ , un juego en forma normal. Un perfil de estrategias  $(s_1^*, s_2^*, \dots, s_n^*)$  es un equilibrio de Nash si para cada jugador  $i$ ,  $\pi_i(s_1^*, s_2^*, \dots, s_i^*, \dots, s_n^*) \geq \pi_i(s_1^*, s_2^*, \dots, s_i, \dots, s_n^*), \forall s_i \in S_i$ .

Es decir, para cada jugador  $i$ ,  $s_i^*$  es una solución del problema

$\max \pi_i(s_1^*, s_2^*, \dots, s_i, \dots, s_n^*)$  donde  $s_i$  es la variable de decisión.

**Observación:** Si un equilibrio de Nash  $(s_1^*, s_2^*, \dots, s_n^*)$  para un juego  $(N, \{S_i\}_{i \in N}, \{\pi_i\}_{i \in N})$  en forma normal cumple que  $(s_1^* = s_2^* = \dots = s_n^*)$ , entonces el equilibrio de Nash se llama simétrico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del estudio se empleó como método la economía matemática. Este método es utilizado en el análisis económico, en el cual el economista emplea símbolos matemáticos para enunciar los problemas y se basa en teoremas matemáticos para auxiliarse en el razonamiento Chiang y Wainwright (2004/2006).

En cuanto a la metodología empleada en este trabajo, esta siguió las siguientes etapas:

1. Revisión bibliográfica sobre modelos de juegos no cooperativos de Cournot y modelos para el análisis de la estabilidad del equilibrio de Nash.
2. Estudio de diversos procedimientos matemáticos mediante la combinación del álgebra, técnicas del cálculo diferencial en varias variables y la teoría de juegos no cooperativos.
3. Simulación numérica del comportamiento del equilibrio mediante en el software estadístico R.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta sección se inicia con la conceptualización del juego no cooperativo bipersonal de Cournot, el cual se analizará para averiguar la existencia de equilibrios de Nash.

### Juego no cooperativo bipersonal de Cournot

Considérese un mercado formado por dos empresas, 1 y 2. Se supone que cada empresa  $i, i=1, 2$ , realiza su elección estratégica de forma simultánea con la empresa  $j, j \neq i$  y que ambas compiten a la Cournot, es decir, en la cantidad del bien a producir. Además, ambas empresas buscan maximizar sus ganancias y tienen información completa del mercado.

El producto de la empresa es diferente al producto de la empresa en una serie de características, y los consumidores tienen un gusto por la variedad según lo descrito por Beath y Katsoulacos (1991). Un ejemplo de un modelo con este tipo de diferenciación puede encontrarse en Bowley (1924), Dixit (1979) y Singh y Vives (1984).

Askar (2014) propone un juego no cooperativo de Cournot donde la función de demanda inversa es un polinomio de cuarto grado en la cantidad del bien a producir, en este trabajo, se propone un juego no cooperativo de Cournot similar al de Askar (2014), pero con funciones de demanda inversa dadas por un polinomio de segundo grado:

$$p_1 = a - (q_1 + dq_2)^2 \quad (1)$$

$$p_2 = a - (q_2 + dq_1)^2 \quad (2)$$

donde  $a > 0$  y  $0 \leq d \leq 1$ . El parámetro  $a$  denota el tamaño del mercado y  $d$  el grado de diferenciación de los productos producidos por ambas firmas. Nótese que si  $d = 1$ , entonces ambas funciones de demanda son idénticas, es decir, los bienes son perfectamente sustitutos. Si  $d = 0$ , entonces cada empresa se

comporta como un monopolio. Además, al ser  $p_1$  y  $p_2$  polinomios de segundo grado en las cantidades del bien a producir por ambas empresas con coeficientes negativos salvo el tamaño del mercado, se tiene que las funciones de demanda son cóncavas.

La función de beneficio para la empresa  $i$  ( $i=1,2$ ) es

$$\pi_i = (p_i - c)q_i, \quad (3)$$

con  $c \in (0,a)$  denotando el costo marginal. Se asume que el costo marginal es común para ambas empresas porque no se desea introducir otro foco de heterogeneidad entre las empresas que no sea  $d$ , ya que parte del propósito de este estudio es analizar el efecto en la estabilidad del equilibrio de Nash que tiene el grado de diferenciación  $d$ , cuando las funciones de demanda son cóncavas.

De acuerdo con las ecuaciones (1) - (3), las funciones de beneficio se pueden expresar como

$$\pi_1 = (a - c - (q_1 + dq_2)^2)q_1 \quad (4)$$

$$\pi_2 = (a - c - (q_1 + dq_2)^2)q_2. \quad (5)$$

La derivada de  $\pi_1$  con respecto a  $q_1$  es entonces

$$\frac{d\pi_1}{dq_1} = -2(q_1 + dq_2)q_1 + a - c - (q_1 + dq_2)^2$$

$$\frac{d\pi_1}{dq_1} = -(q_1 + dq_2)(2q_1 + q_1 + dq_2) + a - c$$

$$\frac{d\pi_1}{dq_1} = a - c - (q_1 + dq_2)(3q_1 + dq_2). \quad (6)$$

En forma análoga se calcula la derivada de  $\pi_2$  con respecto a  $q_2$ , dando como resultado

$$\frac{d\pi_2}{dq_2} = a - c - (q_2 + dq_1)(3q_2 + dq_1) \quad (7)$$

Así, las condiciones de primer orden para el problema de maximización de beneficios de cada firma,

$$\frac{d\pi_i}{dq_i} = 0, \quad (i = 1,2) \quad (8)$$

producen las siguientes ecuaciones



$$a - c - (q_1 + dq_2)(3q_1 + dq_2) = 0 \quad (9)$$

$$a - c - (q_2 + dq_1)(3q_2 + dq_1) = 0. \quad (10)$$

Como es conocido, la única solución admisible ( $q_1, q_2 \geq 0$ ) de las ecuaciones (9) – (10) es el equilibrio de Nash.

Según las ecuaciones (9) – (10),

$$(q_1 + dq_2)(3q_1 + dq_2) = a - c = (q_2 + dq_1)(3q_2 + dq_1), \quad (11)$$

es decir,

$$3q_1^2 + 4dq_1q_2 + d^2q_2^2 = 3q_2^2 + 4dq_1q_2 + d^2q_1^2. \quad (12)$$

Luego,

$$3q_1^2 + d^2q_2^2 = 3q_2^2 + d^2q_1^2, \quad (13)$$

por lo cual

$$(3 - d^2)(q_1^2 - q_2^2) = 0. \quad (14)$$

De la ecuación (14) se sigue que  $q_1^2 - q_2^2 = 0$ , ya que el factor  $3 - d^2$  es distinto de cero en virtud de la restricción  $0 \leq d \leq 1$ . Por tanto,  $q_1^2 = q_2^2$ , lo que equivale a decir que  $q_1 = q_2$  ya que  $q_1, q_2 \geq 0$ .

Como  $q_1 = q_2$ , usaremos una misma notación para ambas variables, digamos  $q^*$ . Al reemplazar  $q_1$  y  $q_2$  por  $q^*$ , en cualquiera de las ecuaciones (9) - (10), se obtiene la ecuación cuadrática

$$a - c - (1 + d)(3 + d)(q^*)^2 = 0. \quad (15)$$

Luego

$$q^{*2} = \frac{a - c}{(1 + d)(3 + d)}. \quad (16)$$

De la ecuación (16) se obtienen dos posibles soluciones para  $q^*$ :  $q^* = \sqrt{\frac{a-c}{(1+d)(3+d)}}$ , o

, o bien  $q^* = -\sqrt{\frac{a-c}{(1+d)(3+d)}}$ . La segunda solución se descarta en virtud de la condición

de que  $q^*$  debe ser no negativo, ya que  $q^*$  representa la cantidad del bien a producir. Por tanto

$$q^* = q_1 = q_2 = \sqrt{\frac{a - c}{(d + 1)(d + 3)}}. \quad (17)$$

Como  $(q^*, q^*)$  es la solución simultánea de las ecuaciones (9) - (10), entonces es el equilibrio de Nash del juego no cooperativo de Cournot propuesto. Además, al ser  $q_1 = q_2 = q^*$ , el equilibrio de Nash es simétrico.

La relación  $q_1 = q_2 = q^*$  lleva a la siguiente cadena de igualdades

$$\begin{aligned} \pi_1 &= \pi_2 = (a - c - (q^* + dq^*)^2)q^*, \\ \pi_1 &= \pi_2 = (a - c - (1 + d)^2(q^*)^2)q^*, \\ \pi_1 &= \pi_2 = \left( a - c - (1 + d)^2 \frac{a - c}{(d + 1)(d + 3)} \right) \sqrt{\frac{a - c}{(d + 1)(d + 3)}}, \\ \pi_1 &= \pi_2 = \left( (a - c) \left( 1 - \frac{1 + d}{d + 3} \right) \right) \sqrt{\frac{a - c}{(d + 1)(d + 3)}}, \\ \pi_1 &= \pi_2 = \frac{2(a - c)}{d + 3} \sqrt{\frac{a - c}{(d + 1)(d + 3)}}. \quad (18) \end{aligned}$$

Luego, el beneficio de cada empresa en el equilibrio de Nash simétrico es

$$\frac{2(a - c)}{d + 3} \sqrt{\frac{a - c}{(d + 1)(d + 3)}}. \quad (19)$$

Todo lo hecho hasta el momento permite establecer la siguiente:

**Proposición.** El juego no cooperativo de Cournot  $(N = \{1, 2\}, \{S_1 = [0, +\infty), S_2 = [0, +\infty)\}, \{\pi_1, \pi_2\})$  con  $\pi_1$  y  $\pi_2$  dadas por las ecuaciones (4) - (5) y  $0 \leq d \leq 1$ , tiene un único equilibrio de Nash dado por la ecuación (17). Además, este equilibrio de Nash es simétrico.

**Observación:** La expresión (19), que representa el beneficio de cada empresa en el equilibrio de Nash simétrico, es decreciente en  $d$ , lo cual significa que a mayor diferenciación ( $d \rightarrow 0$ ) mayor es el beneficio de cada firma. Además, sin importar los valores que tomen los parámetros ( $a$ ,  $c$  y  $d$ ) cada empresa permanece en el mercado, es decir, produce su bien y tiene beneficio positivo. Otro hecho interesante es la estabilidad del equilibrio de Nash simétrico, lo cual es analizado a continuación.

## Análisis de la estabilidad del equilibrio de Nash

Para el análisis de la estabilidad del equilibrio de Nash ( $q^*$ ,  $q^*$ ), considérese un juego de duopolio de Cournot repetido. Este consiste en dos empresas de racionalidad acotada que actualizan su estrategia de producción de forma discreta en el tiempo. Además, el conjunto de estrategias admisibles para cada jugador en cada período de tiempo  $t$  es el conjunto  $[0, +\infty)$  y el beneficio de cada empresa está dado por:

$$\pi_i^t = (p_i^t - c)q_i^t, i = 1, 2. \quad (20)$$

La función de beneficio  $\pi_i^t$  se interpreta de la siguiente manera: en un período de tiempo  $t \in \mathbb{N}$  cada empresa de forma simultánea elige la cantidad del bien a producir y por tanto queda determinado el precio de cada bien por las ecuaciones (1) y (2). Luego,  $\pi_i^t$  es el beneficio de la empresa  $i$  en el período  $t$ .

En general, las empresas no tienen información completa acerca de la estrategia de producción a seguir en el próximo período por parte de la competencia. Debido a ello, cada empresa utiliza como regla de actualización para su elección estratégica la regla de expectativa ingenua o estática. Esta regla consiste en su poner que, la cantidad de bien a producir por la competencia en el período  $t + 1$  es la misma que la del período  $t$ . En símbolos, la empresa  $i$  supone que la elección estratégica de la empresa  $j \neq i$  en el período  $t+1$  es  $q_j^{t+1} = q_j^t$ . Este supuesto ha sido utilizado por diversos autores, por ejemplo, Puu (1991), Szidarovszky (1999) y Naimzada y Tramontana (2012).

En el presente caso la empresa  $i$  supone que en el período  $t+1$  la empresa  $j \neq i$  produce  $q_j^t$ , esto significa que la función de mejor respuesta es el mecanismo instantáneo de ajuste del período  $t+1$ , es decir,

$$q_1^{t+1} = \frac{1}{3} \sqrt{(dq_2^t)^2 + 3a - 3c} - \frac{2}{3} dq_2^t, \quad (21)$$

$$q_2^{t+1} = \frac{1}{3} \sqrt{(dq_1^t)^2 + 3a - 3c} - \frac{2}{3} dq_1^t. \quad (22)$$

Las expresiones bajo los radicales en las ecuaciones anteriores son siempre positivas, ya que  $a > c$ .

Bajo el supuesto de que ambas empresas actualizan su elección estratégica siguiendo la regla de expectativa ingenua, se tiene que  $q_1^{t+1} = q_1^t$  y  $q_2^{t+1} = q_2^t$ . Esto implica que el único punto estacionario del sistema (21) - (22) resulta ser el punto de equilibrio de Nash. Por tal razón este sistema permite analizar el efecto del parámetro  $d$  en la estabilidad del equilibrio de Nash.

El sistema (21) - (22) se puede expresar como la función vectorial

$$f = (q_1^{t+1}, q_2^{t+1}) = \left( \frac{1}{3} \sqrt{(dq_2^t)^2 + 3a - 3c} - \frac{2}{3} dq_2^t, \frac{1}{3} \sqrt{(dq_1^t)^2 + 3a - 3c} - \frac{2}{3} dq_1^t \right).$$

Como  $q_1^{t+1}$  no depende de  $q_1^t$  y  $q_2^{t+1}$  no depende de  $q_2^t$ , las derivadas parciales  $\frac{\partial q_1^{t+1}}{\partial q_1^t}$  y  $\frac{\partial q_2^{t+1}}{\partial q_2^t}$  son iguales a cero. Además,

$$\begin{aligned} \frac{\partial q_1^{t+1}}{\partial q_2^t} &= \frac{\partial}{\partial q_2^t} \left( \frac{1}{3} \sqrt{(dq_2^t)^2 + 3a - 3c} - \frac{2}{3} dq_2^t \right) \\ &= \frac{1}{3} \frac{\partial}{\partial q_2^t} \sqrt{(dq_2^t)^2 + 3a - 3c} - \frac{2}{3} d \frac{\partial q_2^t}{\partial q_2^t} \\ &= \frac{1}{3} \frac{2dq_2^t}{2\sqrt{(dq_2^t)^2 + 3a - 3c}} - \frac{2}{3} d \\ &= -\frac{2}{3} d + \frac{dq_2^t}{3\sqrt{(dq_2^t)^2 + 3a - 3c}} \end{aligned}$$

Así,

$$\frac{\partial q_1^{t+1}}{\partial q_2^t} = -\frac{2}{3} d + \frac{dq_2^t}{3\sqrt{(dq_2^t)^2 + 3a - 3c}}$$

y, en forma similar, se obtiene

$$\frac{\partial q_2^{t+1}}{\partial q_1^t} = -\frac{2}{3} d + \frac{dq_1^t}{3\sqrt{(dq_1^t)^2 + 3a - 3c}}$$

Por tanto, la matriz jacobiana de la función vectorial o del sistema 4, es

$$J(q_1^{t+1}, q_2^{t+1}) = \begin{pmatrix} \frac{\partial q_1^{t+1}}{\partial q_1} & \frac{\partial q_1^{t+1}}{\partial q_2} \\ \frac{\partial q_2^{t+1}}{\partial q_1} & \frac{\partial q_2^{t+1}}{\partial q_2} \end{pmatrix},$$

$$J(q_1^{t+1}, q_2^{t+1}) = \begin{pmatrix} 0 & -\frac{2}{3} d + \frac{d^2 q_2^t}{3\sqrt{(dq_2^t)^2 + 3a - 3c}} \\ -\frac{2}{3} d + \frac{d^2 q_1^t}{3\sqrt{(dq_1^t)^2 + 3a - 3c}} & 0 \end{pmatrix}. \quad (23)$$

Para analizar la estabilidad del equilibrio de Nash simétrico hay que evaluar la matriz jacobiana  $J(q_1^{t+1}, q_2^{t+1})$  en el punto  $(q^*, q^*) = \left( \sqrt{\frac{a-c}{(d+1)(d+3)}}, \sqrt{\frac{a-c}{(d+1)(d+3)}} \right)$ . Por cuestiones de espacio, primero se evaluará la expresión

$$-\frac{2}{3}d + \frac{d^2 q^*}{3\sqrt{(dq^*)^2 + 3a - 3c}}$$

para  $q^* = \sqrt{\frac{a-c}{(d+1)(d+3)}}$ , con lo cual se obtiene

$$\begin{aligned} -\frac{2}{3}d + \frac{d^2 q^*}{3\sqrt{(dq^*)^2 + 3a - 3c}} &= \frac{2}{3}d + \frac{d^2 \sqrt{\frac{a-c}{(d+1)(d+3)}}}{3\sqrt{d^2 \frac{a-c}{(d+1)(d+3)} + 3a - 3c}} \\ &= -\frac{2}{3}d + \frac{d^2 \sqrt{\frac{a-c}{(d+1)(d+3)}}}{3\sqrt{\left(d^2 \frac{1}{(d+1)(d+3)} + 3\right)(a-c)}} \\ &= -\frac{2}{3}d + \frac{d^2 \sqrt{\frac{a-c}{(d+1)(d+3)}}}{3\sqrt{\left(\frac{d^2 + 3(d+1)(d+3)}{(d+1)(d+3)}\right)(a-c)}} \\ &= -\frac{2}{3}d + \frac{d^2 \sqrt{\frac{a-c}{(d+1)(d+3)}}}{3\sqrt{\left(\frac{4d^2 + 12d + 9}{(d+1)(d+3)}\right)(a-c)}} \\ &= -\frac{2}{3}d + \frac{d^2 \sqrt{\frac{a-c}{(d+1)(d+3)}}}{3\sqrt{\left(\frac{(2d+3)^2}{(d+1)(d+3)}\right)(a-c)}} \\ &= \frac{2}{3}d + \frac{d^2 \sqrt{\frac{a-c}{(d+1)(d+3)}}}{3(2d+3)\sqrt{\frac{a-c}{(d+1)(d+3)}}} \\ &= -\frac{2}{3}d + \frac{d^2}{3(2d+3)} = \frac{-2d(2d+3) + d^2}{3(2d+3)} \\ &= \frac{-3d^2 - 6d}{3(2d+3)} = \frac{-3d(d+2)}{3(2d+3)} = \frac{d(d+2)}{2d+3}. \end{aligned}$$

De este modo,

$$-\frac{2}{3}d + \frac{d^2 q^*}{3\sqrt{(dq^*)^2 + 3a - 3c}} = \frac{d(d+2)}{2d+3}. \quad (24)$$

De la ecuación (24) se deduce que, al evaluar la matriz jacobiana  $J(q_1^{t+1}, q_2^{t+1})$  en el equilibrio de Nash simétrico  $(q^*, q^*) = \left(\sqrt{\frac{a-c}{(d+1)(d+3)}}, \sqrt{\frac{a-c}{(d+1)(d+3)}}\right)$ , se obtiene

$$J(q^*, q^*) = \begin{pmatrix} 0 & -\frac{2}{3}d + \frac{d^2 q^*}{3\sqrt{(dq^*)^2 + 3a - 3c}} \\ -\frac{2}{3}d + \frac{d^2 q^*}{3\sqrt{(dq^*)^2 + 3a - 3c}} & 0 \end{pmatrix}$$

$$J(q^*, q^*) = \begin{pmatrix} 0 & -\frac{d(d+2)}{2d+3} \\ -\frac{d(d+2)}{2d+3} & 0 \end{pmatrix}. \quad (25)$$

La traza y el determinante de la matriz  $J(q^*, q^*)$  son  $tr(J) = 0$  y  $\det(J) = -\left(\frac{d(d+2)}{2d+3}\right)^2$ , son y respectivamente. Luego, su polinomio característico es

$$\lambda^2 - tr(J)\lambda + \det(J) = \lambda^2 - \left(\frac{d(d+2)}{2d+3}\right)^2, \quad (26)$$

el cual tiene todas sus raíces reales. Según el teorema de Jury, el punto de equilibrio de Nash  $(q^*, q^*)$  es asintóticamente estable si y sólo si se verifican las siguientes condiciones:

1.  $1 + tr(J) + \det(J) > 0$
2.  $1 - tr(J) + \det(J) > 0$
3.  $\det(J) < 1$

Las tres condiciones se satisfacen, ya que al ser  $0 \leq d \leq 1$  resulta que  $0 \leq d(d+2) \leq d+2 < 2d+3$ , por lo cual  $0 \leq \frac{d(d+2)}{2d+3} < 1$  y  $0 \leq \left(\frac{d(d+2)}{2d+3}\right)^2 < 1$ . En consecuencia,

$$1 + tr(J) + \det(J) = 1 + 0 - \left(\frac{d(d+2)}{2d+3}\right)^2 > 0$$

$$1 - tr(J) + \det(J) > 1 - 0 - \left(\frac{d(d+2)}{2d+3}\right)^2 > 0$$

y

$$\det(J) = -\left(\frac{d(d+2)}{2d+3}\right)^2 \leq 0 < 1.$$

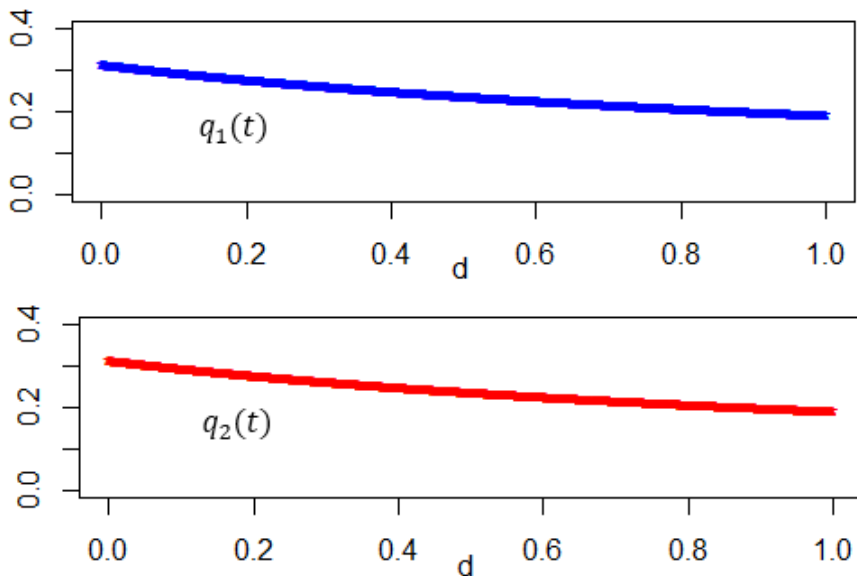
Esto conduce al siguiente resultado:

Proposición. El punto de equilibrio de Nash  $(q^*, q^*)$  es asintóticamente estable para todo  $d$  en el intervalo  $[0,1]$ .

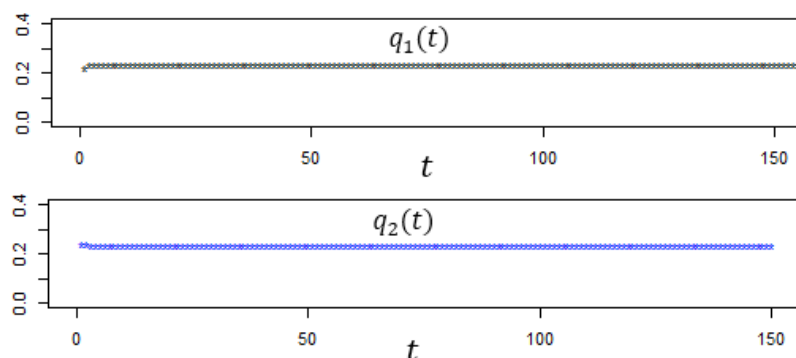
**Simulación numérica**

Con el propósito de mostrar la validez de los resultados obtenidos en las secciones anteriores, se presenta aquí la simulación del comportamiento del sistema (4) de acuerdo con la siguiente metodología: primero se fijan las condiciones iniciales y se varía el grado de diferenciación  $d$ , luego se fija el grado de diferenciación  $d$  y se hace variar las condiciones iniciales. Todos los valores asignados a los parámetros son pre establecidos por los autores.

La figura 1 muestra la estabilidad del equilibrio de Nash cuando el tamaño del mercado es 0.5 y el costo marginal es igual a 0.2 . Nótese que los valores de  $x$  y  $y$  son idénticas para cada valor de  $d$ ; además la gráfica es continua y decreciente en correspondencia con el decrecimiento del punto de equilibrio a medida que aumenta el grado de diferenciación. La figura 2 muestra dos trayectorias de  $q_1(t)$  y  $q_2(t)$  para valores iniciales  $(q_{10}, q_{20}) = (0.5,0.1)$ ,  $(q_{10}, q_{20}) = (0.5,0.3)$  y parámetros  $a=0.5$ ,  $c=0.2$  y  $d=0.5$ , con el tiempo variando de 0 a 150.



**Figura 1.** Diagrama de estabilidad del equilibrio con  $a=0.5$ ,  $c=0.2$  y condiciones iniciales  $(q_{10}, q_{20}) = (1.8,0.1)$ . El programa utilizado para la creación del diagrama fue el software estadístico R versión 4.1.1..1.



**Figura 2.** Sensibilidad a las condiciones iniciales del punto de equilibrio con  $a=0.5$ ,  $c=0.2$  y  $d=0.5$ . El programa utilizado para la creación del diagrama fue el software estadístico R versión 4.1.1.

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo se presentó un nuevo juego no cooperativo de Cournot, en el cual la función de demanda inversa (precios) está dada por un polinomio de segundo grado en las cantidades de bien a producir por ambas empresas. A partir de este juego se concluye que:

1. El equilibrio de Nash simétrico para el juego no cooperativo de Cournot existe y es único para cualquier grado de diferenciación.
2. Bajo la regla de actualización estratégica de expectativa ingenua, el equilibrio de Nash simétrico es asintóticamente estable para cualquier grado de diferenciación.
3. La aplicación de la simulación numérica mediante el software estadístico R permite visualizar el comportamiento asintótico del equilibrio de Nash simétrico.
4. Dado que el equilibrio de Nash es simétrico y el beneficio alcanzado en este es positivo, entonces la permanencia en el mercado de las empresas solo es posible si ambas siguen la estrategia de imitación, es decir, cada empresa produce la misma cantidad de bien que su oponente en cada período de tiempo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Askar, S. S. (2014). The impact of cost uncertainty on Cournot oligopoly game with concave demand function [El impacto de la incertidumbre en el costo en un juego de oligopolio de Cournot con función de demanda cóncava]. *Applied Mathematics and Computation* 232,144–149.
- Beath, J., y Katsoulacos, Y. (1991). *The economic theory of product differentiation* [Teoría económica de la diferenciación de productos]. Cambridge University



Press.

Bertrand, J. (1883). Review of *Théorie Mathématique de la Richesse Sociale* and *Recherches sur les Principes Mathématique de la Théorie des Richesses* [Revisión de la Teoría Matemática de la Riqueza Social e Investigación sobre los principios matemáticos de la teoría de la riqueza]. *Journal des Savants* 68, 499–508.

Bowley, A. L. (1924). *Mathematical Groundwork of Economics: An Introductory Treatise* [Fundamentos matemáticos de la economía: Un trato introductorio]. Oxford University Press, Oxford.

Chiang, A. C., y Wainwright, K. (2006). *Métodos fundamentales de economía matemática* (F. Sánchez y R. Arrijoja, Trad.). McGraw-Hill. (Obra original publicada en 2004)

Cournot, A. A. (1838). *Recherches sur les Principes Mathématique de la Théorie des Richesses* [Investigación sobre los principios matemáticos de la teoría de la riqueza]. chez L. Hachette.

Dixit, A. (1979). A model of duopoly suggesting a theory of entry barriers [Un modelo de duopolio que sugiere una teoría de las barreras de entrada]. *The Bell Journal of Economics*, 10, 20-32.

Naimzada, A. y Tramontana, F. (2012). Dynamic properties of a Cournot–Bertrand duopoly game with differentiated products [Propiedades dinámicas de un juego de duopolio de Cournot-Bertrand en productos diferenciados]. *Economic Modelling*, 29(4), 1436-1439.

Puu, T., y Sushko, I. (2002). *Oligopoly dynamics: Models and tools* [Dinámica del oligopolio: Modelos y herramientas]. Springer-Verlag.

Singh, N., y Vives, X. (1984). Price and quantity competition in a differentiated duopoly [Competencia en precios y cantidades en un duopolio diferenciado]. *The Rand journal of economics*, 546-554.

Szidarovszky, F. (1999). Adaptive expectations in discrete dynamic oligopolies with production adjustment costs [Expectativas adaptativas en oligopolios dinámicos discretos con ajuste de costos de producción]. *Pure Mathematics and Applications* 10(2), 133–139.

## Principales riesgos de seguridad en computación móvil en la nube: una revisión de la literatura

### Key security risks in mobile cloud computing: a literature review

**Alberto Mendoza de los Santos**

Universidad Nacional de Trujillo, Perú  
<https://orcid.org/0000-0002-0469-915X>  
[amendezad@unitru.edu.pe](mailto:amendezad@unitru.edu.pe)

**Jairo Aldair Ríos Reyes**

Universidad Nacional de Trujillo, Perú  
<https://orcid.org/0000-0003-2865-6688>  
[jariosr@unitru.edu.pe](mailto:jariosr@unitru.edu.pe)

**Renzo Yampier Vásquez Chiclayo**

Universidad Nacional de Trujillo, Perú  
<https://orcid.org/0000-0003-3388-4343>  
[ryvasquez@unitru.edu.pe](mailto:ryvasquez@unitru.edu.pe)

### RESUMEN

La computación móvil en la nube está expandiéndose entre los usuarios de dispositivos móvil, brindando una plataforma para sus servicios dentro de estos dispositivos. El presente documento expone los principales riesgos de seguridad que existen en la computación móvil en la nube, desarrollando y describiendo lo siguiente: seguridad de los datos, seguridad de dispositivos, seguridad en la red móvil y seguridad en la nube, determinantes de robo de información y la vulnerabilidad de autenticación; se presentan los principales riesgos a los cuales se enfrentan la computación móvil en la nube, sin embargo existen muchas más vulnerabilidades y se brinda para la investigación de futuros lectores.

### ABSTRACT

Mobile cloud computing is expanding among mobile device users, providing a platform for their services within these devices. This paper exposes the main security risks that exist in mobile cloud computing, developing and describing the following: data security, device security, mobile network security and cloud security, determinants of information theft and authentication vulnerability; the main risks faced by mobile cloud computing are presented, however many more vulnerabilities exist and are provided for future readers' research.

**Recibido**

19/12/2022

**Aceptado**

27/03/2023

### PALABRAS CLAVE

Mobile Cloud Computing; seguridad; riesgos; dispositivos móviles.

### KEYWORDS

Mobile Cloud Computing; security; risks; mobile devices.

## INTRODUCCIÓN

Para que podamos entender el significado de computación móvil en la nube (MCC), debemos tener claros los conceptos de computación en la nube (CC). La computación en la nube emerge como una tecnología la cual brinda funciones y medios informáticos a sus usuarios mediante la red pública la cual se especifica en la red. Sus usuarios usan aplicaciones, procesamiento de datos, etc. y la CC facilita su uso, ofreciendo nuevos rendimientos como, flexibilidad, eficiencia, etc.

Una vez explicada y entendida lo que es Cloud Computing, la computación móvil en la nube (MCC) ofrece diferentes servicios mediante la red portátil, es decir el manejo de la computación en la nube incorporándose con dispositivos portátiles (Muhseen, S. Abdul. S., & Elameer, A. S. ,2018, November 1).

En los últimos años, los dispositivos móviles que cuentan con múltiples funcionalidades y dentro de ello el almacenamiento de datos se está volviendo precario y poco utilizado por los usuarios, puesto que estos están siendo reemplazados por la computación móvil en la nube, pudiendo realizar el almacenamiento en servidores que rompen las restricciones de capacidad. Sin embargo, el uso de estos servidores en la nube ha ocasionado muchos retos para la seguridad y privacidad de datos puesto que la información de los usuarios sale de la protección del dispositivo y entran en la protección de la nube la cual debe brindar la confianza y resguardo necesario enfrentándose a ataques al dispositivo móvil, a la red y a la misma computación en la nube (Ikram, A. A., Rehman Javed, A., Rizwan, M., Abid, R., Crichigno, J., & Srivastava, G. ,2021).

El artículo de revisión restante está estructurado de la siguiente manera: la Sección II describe la metodología de investigación, dentro de ello redactamos el tipo de estudio donde planteamos la pregunta de investigación además los fundamentos y procesos de recolección de información, así como los criterios de exclusión e inclusión.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Tipo de Estudio

Se realizó una revisión sistemática de la literatura eligiendo a la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (Page M, etc.,2021) como base. Durante el proceso metodológico logramos establecer la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los principales riesgos de seguridad en la computación móvil en la nube?

---

## Fundamentación de la metodología

La revisión sistemática conlleva a la acción de evaluar e interpretar toda la investigación disponible, de carácter importante en una interrogante de investigación particular o del área de interés (Manterola C. ,2013).

También, se hace una serie de investigaciones tanto en aspectos cuantitativos como cualitativos, con el fin de resumir esta información para el tema de interés.

En base a las definiciones que se mostraron, se puede observar la importancia de sintetizar la información, resaltando lo más relevante ante el efecto de la multiplicidad de investigaciones científicas que se dan en el paso del tiempo, para un resultado práctico en donde se logra identificar y evaluar diversos estudios de la misma área, pero con un objetivo en común, tomando en cuenta los sesgos de duplicidad y selección de los trabajos. En el presente, resulta complejo obtener conocimiento de la gran cantidad y/o exceso de información que hoy en día se publica.

Es por ello que la estrategia es necesaria para las interrogantes puntuales, con el fin de proveer una síntesis racional de la investigación básica.

El grupo MINCIR (Manterola C. ,2013), menciona que estas estrategias limitan los sesgos y errores aleatorios, debido a la ardua búsqueda de los artículos más relevantes, criterios reproducibles y explícitos de selección, además de la síntesis e interpretación de los resultados obtenidos; todo esto, gracias a la revisión sistemática de forma “objetiva, rigurosa y meticulosa”, compactando la evidencia que se logra generar con el uso de las herramientas metodológicas y matemáticas para obtener la recolección de los datos en base a estudios primarios, pero rescatando cada efecto individual de los estudios que se obtuvieron.

## Proceso de recolección de Información

El criterio de búsqueda se realizó utilizando como descriptores los siguientes términos en relación a la pregunta de investigación: “mobile security”, “cloud computing”, “mobile cloud computing”. Para mejorar la búsqueda y poder clarificar las consultas, se diseñó la combinación de los términos antes mencionados y se agregó los operadores booleanos: [(“mobile security”) AND (“cloud computing”) OR (“mobile cloud computing”)]. De igual forma, se estableció como base de datos a SCOPUS y IEEE.

Las consultas de búsqueda específicas se detallarán a continuación:

Scopus:

(TITLE (mobile AND security ) AND ABS ( cloud AND computing ) OR ABS ( mobile AND cloud AND computing )) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE, “cp” ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , “ar” ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE, “cr” ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE, “re” ) ) AND ( LIMIT-TO ( PUBYEAR, 2022 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR, 2021 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2020 ) OR

---

LIMIT-TO ( PUBYEAR, 2019 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR, 2018 ) )

IEEE:

("Document Title": mobile security) AND ("Abstract": cloud computing) AND ("Abstract": mobile cloud computing)

Tabla 1. Distribución de artículos por base de datos

Términos de búsqueda	Bases de datos	
	Scopus	IEEE
"mobile security", "cloud computing", "mobile cloud computing"	88	77
<b>TOTAL</b>	88	77

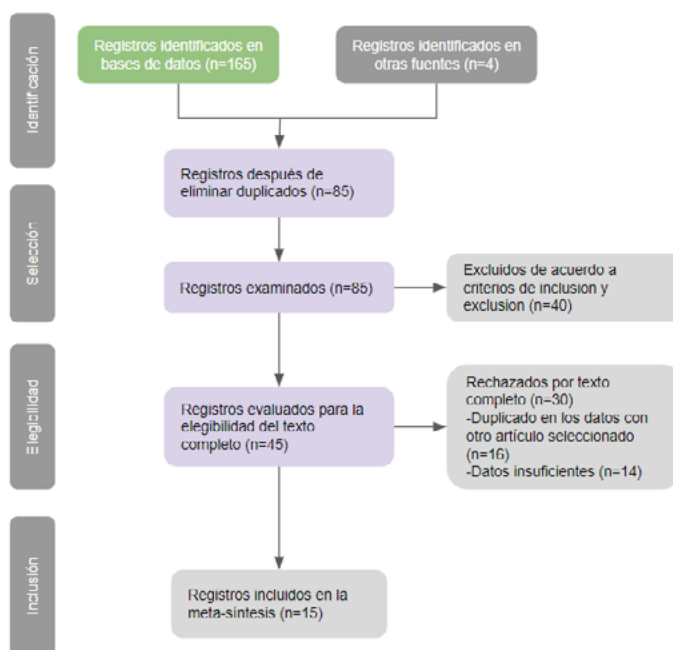
### Criterios de Inclusión y Exclusión

Para el desarrollo del estudio, se obtuvieron artículos originales publicados en bases de datos científicas en inglés y español, en un margen de 5 años comprendido del 2018 a 2022. Estos artículos desarrollan los riesgos de seguridad que se dan en la computación móvil en la nube.

Como criterio de exclusión se determinó que deben ir fuera aquellos artículos que abordan la temática sobre redes 5G, computación perimetral y otros que no tengan relación directa con la seguridad en la computación móvil en la nube.

La planificación de la búsqueda y recopilación de información fue aplicada por dos revisores individualmente con su respectivo análisis, síntesis y conclusión en ambas partes mediante un mutuo acuerdo.

Figura 1. Flujograma PRISMA. Elaboración propia.



Fuente: Page M, etc. (2021).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Luego de realizar todo el proceso de filtro y exclusión del total de artículos se recopilamos estos, de los cuales se llevó a cabo la investigación sobre los principales riesgos en la seguridad de la Computación Móvil en la Nube; se realizó el listado de los riesgos presentes en cada artículo y se organizó por año de publicación como se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Riesgos ordenados por año de publicación.

Autores	Riesgo principal	Riesgo secundario
Vishal, Kaur, B., & Jangra, S. (2019).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interrupción de información</li> <li>• Administración y acreditación de accesos</li> <li>• Incautación de cuenta</li> <li>• Seguridad de dispositivo móvil</li> <li>• Incertidumbre en APIs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtración de datos, confidencialidad.</li> <li>• Sistema de verificación, caracteres débiles, agresión de inicio de sesión.</li> <li>• Pérdida de contraseñas y acreditación, Phishing.</li> <li>• Claves secretas, flujo de actividad maliciosa.</li> <li>• Seguridad de organizaciones en la nube.</li> </ul>
Muhseen, S. A. S., & Elameer, A. S. (2019).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminal móvil</li> <li>• Seguridad de la red móvil</li> <li>• Nube móvil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malware, vulnerabilidades de software.</li> <li>• Fuga de información o ataque malicioso.</li> <li>• Confiabilidad de la plataforma, protección de datos.</li> </ul>
Elzein, I. A., & Kurdi, M. (2019).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Denegación de servicio</li> <li>• Autenticación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ataque DoS, inaccesibilidad del servicio.</li> <li>• Cifrado de información, phishing.</li> </ul>
Hashim, A. S., & Awadh, W. A. (2018).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad de datos</li> <li>• Conexión inalámbrica</li> <li>• Autenticación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenamiento de datos, confidencialidad e integridad.</li> <li>• Transferencia de datos</li> <li>• Acceso ilegal, suplantación de identidad.</li> </ul>
Suo, H., Liu, Z., Wan, J., & Zhou, K. (2013).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servidor en la nube</li> <li>• Acceso no aprobado</li> <li>• Intercambio de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de información</li> <li>• Cálculo del cifrado</li> <li>• Almacenamiento de datos</li> </ul>

Autores	Riesgo principal	Riesgo secundario
Ogwara, N. O., Petrova, K., & Yang, M. L. B. (2019).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad de datos</li> <li>• Seguridad de la nube</li> <li>• Acceso no autorizado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos del usuario, confidencialidad.</li> <li>• Interconexión de nubes, nodos de consumo.</li> <li>• Extracción información confidencial, IDS(Sistema de detección de intrusiones).</li> </ul>
Neware, R., Ulabhaje, K., Karemore, G., Lokhande, H., & Dandige, V. (2020).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad de datos</li> <li>• Seguridad de virtualización</li> <li>• Seguridad en descargas</li> <li>• Seguridad de aplicaciones en la nube</li> <li>• Seguridad de dispositivos móvil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Violación y perdida de datos</li> <li>• Almacenamiento de datos</li> <li>• Acceso no autorizado, ataque root.</li> <li>• Obstrucción del dispositivo móvil, descarga maliciosa.</li> <li>• Software malicioso, malware.</li> <li>• Robo de dispositivo, ataque DoS.</li> </ul>
Qayyum, R., & Ejaz, H. (2020).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de confidencialidad</li> <li>• Seguridad de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de acceso</li> <li>• Intercambio de datos en la nube.</li> <li>• Almacenamiento de datos.</li> </ul>
Fellah, H., Mezioud, C., & Batouche, M. C. (2020).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad de dispositivos móviles</li> <li>• Seguridad de red móvil</li> <li>• Seguridad de la nube</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malware, vulnerabilidad de software.</li> <li>• Redes inalámbricas, servicio de telefonía, dirección IP.</li> <li>• APIs inseguras, vulnerabilidades del sistema, insiders maliciosos, pérdida de datos.</li> </ul>
Hanamantraya, & Subhajini, A. C. (2020).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes de identificación</li> <li>• Intercambio de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cifrado de la información, brechas de seguridad.</li> <li>• Administración de claves, robo de información.</li> </ul>
Merdassi, I., Ghazel, C., & Saidane, L. (2020).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad de la aplicación móvil</li> <li>• Seguridad de la red móvil</li> <li>• Privacidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios de seguridad en la nube, detección de programas locales.</li> <li>• Código malicioso, aplicaciones "riskware".</li> <li>• Información personal, geolocalización.</li> </ul>

Autores	Riesgo principal	Riesgo secundario
Jena, S. R., Yadav, A. K., Patel, S., & Saibaba, C. H. M. H. (2021).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad de Red móvil</li> <li>• Seguridad de la nube</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encriptación de información, seguridad del sistema.</li> <li>• Métodos de autenticación, privacidad de datos.</li> </ul>

La computación móvil y la computación en la nube se combinan para formar la computación móvil en la nube (MCC) a fin de brindar servicios de nube a los usuarios móviles, como autoservicio bajo demanda, servicios medidos de agrupación de recursos, flexibilidad, amplio acceso a la red (Muhseen, S. A. S., & Elameer, A. S. ,2019). MCC utiliza tecnología de comunicación inalámbrica para comunicarse entre el móvil y la nube. Esto presenta múltiples desafíos tales como recursos limitados en dispositivos móviles, problemas de estabilidad debido a la limitación de la red inalámbrica, aumento de costos de acceso a la red, problemas de seguridad y privacidad, ancho de banda, etc.

En la actualidad, los dispositivos móviles siguen sufriendo de una amenaza en la seguridad y además de la preocupación del usuario. Cuando este dispositivo es extraviado o robado, los datos personales se verán comprometidos.

El principal desafío se relaciona con las características especiales de redes inalámbricas y dispositivos móviles (Elzein, I. A., & Kurdi, M. ,2019). El tema de la seguridad en la Computación móvil en la nube es fundamental para la transmisión de los datos, y estos problemas de seguridad son una obstrucción para su rápido crecimiento, problemas como la falta de confiabilidad, la no confidencialidad, etc.

### Reglas de seguridad que debe tener la computación móvil en la nube

- **Confidencialidad:** La confidencialidad es un requisito fundamental debido a que los datos de los usuarios se procesan mediante la red pública y se almacenan en servidores públicos. Por lo cual, el acceso de la información debe estar controlado y solo ser accedida por el usuario que se encuentra autorizado, esto para salvaguardar la información y lo cual es un gran desafío para los proveedores de servicios móviles en la nube (Ogwara, N. O., Petrova, K., & Yang, M. L. B. ,2019).
- **Disponibilidad:** Significa que el servicio debe estar disponible para los usuarios las 24 horas del día, los 7 días de la semana cada que lo necesiten. Los proveedores deben prevenir ataques y asegurar la continuidad del servicio (Merdassi, I., Ghazel, C., & Saidane, L. ,2020).
- **Integridad:** En la integridad se debe incorporar la información que el usuario mantiene en la nube mediante un dispositivo móvil. Se debe asegurar que los datos o información sean dirigidos o almacenados de manera completa, sin que se haya producido alguna alteración de pérdida de estos de manera accidental o intencional (Qayyum, R., & Ejaz, H. ,2020).



- **Autenticación y Control de Acceso:** El problema principal cuando se requiere acceder a los datos almacenados en la nube es garantizar que el usuario acceda a sus datos y no permitir el acceso no autorizado de externos mediante varios instrumentos de verificación, los cuales pueden ser: identificador de inicio de sesión, contraseñas, PINs o cualquier otro método de autenticación (Jena, S. R., Yadav, A. K., Patel, S., & Saibaba, C. H. M. H. ,2021). Permitir el acceso a recursos limitados para autenticar a los usuarios del sistema al momento de realizar alguna tarea se denomina control de acceso, en donde se pueden controlar acciones como: leer, escribir, actualizar, borrar datos, etc. (Suo, H., Liu, Z., Wan, J., & Zhou, K. ,2013).
- **Privacidad:** La privacidad es la seguridad de los datos personales del usuario mientras se realiza la comunicación con la nube, lograda mediante la confidencialidad, la integridad y la autenticación (Neware, R., Ulabhaje, K., Karemore, G., Lokhande, H., & Dandige, V., 2020).

Después de analizar los riesgos más frecuentes en cada uno de los artículos, se llegó a la elaboración de una tabla para agrupar estos datos y poder clasificarlos mediante un tipo de riesgo en la seguridad de MCC como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Tipos de riesgos a la seguridad de MCC.

Código	Descripción
<b>R1</b>	Infiltración de datos: se compromete la confidencialidad e integridad de los datos
<b>R2</b>	Deficiencia en gestión de identidad, credenciales y acceso: permite el acceso no autorizado a los datos
<b>R3</b>	APIs (Interfaces de programación de aplicaciones) inseguras: lleva a filtraciones de datos
<b>R4</b>	Vulnerabilidad en dispositivos móviles y aplicaciones: ataques al entorno de MCC
<b>R5</b>	Robo de cuenta: pérdida del dispositivo móvil o el uso no autorizado de las credenciales para un acceso ilegal a MCC
<b>R6</b>	Insiders maliciosos: un usuario de la organización lanza ataques intencionalmente
<b>R7</b>	Amenazas persistentes avanzadas (APT): ataque intencional hacia un objetivo específico
<b>R8</b>	Pérdida de datos: luego de un ataque, supresión accidental, daño en el almacenamiento, desastre natural y error en la transmisión de datos.
<b>R9</b>	Clon móvil: seguridad de la virtualización en Mobile Cloud Computing
<b>R10</b>	Denegación de servicio (DoS): restringir el acceso a la nube de los usuarios legítimos de MCC.

## **Principales problemas de la seguridad en la computación móvil en la nube.**

La unión de la MC y la computación en la nube forman lo que es la MCC, por ende, los problemas de seguridad de la MCC se heredan de los problemas de seguridad de MC y Cloud Computing, teniendo una alta gama de problemas de seguridad que lo vuelve altamente vulnerable.

### **1. Seguridad de los datos**

En la computación móvil en la nube (MCC), los datos de los usuarios están disponibles y almacenados en la nube, y el procesamiento de estos también se realiza en la Infraestructura como Servicio (IaaS) de la nube.

Muchos de los ataques que se ejecutan en la MCC son a cerca de la pérdida de datos, violación de datos, recuperación de datos dañados, datos locales, corrección de datos, etc. (Tal vez se pueda realizar en una tabla)

En la pérdida de datos, los datos del usuario se destruyen mientras se realiza cualquier tarea computacional; por ejemplo, al transmitir datos a través de una red pública. En las violaciones de datos, una persona no autorizada accede a los datos de un usuario interceptados en la nube o los obtiene mediante cualquier actividad no deseada. En la recuperación de datos dañados, un usuario debe obtener sus propios datos válidos mientras se recupera debido a daños en el sistema o dispositivo móvil.

La nube almacena los datos en cualquier centro de datos; por lo que la ubicación de esos datos no es conocida por nadie. Entonces, el desafío es que el usuario sepa dónde se almacenan sus datos importantes. La gestión de datos se realiza en las instalaciones de los proveedores de servicios y deben mantener la confidencialidad y la integridad (Neware, R., Ulabhaje, K., Karemore, G., Lokhande, H., & Dandige, V.,2020).

### **2. Seguridad de los dispositivos móviles**

Los dispositivos móviles almacenan información personal ya sean fotos, contactos, videos, etc. así mismo información confidencial como claves de usuario e información de tarjetas de crédito o débito y esto ocasiona un atractivo por parte de los atacantes, además, debido a las limitaciones que encontramos en los recursos y sistemas de seguridad ya que no se pueden instalar certeras aplicaciones contra estas amenazas Fellah, H., Mezioud, C., & Batouche, M. C. (2020).

A continuación, detallaremos los riesgos de los dispositivos móviles:

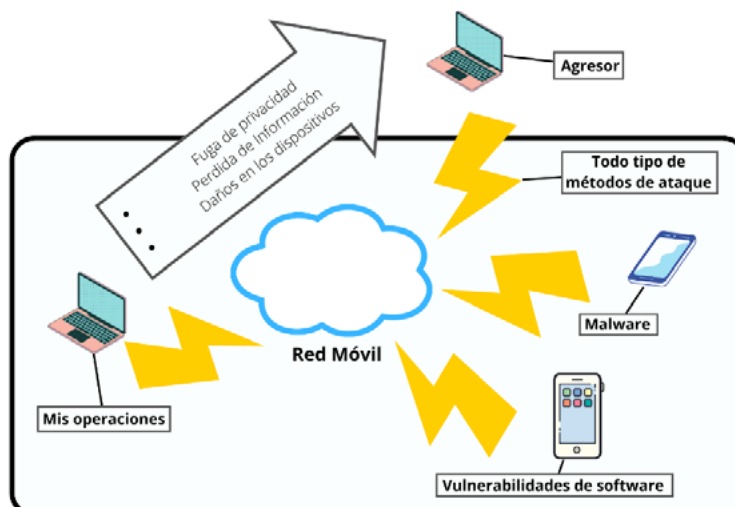
## A. Malware.

El Malware en los dispositivos móviles inicia por alguna descarga de algún programa útil, pero de dudosa procedencia, teniendo dentro un virus o troyano y dañando tu dispositivo sin que el usuario se diera cuenta. Esto con la finalidad del robo de información o pérdidas económicas (Suo, H., Liu, Z., Wan, J., & Zhou, K., 2013). Otras maneras de propagación son las redes 4G, Bluetooth o MMS.

## B. Vulnerabilidades de Software

- 1. Software de la aplicación:** Estas vulnerabilidades son las más encontradas ya que los ataques pueden asediar el teléfono móvil por un error de software de la aplicación puesto que este es poco riguroso Fella, H., Mezioud, C., & Batouche, M. C. (2020).
- 2. Sistema Operativo:** El sistema operativo administra y controla el hardware y software, este último es tan complejo que arroja errores de configuración. Los atacantes aprovechan estos errores y arremeten contra el teléfono móvil vulnerando su seguridad Fella, H., Mezioud, C., & Batouche, M. C. (2020). Un ejemplo de esto es el Android 2.3 Gingerbread, el cual en la actualidad además de ser precario ya no es compatible con Google y fue considerado uno de los sistemas operativos móviles con más ataques de malware.
- 3. Otros riesgos de dispositivos móviles:** Así como vimos que los riesgos o problemas pueden ser por parte del software o hardware del mismo teléfono móvil, los riesgos y problemas pueden provenir de los mismos usuarios, los cuales algunos carecen de conciencia y capacitación y esto conlleva a realizar un mal uso de sus dispositivos móviles. Esto también podría ocasionar posible filtración de datos y daños en los dispositivos. Por tanto, sigue siendo necesario y fundamental registrar y prever comportamientos anómalos de los usuarios.

Figura 2. Problemas de seguridad de dispositivos móviles.



Fuente: Elameer, A. S. & Muhseen, S. A. S. (2019).

### 3. Seguridad en redes móviles

En la actualidad los usuarios acceden a la red en todo momento vía algún servicio de internet como red 4G, Wi-Fi y Bluetooth. En este acceso a la red el usuario el tráfico de datos o información en la red es alto, dentro de esa información se encuentra la información confidencial, ya sean número de tarjetas de crédito o débito, usuarios y contraseñas, etc.

Aumenta el riesgo mediante esta transferencia de información desde la nube al dispositivo móvil y viceversa. La conexión a redes de internet por medio de conexión Wi-Fi gratuita que se encuentran en cafeterías, restaurantes, aeropuertos, etc. pueden facilitar a los atacantes informáticos los medios para robar información personal u otro ataque malicioso en contra del usuario.

Más actualmente con el avance de la tecnología se realizan transferencias interbancarias desde los dispositivos móviles es por eso que siempre se debe ser cuidadoso de la conexión de acceso a internet.

### 4. Seguridad en la nube

La computación en la nube forma parte actualmente del almacenamiento de datos, aplicaciones y cargas de trabajo es por eso que la seguridad de la nube tiene grandes desafíos por la gran cantidad de amenazas como la confidencialidad, pérdida de datos, pérdida de datos, etc.

#### a. Infiltración de datos

El usuario que registra su información en la nube debe tener toda la certeza de que su información no será difundida y que el proceso de traslado de datos sea el más completo y seguro ya que los atacantes podrían acceder fácilmente a ella si se cuenta con vulnerabilidades en la nube (Neware, R., Ulabhaje, K., Karemore, G., Lokhande, H., & Dandige, V., 2020).

#### b. Deficiencia en gestión de identidad, credenciales y acceso

El acceso a la información debe estar restringido para algunos usuarios que cuentan con una autenticación y el acceso con otra autenticación debe ser restringida completamente (Muhseen, S. A. S., & Elameer, A. S., 2019).

#### c. Interfaces inseguras e interfaces de programación de aplicaciones (API)

El proveedor que da el acceso a la nube cuenta con un conjunto de interfaces de usuario (UI) o APIs de software en donde los clientes usan para organizar e interactuar con los servicios de la nube. Todas las acciones se realizan en estas interfaces y la su seguridad depende de la seguridad de las APIs (Vishal, Kaur, B., & Jangra, S., 2019).

#### **d. Sistemas vulnerables**

Estas vulnerabilidades son netamente en los programas que se desarrollaron para cierto proceso, donde los atacantes pueden detectar e infiltrarse con la finalidad de robar datos, apropiarse del sistema o interrumpir operaciones que realiza el usuario normalmente.

#### **e. Secuestro de cuentas**

A raíz del riesgo anterior, si los atacantes logran acceder al sistema mediante la obtención de las credenciales de un usuario puede observar actividades y transacciones confidenciales, así como información calificada y redirigir al usuario a sitios ilegítimos. Con esas credenciales los atacantes pueden acceder a áreas críticas de los servicios de computación en la nube, lo que compromete la confidencialidad integridad y la disponibilidad de esos servicios.

#### **f. Incidentes maliciosos**

Dentro de una organización podría haber alguna persona con malas intenciones que tenga el rol de administrador de usuario del sistema y este pueda acceder a información sumamente confidencial.

#### **g. Pérdida de datos**

Sabemos que la seguridad de los datos es la principal preocupación de la computación en la nube, además que los usuarios brindan información confidencial a través de la red. La pérdida de datos puede ocasionar por distintos motivos. Puede ser algo accidental por parte del proveedor de servicios en la nube o algo físico como un incendio, inundación o terremoto, es por esto que se deben tomar medidas preventivas por parte del proveedor o el consumidor, además se deben realizar copias de seguridad de los datos.

### **5. Seguridad de la virtualización**

Los servicios en la nube se proporcionan a los usuarios móviles mediante la virtualización. Una máquina virtual de móvil se vuelve a instalar en la nube, lo que se denomina clon móvil, y esta máquina virtual basada en la nube hace todo el procesamiento. La principal ventaja de usar una máquina virtual es que crea instancias de varias máquinas y esto se logra a través del hipervisor (Merdassi, I., Ghazel, C., & Saidane, L., 2020).

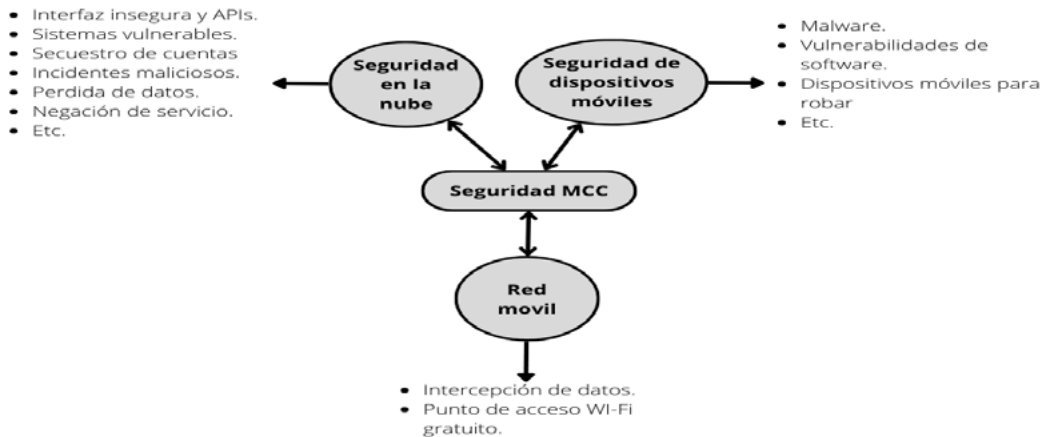
Pero los desafíos para la máquina virtual utilizada en la computación en la nube son el acceso no autorizado a la máquina principal a través de la máquina virtual, el ataque raíz, el ataque de VM a VM, la comunicación en la virtualización y la confidencialidad de los datos mientras se procesan a través del hipervisor.

---

## 6. Denegación del Servicio (DoS)

Los ataques DoS están diseñados para evitar que los usuarios de un servicio puedan acceder a sus datos o aplicaciones. Al obligar al servicio en la nube objetivo a consumir cantidades excesivas de recursos finitos del sistema, como la potencia del procesador, la memoria, el espacio en disco o el ancho de banda de la red, los atacantes pueden provocar una ralentización del sistema y dejar a todos los usuarios legítimos del servicio sin acceso a los servicios.

Figura 3. Problemas de seguridad en MCC.



Fuente: Batouche, M. C., Fellah, H. & Mezioud, C. (2020).

Los resultados que se muestran en el presente artículo, responden a nuestra pregunta de investigación, mencionando y describiendo cuales son los principales riesgos de seguridad de la computación en la nube sin embargo existen muchos desafíos relacionados con la seguridad y privacidad que aún están en investigación y a esperas de su resolución. Por último, la intención del artículo solo es informar de los principales riesgos que se han logrado encontrar en demás artículos, pero no, brindar una solución ante cada uno de estos, por eso se recomienda a los lectores que tomen como referencia este artículo para que aborden más en el tema y puedan formular soluciones ante estos riesgos.

## CONCLUSIONES

En este artículo se presenta una descripción de los riesgos de seguridad que afronta la MCC los cuales son divididos en tres aspectos: dispositivo móvil, computación en la nube y red móvil; se describieron cada uno de estos riesgos, de manera clara y precisa.

En el desarrollo de este artículo se describió que la MCC cuenta con múltiples riesgos y vulnerabilidades de seguridad a causa de la abundante información que viaja por la red y los atacantes quieren apoderarse. Finalmente podemos observar en la tabla 2 un resumen de los riesgos de la MCC. Esperamos que

este documento sirva para que otros lectores puedan comparar, analizar y dirigir futuras investigaciones además que sea beneficioso para dar una pista sobre el camino a seguir y permitir una integración masiva de la computación móvil y la computación en la nube.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Elameer, A. S. & Muhseen, S. Abdul. S. (2018, November 1). A Review in Security Issues and Challenges on Mobile Cloud Computing (MCC). IEEE Xplore. <https://doi.org/10.1109/AiCIS.2018.00035>
- Abid, R., Crichigno, J., Ikram, A. A., Rehman Javed, A., Rizwan, M., & Srivastava, G. (2021). Mobile Cloud Computing Framework for Securing Data. 2021 44th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP). <https://doi.org/10.1109/tsp52935.2021.9522673>
- Page M, etc. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. doi: 10.1136/bmj.n71
- Manterola C. (2013). Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas. doi: 10.1016/j.ciresp.2011.07.009
- Jangra, S. & Vishal, Kaur, B. (2019). Assessment of different security issues, threats with their detection and prevention security models in mobile cloud computing (MCC) doi:10.1007/978-981-13-3143-5\_27
- Elameer, A. S. & Muhseen, S. A. S. (2019). A review in security issues and challenges on mobile cloud computing (MCC). Paper presented at the Proceedings - 2018 1st Annual International Conference on Information and Sciences, AiCIS 2018, 133-139. doi:10.1109/AiCIS.2018.00035
- Elzein, I. A., & Kurdi, M. (2019). Analyzing the challenges of security threats and personal information in mobile cloud computing infrastructure. Paper presented at the Proceeding of 2019 International Conference on Digitization: Landscaping Artificial Intelligence, ICD 2019, 202-206. doi:10.1109/ICD47981.2019.9105711
- Awadh, W. A. & Hashim, A. S. (2018). Investigation of security and privacy methods for public mobile cloud computing. Journal of Engineering and Applied Sciences, 13(12), 4396-4402. doi:10.3923/jeasci.2018.4396.4402
- Liu, Z., Suo, H., Wan, J., & Zhou, K. (2013). Security and privacy in mobile cloud computing. Paper presented at the 2013 9th International Wireless Communications and Mobile Computing Conference, IWCMC 2013, 655-659. doi:10.1109/IWCMC.2013.6583635
- Ogwara, N. O., Petrova, K., & Yang, M. L. B. (2019). Data Security Frameworks for Mobile Cloud Computing: A Comprehensive Review of the Literature. 2019 29th International Telecommunication Networks and Applications Conference (ITNAC). <https://doi.org/10.1109/itnac46935.2019.9078007>
- Dandige, V., Karemore, G., Lokhande, H., Neware, R. & Ulabhaje, K. (2020). Survey on security issues in mobile cloud computing and preventive measures doi:10.1007/978-981-13-9680-9\_6
- Batouche, M. C., Fellah, H. & Mezioud, C. (2020). Mobile cloud computing:

- Architecture, advantages and security issues. Paper presented at the ACM International Conference Proceeding Series, doi:10.1145/3386723.3387880
- Ejaz, H. & Qayyum, R. (2020). Data security in mobile cloud computing: A state of the art review. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 12(2), 30-35. doi:10.5815/ijmeecs.2020.02.04
- Ghazel, C., Merdassi, I. & Saidane, L. (2020). Surveying and analyzing security issues in mobile cloud computing. Paper presented at the 2020 9th IFIP International Conference on Performance Evaluation and Modeling in Wireless Networks, PEMWN 2020, doi:10.23919/PEMWN50727.2020.9293077
- Hanamantraya, & Subhajini, A. C. (2020). Security of data in mobile cloud computing and its significance. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(2), 289-294.
- Jena, S. R., Patel, S., Saibaba, C. H. M. H & Yadav, A. K. (2021). Analysis on mobile cloud security and comparison of existing models. *Indian Journal of Computer Science and Engineering*, 12(3), 580-590. doi:10.21817/indjcse/2021/v12i3/211203065



## Determinar el Índice de sostenibilidad del sistema de agua potable en la comunidad Paso Ancho. Estelí, Nicaragua

### To determine the sustainability index of the drinking water system in the Paso Ancho community. Esteli, Nicaragua

**Mauricio José Moraga Marín**

Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí, UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Nicaragua  
[mauriciojosemoraga2@gmail.com](mailto:mauriciojosemoraga2@gmail.com)

**Richard József Benavidez Markó**

Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí, UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Nicaragua  
[richardbenavidez69@gmail.com](mailto:richardbenavidez69@gmail.com)

**Yader Alexander Camas Moreno**

Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí, UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Nicaragua  
[alexandercamas07@gmail.com](mailto:alexandercamas07@gmail.com)

**Edwin Antonio Reyes Aguilera**

Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí, UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Nicaragua  
<https://orcid.org/0000-0002-0996-1567>  
[edwinra11@gmail.com](mailto:edwinra11@gmail.com)

**Recibido**

02/12/2022

**Aceptado**

21/03/2023

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito, determinar la sostenibilidad del sistema de agua potable en la comunidad Paso Ancho del municipio de Estelí. El método que se utilizó es observacional, según su enfoque filosófico es cuantitativo, de corte transversal y de acuerdo a su nivel es descriptivo. Se utilizó la metodología PROPILAS (Proyecto Piloto de Agua y Saneamiento), la cual tiene como propósito validar y sistematizar propuestas bajo concepto de sostenibilidad, evaluando los factores de gestión para la operación y mantenimiento de sistemas de agua potable rurales, a fin de determinar la sostenibilidad de los sistemas. Se obtuvo como resultado del factor estado del sistema una puntuación de 3.2, este se encuentra en el rango de 2.51-3.50 por lo que se les considera en estado regular o medianamente sostenible. La evaluación de la gestión administrativa se determinó una puntuación de 2.23 se encuentra en el rango de 1.51-2.50 esto quiere decir que se encuentra en estado malo y no es sostenible (grave proceso de deterioro). La administración no cuenta con un cronograma de reuniones, no tiene archivos ni expedientes de las modificaciones del sistema, no realizan capacitaciones del manejo del sistema. El puntaje obtenido en el factor de operación y mantenimiento en el sistema fue de 1.83, lo que indica que se localiza en el rango 1.51-2.50 esto quiere decir que se encuentra en estado malo y no es sostenible (grave proceso de deterioro). Se concluye que el índice de sostenibilidad de todo el sistema de agua potable de acuerdo a los factores de sostenibilidad se califica como un sistema medianamente sostenible o en estado regular. El agua que consumen en esta comunidad desde el punto de vista físico-químico es de buena calidad por lo tanto es apta para su consumo humano.

## PALABRAS CLAVE

Sistema de agua;  
sostenibilidad; gestión.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the sustainability of the drinking water system in the Paso Ancho community in the municipality of Estelí. The method used is observational, according to its philosophical approach it is quantitative, cross-sectional and descriptive. The methodology used was PROPILAS (Water and Sanitation Pilot Project), whose purpose is to validate and systematize proposals under the concept of sustainability, evaluating the management factors for the operation and maintenance of rural drinking water systems, in order to determine the sustainability of the systems. A score of 3.2 was obtained for the system status factor, which is in the range of 2.51-3.50 and is therefore considered to be in a regular or moderately sustainable state. The evaluation of administrative management yielded a score of 2.23, which is in the range of 1.51-2.50, meaning that it is in poor condition and is not sustainable (serious deterioration process). The administration does not have a schedule of meetings, does not have files or records of system modifications, and does not provide training on how to use the system. The score obtained for the system's operation and maintenance factor was 1.83, which indicates that it is located in the range 1.51-2.50, meaning that it is in a bad state and is not sustainable (serious deterioration process). It is concluded that the sustainability index of the entire drinking water system, according to the sustainability factors, is qualified as a moderately sustainable system or in a regular state. The water consumed in this community from the physical-chemical point of view is of good quality and therefore suitable for human consumption.

## KEYWORDS

Water system; sustainability; management.

## INTRODUCCIÓN

223

La presente investigación se realizó con el propósito de conocer y dar a conocer el estado actual del sistema de agua potable en la comunidad Paso Ancho del municipio de Estelí. El objetivo principal fue, determinar el índice de sostenibilidad del sistema de agua potable en la comunidad Paso Ancho del municipio de Estelí.

Soto (2014), realizó un estudio “La sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el Centro Poblado Nuevo Perú, Distrito la Encañada, Cajamarca, 2014”, usó la metodología SIRAS para evaluar la sostenibilidad de cada elemento que interviene en el sistema de agua potable de dicha localidad. Encuestó en campo con el compendio SIRAS 2010, formatos de evaluación del sistema físico, operación, mantenimiento y gestión del sistema. Concluyó que el sistema se encuentra en mal estado, con grave proceso de deterioro, pues tiene un índice de sostenibilidad del 2.35 según el compendio SIRAS 2010 y se requiere de una mejora inmediata por parte de la entidad a cargo del manejo del agua, con la finalidad de brindar cantidad, calidad y continuidad, y así satisfacer la demanda poblacional.

Delgado, Chavarría y Falcón (2019), en su investigación analizaron la problemática del sistema de agua potable en la ciudad de Chongoyape con la finalidad de proponer soluciones integrales encaminadas hacia el bienestar comunal. Se realizó el control de calidad del agua mediante el análisis físico-químico y bacteriológico en seis muestras tomadas en esa localidad, una muestra en el embalse La Cascada como canal alimentador, dos muestras en cada planta de tratamiento, dos muestras en cada reservorio de almacenamiento y una muestra intradomiciliaria. Se evaluó el sistema utilizando la metodología SIRAS 2010 según los formatos establecidos en el compendio, y se examinaron tres factores: el estado del sistema, la gestión del servicio y la operación-mantenimiento del sistema actual. La ejecución y evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable garantiza que la demanda poblacional estimada consuma agua segura en calidad, cantidad y oportunidad.

Castillo (2013), en su tesis, “Evaluación físico-química y bacteriológica del agua en el sistema de abastecimiento del casco urbano del Municipio de La Concordia durante cinco semanas de abril y junio del año 2013” con el objetivo: Evaluar la calidad Organoléptica, bacteriológica y Físicoquímica del agua en el sistema de abastecimiento del casco urbano del municipio de La Concordia durante cinco semanas en los meses de abril y junio del 2013, tomando como referencia las normas CAPRE. Concluyó que el sistema presenta serias deficiencias de administración, operación y mantenimiento que deterioran la calidad del agua, encontrándose además una alta vulnerabilidad del sistema ante la contaminación microbiana. Este trabajo contribuye a la presente información aportando datos teóricos en cuanto a los parámetros de calidad de agua para consumo humano.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud OMS (2007), aproximadamente 1,1 mil millones de personas en todo el mundo no tienen acceso a fuentes de agua mejorada. Asimismo, 2,4 mil millones no tienen acceso a ningún tipo de instalación mejorada de saneamiento. Los principales problemas que causan esta situación incluyen, la falta de prioridad que se le da al sector, la escasez de recursos económicos, la carencia de sostenibilidad de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento.

Duran Juárez y Torres Rodríguez (2006), manifiestan que la disponibilidad del agua es un problema actual y complejo en el que interviene una serie de factores que van más allá del incremento poblacional que demanda cada vez más este recurso para uso del consumo humano, así como para llevar a cabo actividades económicas.

En la comunidad de Paso Ancho de la zona rural de Estelí habitan 288 personas, el sistema de abastecimiento de agua existente brinda el servicio a 35 familias de 48 existentes en la comunidad lo que indica que el 23% de las familias no cuentan con el servicio de agua, además el periodo de bombeo es de 1 a 1 ½ hora diario lo que, no se considera suficiente, las personas que no cuentan con acceso al agua deben acarrearla de las viviendas a las que se abastecen, algunas viviendas cuentan con conexión al sistema pero el líquido no llega a sus hogares, el no contar con este vital líquido contribuye de forma negativa a las enfermedades en la comunidad.

Esto no garantiza un funcionamiento continuo y confiable de los equipos del sistema de abastecimiento de agua potable. El inadecuado sistema de abastecimiento de agua potable que existe en la localidad trae consigo el desabastecimiento de agua a la población, contaminación, limitado desarrollo de actividades productivas y suspensiones periódicas del sistema, evidenciando la falta de buena planificación en la gestión, administración, operación y mantenimiento brindada a la infraestructura del sistema.

En la comunidad no cuentan con un personal encargado del mantenimiento eléctrico, siendo propenso a que cada vez que ocurre una avería en el sistema se vean en la tarea de buscar un especialista y esperar a que este esté disponible para poder poner el sistema en funcionamiento nuevamente, lo mismo pasa con averías grandes en la red de distribución del sistema debido a que la persona encargada no está aun altamente capacitado en fontanería, esto además repercute en que el sistema siempre esté expuesto al mal uso, por lo tanto existen fugas en diversos puntos, así como en las llaves que abastecen de agua potable a la población.

A partir de la caracterización y delimitación del problema antes expuesto, se plantea la pregunta principal del presente estudio: ¿Cuál es la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Paso Ancho del municipio de Estelí?



La razón de esta investigación es de gran relevancia para los habitantes de la comunidad porque facilitará las recomendaciones de mejoras del sistema de abastecimiento de agua potable y su accesibilidad previniendo sobreesfuerzo para un mayor desarrollo social en el ámbito domiciliario y la mejora de la calidad de vida de la población, brindando un importante aporte, específicamente en la salud y bienestar de la familia.

La presente investigación es muy importante debido a que aporta con propuesta a una solución técnica y de ingeniería para la problemática social y de accesibilidad al servicio de calidad de agua potable que se identifica.

Esta información servirá para tomar decisiones para su mejoramiento en los aspectos: infraestructura, gestión, operación y mantenimiento; asimismo, contribuirá para que la comunidad, municipalidad y organismos encargados de administrar este servicio asuman nuevas políticas que direccionen hacia su sostenibilidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Según el enfoque filosófico de la investigación es cuantitativo. De acuerdo al método de investigación es observacional. Según el nivel de profundidad del conocimiento es descriptivo. Según al tiempo de ocurrencia de los hechos y el registro de la información, el estudio es prospectivo y por el periodo y secuencia del estudio es transversal.

El área donde se llevó a cabo la investigación fue en la comunidad Paso Ancho del municipio de Estelí, Nicaragua. Se ubica geográficamente con latitud 13.062350033306037 norte y longitud 86.36578668224544 oeste, a una altitud de 872.00m/2860.89ft a una distancia de 2 kilómetros desde la ciudad de Estelí.

La unidad de análisis de este estudio fue el sistema de bombeo de agua potable de la comunidad, inicialmente se utilizó una encuesta para recopilar información sobre la problemática que existía en la comunidad respecto al agua potable, esto permitió conocer a detalle el problema existente.

El Proyecto PROPILAS (Proyecto Piloto De Agua Y Saneamiento) inició sus actividades el año 1999, contando con el financiamiento de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación –COSUDE-, el acompañamiento del Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial –PAS/BM- y la asesoría técnica de CARE Perú a través del equipo PROPILAS. Desde entonces, su intervención en temas de agua y saneamiento rural se ha desarrollado sucesivamente en los niveles comunal, distrital y regional. La experiencia desarrollada y sistematizada le ha permitido validar propuestas de gestión bajo conceptos de sostenibilidad, eficacia y transparencia, e incidir en políticas y programas sectoriales de nivel

nacional, además PROPILAS desde el año 2002 viene usando una metodología para la elaboración de diagnósticos en agua y saneamiento en diversos lugares del país, principalmente en la región de Cajamarca (Gonzales, 2021).

Esta metodología consta de formatos de calificación que contienen preguntas sobre los tres aspectos citados (Tabla 1). Cada una de las preguntas en su gran mayoría tienen carácter cualitativo, tienen alternativas de respuestas, y a cada una de las alternativas (para la evaluación de sostenibilidad) se le asigna un valor numérico con los que se hace el cálculo de promedios según el porcentaje de incidencia asignado, estos porcentajes de incidencia se han brindado de acuerdo a la importancia del componente evaluado de cada una de las variables que involucran el estado del sistema, la gestión de los servicios y la operación y mantenimiento.

En este estudio se utilizó como base esta metodología considerando tres factores que determinaron el índice de sostenibilidad. El estado del sistema corresponde a un 50 %, la gestión de los servicios corresponde un 25 % y la operación-mantenimiento en un 25 %.

Tabla 1 Criterios de evaluación según Método PROPILAS

Factor	Criterios	Peso
Estado del sistema	Cobertura	50%
	Cantidad	
	Calidad	
	Estado de infraestructura	
Gestión de servicios	Gestión Comunal	25%
	Gestión CAPS	
Operación y Mantenimiento	Operación y mantenimiento	25%
<b>Índice de sostenibilidad = <math>\frac{(Es \times 2)}{4} + G + O y M</math></b>		

Fuente: (Gonzales, 2021)

Tabla 2 Calificación de índice de sostenibilidad, según PROPILAS

Estado	Cualificación	Puntaje
Bueno	Sostenible	3.51 - 4
Regular	Medianamente sostenible	2.51 - 3.50
Malo	No sostenible	1.51 - 2.50
Muy malo	Colapsado	1 - 1.50

Fuente: (Gonzales, 2021)

El método sugiere utilizar una guía de observación que permitió obtener información sobre el estado actual de cada uno de los componentes del sistema de agua potable. Se realizó a través de la observación directa y manipulando

los diferentes accesorios que forman parte de la infraestructura del sistema, realizando el recorrido de todo el sistema acompañado por un representante del CAPS. El estado de sistema eléctrico de control de equipo de bombeo, estado físico de la captación, estado actual de pila de almacenamiento, entre otras se realizó mediante observación directa.

Los indicadores para evaluar el factor estado del sistema son los siguientes.

Ubicación de los sistemas: Con quince preguntas sobre aspectos generales del sistema

- a) Cobertura del servicio: Con una pregunta
- b) Cantidad de agua: Con cuatro preguntas
- c) Continuidad del servicio: Con dos preguntas
- d) Calidad del agua: Con cinco preguntas
- e) Estado de la infraestructura: Con treinta y tres preguntas

La información sobre los factores de operación, mantenimiento y la gestión administrativa se obtuvo a través de una encuesta, observación directa y diálogo con los miembros del Comité de Agua Potable y Saneamiento de la comunidad (CAPS).

#### *El factor gestión de los servicios*

La información se obtuvo mediante la encuesta y el diálogo con los dirigentes, aquí se consideró aspectos como: que instrumentos de gestión utilizan, quien tiene el expediente técnico, organización, financiamiento, gestión de cobranza, manejo contable, gestión administrativa, participación comunitaria, fiscalización, entre otros. Cada aspecto está dividido en subdivisiones que evaluadas en conjunto permiten tener una visión general del proceso. La encuesta considera dieciséis preguntas

#### *El factor operación y mantenimiento*

Para evaluar la operación y mantenimiento del sistema se han considerado ocho aspectos: la existencia de un plan de mantenimiento, participación de los usuarios en el plan de mantenimiento, desinfección y limpieza del sistema, cuidado de la fuente de agua, cloración del agua, técnico operador, herramientas necesarias para la operación y mantenimiento.

La valoración de la calidad del agua de la comunidad se realizó de la siguiente manera:

1. La toma de muestra se realizó por medio del equipo de bombeo que succionó el agua y la depositó automáticamente en los envases de plásticos. Se extrajo la muestra de agua sólo después que el pozo fue bombeado quince minutos para asegurar que la muestra represente la calidad de la fuente de agua subterránea.

2. Las muestras de agua fueron transportadas en condiciones de refrigeración, en termos que conservaron baja temperatura para lo cual se colocó hielo. En el laboratorio LAQUISA la muestra fue conservada a temperatura de refrigeración hasta el inicio del examen. El tiempo de entrega de las muestras al laboratorio no excedió las veinticuatro horas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Factor estado del sistema

En relación a la cobertura del servicio, se evaluó en base al volumen de agua demandado en la comunidad de acuerdo al número de personas de la comunidad que necesitan el vital líquido. En la comunidad viven 288 personas, utilizando 50Lt/p/d se obtiene que estos demandan 14400 litros al día o lo que es equivalente a  $14.4\text{m}^3$

La cantidad de agua se evaluó, mediante el volumen ofertado y volumen demandado, los sistemas de agua potable presentan mucho mayor la oferta que la demanda eso quiere decir que toda la población es atendida por dicho elemento.

Se obtuvo un promedio de 20 litros cada 7 segundos, por lo tanto, la cantidad de agua ofertada es de 171.4 lit/min, lo que corresponde a 10285 ltr/hora, de acuerdo a la persona que opera el sistema manifestó que enciende la bomba dos horas por la mañana y dos horas por la tarde, esto nos da un total de volumen ofertado de 41140, con lo cual supera el volumen demandado que es de 14400 lit/d.

Los usuarios manifestaron que reciben un suministro de dotación de agua diario de 1 a 2 horas, almacenan el agua en pilas de concretos, baldes, panas plásticas, siendo utilizada para el consumo, higiene y aseo del hogar. Cada beneficiario aporta una cuota que depende de la factura eléctrica del consumo de la bomba eléctrica, en caso de presentarse una falla en el sistema de bombeo realizan recolecta del dinero.

La continuidad del servicio de agua potable del Paso Ancho se determinó de acuerdo a la continuidad o permanencia del agua en la fuente, y la permanencia en los últimos doce meses, la evaluación muestra que el sistema el agua es permanente todo el año y además en los últimos doce meses también ha sido permanente por lo cual la puntuación es de 4.00 considerándose sostenible.

De acuerdo a la calidad del agua del sistema de la comunidad, se determinó que no se clora el agua, por lo tanto, se desconoce el nivel de cloro residual en agua, no hay conocimiento de parte de los pobladores de haberse realizado análisis bacteriológico durante el último año por parte de la institución que debería



supervisar la calidad del agua, en este caso ENACAL. El agua que consumen es clara, no se observaron elementos extraños. La puntuación obtenida es de 2.2 lo que corresponde a un grave proceso en deterioro.

En el área donde está ubicado el pozo existió un cerco perímetro, pero este fue destruido, por lo tanto, la fuente no cuenta con cerco perimétrico, no existe cámara rompe presión por lo cual las viviendas que se encuentran en la zona baja sufren de rupturas en sus tuberías, la línea de conducción está cubierta con tierra, no existe un clorinador para el tratamiento del agua.

La pila de almacenamiento está hecha de ladrillos y concreto repellado, tiene una altura de 4 m, un ancho de 3 m y una longitud de 5 m con una capacidad de almacenamiento de 5620 lt equivalente a  $5.62\text{m}^3$ . Esta pila se encuentra en grave proceso de deterioro, presenta fugas de agua, no cuenta con tapa sanitaria, el agua almacenada esta con polvo y hojas, se observó unas láminas de zinc deterioradas y oxidadas que cubren la pila, las válvulas de suministro y descarga se encuentran en buen estado.

Además de la pila de almacenamiento existe un tanque de almacenamiento de plástico de la marca Rotoplas, este se encuentra sobre una estructura metálica con base de concreto a una altura de 5 m con una capacidad de 2500lt que equivale a  $2.5\text{m}^3$ . El tanque se encuentra en buen estado, pero no está en funcionamiento, actualmente se requiere conectar el tanque con la pila para almacenar lo suficiente para abastecer la comunidad.

La actual red de distribución fue construida sin ningún diseño hidráulico, es decir que únicamente se colocaron diámetros de tubería con la idea de que una línea de tubería de diámetro mayor alimentara a ramales de tubería de diámetro menor. Las tuberías para las casas se encuentran de forma subterránea y en algunas casas están expuestas y no presentan desgaste, el material de la tubería es de PVC con un diámetro de  $\frac{1}{2}$  pulgada. Existe un puesto público que está inhabilitado.

La evaluación del estado actual del sistema de agua potable se determinó de acuerdo a la tabla N° 2 y viene hacer el promedio del puntaje de los cinco factores determinados anteriores, se obtuvo una puntuación de 3.2. La evaluación muestra que está en el rango de 2.51-3.50 por lo que se les considera en estado regular o medianamente sostenible debido a deficiencias en la calidad y mayormente deficiencias en algunos componentes de la infraestructura.

### **Factor gestión administrativa**

La evaluación de la gestión administrativa se determinó a partir de información como: responsable de la administración del servicio de agua, persona que lleva el expediente técnico del sistema, instrumentos de administración, número de usuarios del sistema, monto de la cuota por vivienda, detalle de morosidad, número de veces se reúne la directiva del CAPS con los usuarios del sistema, etc.

Según resultados obtenidos, la evaluación de la gestión administrativa se determinó de acuerdo a los 13 criterios, una puntuación de 2.23. La administración no cuenta con un cronograma de reuniones, no tiene archivos ni expedientes de las modificaciones del sistema, no realizan capacitaciones del manejo del sistema. No se gestionan exámenes para conocer el estado del agua. La gestión se encuentra en el rango de 1.51-2.50 esto quiere decir que se encuentra en estado malo y no es sostenible (grave proceso de deterioro).

### **Factor Operación y Mantenimiento**

La evaluación de la operación y mantenimiento se determinó, de acuerdo al método PROPILAS, aquí se evaluó: la existencia de plan de mantenimiento, participación de los usuarios en reparaciones o mantenimiento del sistema, cada cuanto tiempo cloran el agua, limpieza a la pila de almacenamiento, si existe persona encargada de mantenimiento y si es remunerado.

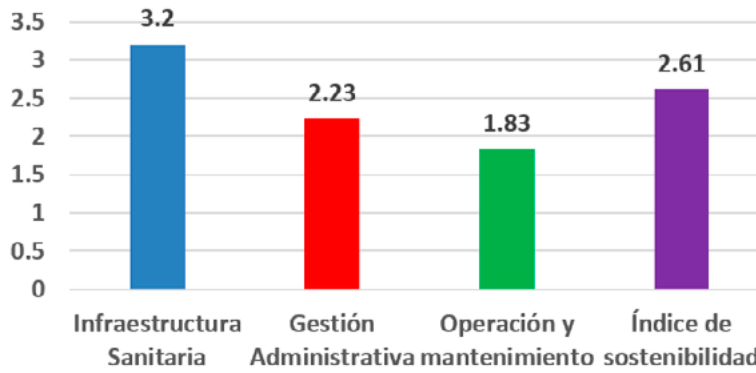
El CAPS no cuenta con un plan de mantenimiento, solo cuenta con una persona para el manejo del sistema, no existe recurso humano para las reparaciones que el sistema demande, por lo cual deben contratar a una persona para que realicen las reparaciones. Por lo tanto, no se ejecutan actividades de mantenimiento en las instalaciones o equipos, antes que se produzcan daños, no se programa en función del tiempo, ya que con anticipación se conocerán los recursos, que se puedan necesitar, previniéndose todas las acciones a ejecutar.

De igual manera las fallas de la instalación y equipos no se solucionan de forma inmediata y oportuna. En ocasiones se requiere de mano de obra calificada o no calificada y por el hecho que este tipo de mantenimiento no puede programarse, se debe estar preparado con facilidades, herramientas y transporte adecuados para realizarlas.

El puntaje obtenido de operación y mantenimiento en el sistema fue de 1.83, lo que indica que se localiza en el rango 1.51-2.50 esto quiere decir que se encuentra en estado malo y no es sostenible (grave proceso de deterioro).

A partir de los resultados anteriores se determinó el índice de sostenibilidad de todo el sistema de agua potable de acuerdo a los factores de sostenibilidad.

Figura 1 *Índices de Sostenibilidad por factores de la comunidad Paso Ancho*



Nota: El gráfico representa las puntuaciones obtenidas en cada factor, así como la puntuación del índice de sostenibilidad del sistema de agua potable de la comunidad Paso Ancho.

El Sistema de Agua Potable de la comunidad Paso Ancho, de acuerdo al puntaje obtenido en cada evaluación de los factores se obtiene un resultado global de 2.61 (Figura 1), ubicado en el rango 2.51- 3.50 calificándose como un sistema medianamente sostenibles o en estado regular (Tabla 2), esto es debido a que presenta deficiencias en el estado del sistema proceso de deterioro en la infraestructura, ocasionando fallas en el servicio en cuanto a la continuidad, cantidad o calidad, deficiente gestión que ha permitido una disminución en la cobertura y deficiencias en el manejo económico, tales como morosidad o no pago por el servicio, la operación y mantenimiento no son los adecuados existiendo fallas en el servicio.

### **Propiedades físico-químicas y bacteriológicas del agua**

Se analizó un total de 16 variables, de las cuales, 14 corresponden a físicas – químicas, 2 a microbiológicas. Los resultados se compararon tanto con la norma CAPRE de consumo humano, como con la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON) 05 007-98, tipo 1A (Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub - producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él, y que requiere únicamente la adicción de desinfectantes).

De acuerdo a los resultados obtenidos todos los parámetros evaluados al compararse con las normas CAPRE y NTON 05 007-98, no superan los valores establecidos por dichas normas, por lo que se puede afirmar que el agua es apta para consumo humano, desde el punto de vista físico- químico. Desde el punto de vista de calidad de agua estimada a partir de la dureza total se clasifica como aguas de buena calidad en relación con los valores contenidos (Neira, 2006).

Los parámetros microbiológicos están formados por: Coliformes totales y coliformes fecales, los resultados del examen indican que el agua del pozo de Paso Ancho presenta 8 NMP/100 ml coliformes totales. Así mismo se encontró presencia de 2 NMP/100 ml de coliformes fecales. Con los resultados

mencionados anteriormente, las aguas desde el punto de vista biológico, según las normas CAPRE, sobrepasan el máximo admisible permitido para consumo humano. Dejando en evidencia que deben recibir algún tipo de tratamiento que sobrelleve a su potabilización plena y confiable.

### **Propuesta de mejoras del sistema de bombeo de agua potable de la comunidad Paso Ancho**

Después de haberse realizado la observación del estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable y las características de gestión organizativa, administrativa, de operación y mantenimiento que esta muestra, se proponen mejoras para el sistema de abastecimiento de agua de la comunidad Paso Ancho.

### **Pila de almacenamiento**

Dado que el caudal de la captación no es siempre constante y que el caudal demandado por la comunidad tampoco lo es, es necesario almacenar agua en un tanque o pila durante los períodos en los que la demanda es menor que el suministro y utilizarla en los períodos en que la comunidad demanda gran cantidad del líquido.

*Observaciones:* La pila de almacenamiento de concreto se encuentra deteriorada, presenta fugas de agua, no cuenta con tapadera sanitaria de protección, se contabilizaron cuatro conexiones de descarga y por la altura del mismo no permite sean abastecidas algunas viviendas de la comunidad. No se tiene como una actividad continua la limpieza del tanque. Existe otro tanque de PVC de 2.5 m<sup>3</sup> el cual no se está utilizando.

### **Propuestas**

1. Aplicar mantenimiento de las paredes (pintura, repello, fino, sellamiento de fugas).
2. Inspección y mantenimiento de sus sistemas de válvulas y sistema de rebalse.
3. Instalar tapadera con la finalidad de prevenir la entrada de polvo, insectos, hojas que puedan ocasionar contaminación al agua.
4. Mantenimiento de las condiciones higiénicas es decir limpieza y desinfección del tanque de distribución y la limpieza de los sistemas de administración de cloro desinfectantes cuando este sea instalado, con el fin de prevenir la contaminación con organismos patógenos durante la conducción del agua.
5. Construir la cerca perimétrica de protección de todo el sistema.
6. Construir una pila de almacenamiento de 15m<sup>3</sup>

### **Sistemas de desinfección**

Frecuentemente se necesitará una desinfección final. En casos en los que no se dispone de otros métodos de tratamiento, se puede recurrir a la desinfección como único tratamiento contra la contaminación bacteriana del agua potable.

Existen dos clases de métodos de desinfección, los cuales son los métodos físicos y los métodos químicos.

*Observaciones:* No existe sistema de cloración, la persona encargada de la operación del sistema, manifestó clorar el agua una vez al año.

### **Propuestas**

1. Instalar un equipo clorinador que permita la desinfección constante del agua potable.
2. Realizar análisis para determinar la concentración de desinfectantes en el agua, debe ser exacto, sencillo, rápido y apropiado para hacerlo tanto en el terreno como en el laboratorio.
3. Usar sustancias químicas que han sido usadas exitosamente para la desinfección tales como: cloro, compuestos de cloro y yodo dosificados en forma adecuada; ozono y otros oxidantes como permanganato de potasio y peróxido de hidrógeno. Cada uno de éstos tiene sus ventajas y limitaciones.
4. El cloro y compuestos de cloro cuentan con una fuerte capacidad para destruir patógenos con bastante rapidez y su amplia disponibilidad lo hacen muy adecuados para la desinfección. Su costo es moderado y son, por esta razón, ampliamente usados con desinfectantes a través del mundo.

### **Sistema eléctrico**

*Observación:* La caja del panel eléctrico se encuentra expuesta a intemperie, los cables de conexión a los disyuntores se encuentran corroídos, en época de lluvia el agua penetra a la caja de mando y los disyuntores se disparan sacando de servicio el sistema de bombeo.

### **Propuesta**

1. Cambio de caja de protección de la aparamenta eléctrica y reubicarla en caseta
1. que aloje también la fuente de agua.
2. Aplicar mantenimiento a sistema de control eléctrico.
3. Instalar niveles eléctricos con la finalidad de que cuando el tanque de almacenamiento se llene, la bomba se desactive y viceversa.

## **CONCLUSIONES**

El factor estado del sistema, se considera en estado regular o medianamente sostenible debido a deficiencias en la calidad y mayormente deficiencias en algunos componentes de la infraestructura.

---

El factor gestión administrativa y el factor operación y mantenimiento se encuentra en estado malo y no es sostenible es decir se encuentra en grave proceso de deterioro.

El índice de sostenibilidad de todo el sistema de agua potable de acuerdo a los factores de sostenibilidad se califica como un sistema medianamente sostenible o en estado regular.

El agua que consumen en esta comunidad desde el punto de vista físico-químico es de buena calidad por lo tanto es apta para su consumo humano, sin embargo, debe recibir tratamiento que sobrelleve a su potabilización plena y confiable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castillo, I. (2013). *Evaluación físico-química y bacteriológica del agua en el sistema de abastecimiento del casco urbano del Municipio de La Concordia durante cinco semanas de abril y junio del año 2013*. Tesis de grado, La Concordia. Recuperado el 15 de Mayo de 2022, de <https://repositorio.unan.edu.ni/5475/1/64547.pdf>
- Delgado, C., & Falcón, J. (2019). *Evaluación del abastecimiento de agua potable para gestionar adecuadamente la demanda poblacional utilizando la metodología SIRAS 2010 en la ciudad de Chongotape, Chiclayo*. Lima. Lima: USMP. Recuperado el 13 de Junio de 2021, de <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/5195>
- Durán, J., & Torres, A. (2006). Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media. *Espiral*, *XII*(36), 129-162. Recuperado el 18 de Agosto de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/138/13803605.pdf>
- Gonzales, C. (2021). *Diagnostico y determinación del índice de sostenibilidad mediante la propuesta de mejora al método PROPILAS, del sistema de agua potable en el centro poblado Choquepata, distrito de Oropesa -Cusco*. Tesis de grado, Cusco. Recuperado el 18 de Agosto de 2022, de [https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/4764/Cesar\\_Tesis\\_bachiller\\_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/4764/Cesar_Tesis_bachiller_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Neira, M. (2006). *Dureza en aguas de consumo humano y uso industrial, Impactos y medidas de mitigación*. Tesis de grado, Santiago de Chile. Recuperado el 26 de Agosto de 2021, de [https://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/neira\\_m/sources/neira\\_m.pdf](https://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/neira_m/sources/neira_m.pdf)
- Organización Panamericana de la Salud. (2007). *¿Cómo reducir el impacto de los desastres en los sistemas de agua y saneamiento rural?* (Primera ed.). Quito, Ecuador. Recuperado el 23 de Agosto de 2021, de <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UDELAS.012459>
- Soto, A. (2014). *Sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro de Nuevo Perú, Distrito La Encañada - Cajamarca 2014*. Cajamarca: UNCFIEAPI. Recuperado el 12 de Junio de 2021, de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/677/T%20628.162%20S718%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## Calidad de aguas marino-costeras en bahías de San Juan del sur, Escameca, La Flor y El Ostional, Costas del Océano Pacífico nicaragüense

### Marine-coastal water quality in the bays of San Juan del sur, Escameca, La Flor and El Ostional, Pacific Ocean coast of Nicaragua

#### **Iris Lissette Hurtado-García**

Dirección Gestión de la Calidad Institucional. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. UNAN-Managua, Nicaragua.

<https://orcid.org/0000-0002-3758-8800>

[iris.hurtado@unan.edu.ni](mailto:iris.hurtado@unan.edu.ni)

#### **Recibido**

20/01/2023

#### **Aceptado**

27/03/2023

#### **Javier Antonio Barberena-Moncada**

Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. UNAN-Managua, Nicaragua.

<https://orcid.org/0000-0001-9119-4485>

[javier.barberena@cira.unan.edu.ni](mailto:javier.barberena@cira.unan.edu.ni)

## RESUMEN

Las aguas costeras son hábitat de especies marinas y prestan servicios ambientales al ser humano para distintas actividades económicas. El monitorear variables fisicoquímicas, nutrientes en las costas de El Ostional, San Juan del Sur, Escameca y La Flor es de vital importancia debido que es ruta de tránsito de especies marinas y comprender los distintos factores que modifican la composición de las aguas oceánicas en el Pacífico sur de Nicaragua, así también son atractivas para baño y recreación de la población. El objetivo principal de la investigación es determinar la calidad de las aguas marino-costeras mediante las composición fisicoquímica, nutrientes e Indicador de Calidad de Agua Marina (ICAM). Se realizaron dos muestreos en cada sitio, uno en periodo lluvioso 2018 y otro en periodo seco 2019, se tomaron muestras integrales de 20 m de profundidad, variables fisicoquímicas fueron realizadas in situ y muestras para análisis en laboratorios de nutrientes, microbiológicos. Los resultados indican que el comportamiento fisicoquímico fluctúa según el periodo de monitoreo y la profundidad de medición, las variables fisicoquímicas y nutrientes dependen en primer lugar de la estación lluviosa que aporta nutrientes ya sea por fijación atmosférica o por aporte de escorrentía. Otro factor que influye en la composición química y nutrientes en época seca es las condiciones de altos vientos que producen una surgencia de aguas ricas en nutrientes. No se encontró evidencia de contaminación por bacterias de origen fecal. El índice de calidad de agua ICAM sitúa a las bahías en los rangos de óptimo y adecuado, variación que depende de la época en que se monitorea.

## PALABRAS CLAVE

Aguas marino-costeras; calidad de agua; composición fisicoquímica; nutrientes.

## ABSTRACT

Coastal waters are habitat for marine species and provide environmental services to humans for different economic activities. Monitoring physicochemical variables, nutrients in the coasts of El Ostional, San Juan del Sur, Escameca and La Flor is of vital importance because it is a transit route for marine species and to understand the different factors that modify the composition of oceanic waters in the southern Pacific of Nicaragua, as well as being attractive for bathing and recreation of the population. The main objective of the research is to determine the quality of the marine-coastal waters through physicochemical composition, nutrients and Marine Water Quality Indicator (MWQI). Two samplings were conducted at each site, one in rainy period 2018 and another in dry period 2019, integral samples were taken from 20 m depth, physicochemical variables were performed on site and samples for laboratory analysis of nutrients, microbiological. The results indicate that the physicochemical behavior fluctuates according to the monitoring period and the depth of measurement, the physicochemical variables and nutrients depend primarily on the rainy season that provides nutrients either by atmospheric fixation or by runoff. Another factor that influences the chemical composition and nutrients in the dry season is the high wind conditions that produce an upwelling of nutrient-rich water. No evidence of fecal bacteria contamination was found. The ICAM water quality index places the bays in the optimal and adequate ranges, variation depending on the time of year.

## KEYWORDS

Marine-coastal waters; water quality; physicochemical composition; nutrients.



## INTRODUCCIÓN

237

La formación del Istmo Centroamericano ha funcionado por cientos de miles de años como una barrera natural que separó las poblaciones de organismos marinos a lo largo de dos costas: Pacífico y Caribe (Quesada-Alpizar, 2006). Las aguas del Océano Pacífico se caracterizan por presentar la temperatura superficial más cálida de los océanos del mundo, estas se asocian con grandes cambios en la convección atmosférica, juega un papel importante en la evolución de El Niño-Oscilación Sur (Wang & Enfield, 2001), estos cambios de temperatura fueron nombrado como Domo Térmico de Costa Rica (Cromwell, 1958), compuesta por un sistema de corrientes del límite oriental que fluyen hacia la región desde el norte (Corriente de California) y el sur (Perú o Corriente de Humboldt).

La estructura y variabilidad de las masas de agua y la circulación están determinadas por procesos solares y atmosféricos, tanto dentro como fuera de la región. (Fiedler & Lavín, 2017). Su característica principal es un levantamiento hacia la superficie de la termoclina, lo cual genera un domo de isoterma a través de la columna de agua (Brenes et al., 2008), cuya ubicación se centra a unos 300 km al oeste del Golfo de Papagayo, entre Costa Rica y Nicaragua (Fiedler, 2002).

De manera que la surgencia de la termoclina propicia la descarga de agua fría rica en nutrientes en las capas superficiales (Broenkow, 1959; Fiedler, 2002), esto propiciando altas concentraciones de zooplancton en invierno y su disminución asociada a la falta de oxígeno en verano (Fernández-Álamo & Färber-Lorda, 2006).

El presente artículo tiene como objetivo determinar la calidad de las aguas marino-costeras mediante la composición fisicoquímica, nutrientes e índice de calidad de agua en las aguas de las bahías de San Juan del Sur, Escameca, La Flor y El Ostional, todos estos sitios ubicados en el océano Pacífico sur de Nicaragua. Debido a la importancia de conocer las características del medio que forman parte de la ruta de tránsito de algunas especies como las ballenas jorobadas, la recreación de la población, productos del mar en general provenientes de esa zona del litoral pacífico sur de Nicaragua. Así también permitir ser usada de herramienta para tomar acciones que aseguren el aprovechamiento sostenible de los recursos marinos de esta parte de la plataforma oceánica del país.

## MATERIALES Y MÉTODOS

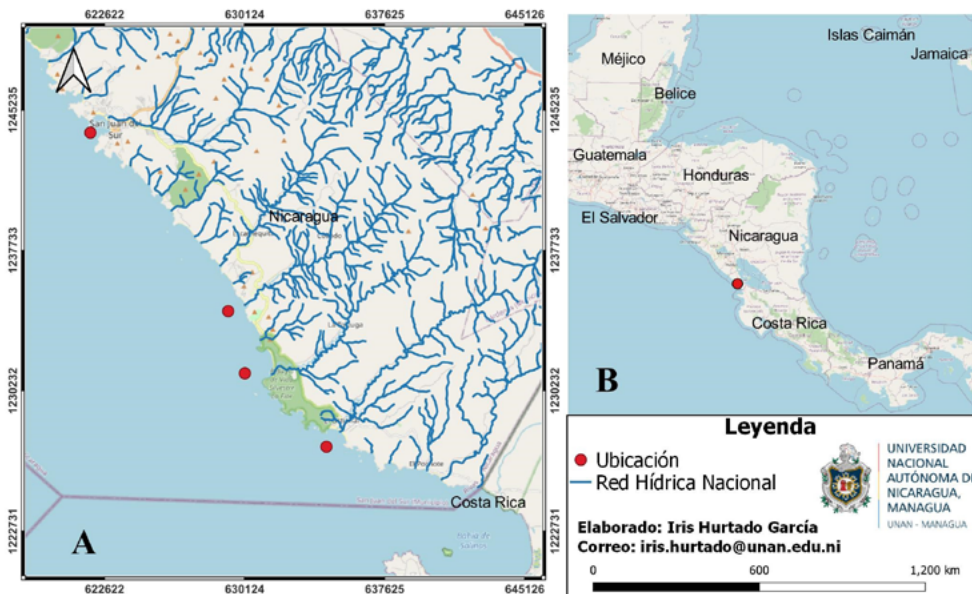
### Área de estudio

Las bahías de San Juan de Sur, Escameca, La Flor y Ostional se ubican en el pacífico sur de Nicaragua (Figura 1 B), específicamente en las costas de departamento de Rivas y forman parte de Unidad Ecológica San Juan del Sur, departamentos de Rivas y Carazo, se extiende desde el Refugio de Vida Silvestre Chacocente hasta la frontera con Costa Rica, con un área estimada de 1 200 km<sup>2</sup>. Esta zona marino-costera, se caracteriza por poseer playas semi vírgenes o poco intervenidas, con una amplia biodiversidad y 2 Refugios de vida Silvestre, que sirven para la arribada a especies en peligro de extinción como las tortugas Paslama, Tora y Carey, además, se constituye en el área de tránsito algunas especies como las ballenas jorobadas.

Se realizaron dos muestreos representativos a la estación lluviosa (noviembre 2018) y estación seca (abril 2019). Las muestras fueron tomadas en el mar a una distancia de 5 km de las costas de bahía de San Juan del Sur 621869 E y 1244033 N, profundidad total de 19 m, Escameca 629251 E y 1234495 N, profundidad total de 18 m, La Flor 630144 E y 1231172 N, profundidad total de 21 m, y El Ostional 634514 E y 1227246 N con profundidad total de 20 m, localizados en el departamento de Rivas, pacífico sur de Nicaragua (Figura 1 A).

Se realizaron mediciones in situ (Tabla 1) de perfil de la columna de agua, las profundidades de medición fueron a: cero metros, cinco metros, diez metros y quince metros, todas bajo el nivel del mar. Mediante botella Van Dorn se tomaron volúmenes en cada metro desde de 0 a 15 m de profundidad, estas se mezclaron para obtener una muestra integral, variables fisicoquímicas y nutrientes. Estas muestras fueron preservadas con hielo y otras con ácido sulfúrico según los procedimientos descritos en los protocolos para la toma de muestras y análisis de los laboratorios del Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN-Managua), esto con el objeto de garantizar la calidad de los resultados generados.

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.



Nota: A) Indica ubicación de los cuatro sitios de muestreo de agua de mar en Océano Pacífico. B) Indica ubicación de costas del pacífico sur de Nicaragua.

### Parámetros fisicoquímicos y nutrientes

Los parámetros fisicoquímicos se realizaron mediante mediciones directas en campo (ver Tabla 1) y análisis de laboratorios (Tabla 3 y 4). El análisis en el laboratorio se procedió a captar las muestras en cada sitio, se almacenaron y transportaron de acuerdo con procedimientos, protocolo y cadena de custodia establecidos por el Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua de la UNAN-Managua (CIRA/UNAN-Managua).

Las determinaciones analíticas se efectuaron en los laboratorios del CIRA/UNAN-Managua, a través de la aplicación de metodología analítica normalizadas, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22 nd Edition (APHA, 2012). La calidad de los resultados analíticos se aseguró mediante la aplicación de procedimientos establecidos por el Sistema de Gestión de la Calidad de CIRA/UNAN-Managua, apegado a la Norma ISO/IEC 17025:2015. Requisitos Generales para la Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Tabla 1. Variables medidas en cada sitio.

Parámetro	Unidad de medida	Equipo de medición
pH	Unidades de pH	pH metro
Oxígeno Disuelto	mg. L <sup>-1</sup>	Oxigenómetro
Saturación de Oxígeno	%	Oxigenómetro
Profundidad y Transparencia	m	Disco Secchi
Salinidad	‰	Salinómetro

## Índice de calidad de agua

Se calculó el Indicador de Calidad de Agua Marina y Estuarina (ICAM) del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), de Colombia (Vivas-Aguas & Navarrete-Ramírez, 2014). De forma global, utiliza (8) variables (oxígeno disuelto, pH, nitratos, ortofosfatos, sólidos suspendidos, hidrocarburos del petróleo disueltos y dispersos, demanda bioquímica de oxígeno y coliformes termo tolerantes), las cuales representan una calidad del agua en función de concentraciones de aceptación o rechazo, según los valores de referencia de normas nacionales o internacionales para la preservación de la flora y fauna.

Este indicador de calidad ha sido aplicado ampliamente en Colombia, su importancia radica en que facilita la interpretación de la calidad del ambiente marino, la evaluación del impacto de las actividades de contaminación ocasionada por las actividades de los seres humanos, así como la toma de medidas de prevención y recuperación para valorar la calidad de las aguas marinas, es decir, su capacidad de soportar la vida marina y los procesos biológicos (Vivas-Aguas & Navarrete-Ramírez, 2014).

El indicador es un número adimensional que representa la calidad del recurso hídrico marino, en forma de porcentaje (valores entre 0 y 100). Se califica de la siguiente forma:

Tabla 2. Escala de valoración del Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras (ICAM).

Escala de calidad	Color	Categorías	Descripción
Óptima	Azul	100-90	Calidad excelente del agua
Adecuada	Verde	90-70	Agua con buenas condiciones para la vida acuática
Aceptable	Amarillo	70-50	Aguas que conserva buenas condiciones y pocas restricciones de uso
Inadecuada	Naranja	50-25	Agua que presenta muchas restricciones de uso
Pésima	Rojo	20-0	Aguas con muchas restricciones que no permiten un uso adecuado

Fuente: Vivas-Aguas & Navarrete-Ramírez, 2014.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Fisicoquímica y nutrientes

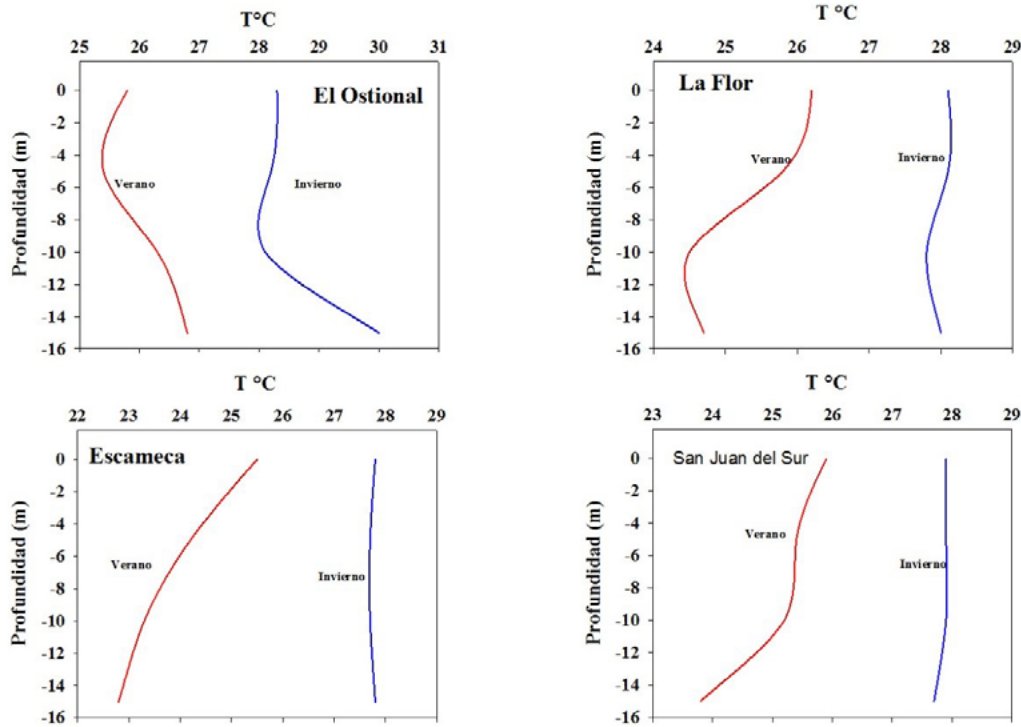
#### a) Temperaturas

Los perfiles de temperatura (Figura 2) muestran el comportamiento de esta, en las dos épocas de monitoreo. Existe diferencia en el comportamiento en los perfiles de temperatura, el sitio El Ostional tiene un comportamiento creciente en su temperatura ( $>1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) a partir de los diez metros de profundidad en ambas fechas de muestreos, mientras que el resto de los sitios presenta un comportamiento decreciente en las temperaturas, donde en la termoclina, la temperatura tiende a ser decreciente a medida que aumenta la profundidad (Lizano, 2016) resulting in high concentrations of phytoplankton, sea birds, and large pelagics, such as tunas, dolphins and whales. Few publications have looks at the station variability of the water column of the CRTD. Here, horizontal and vertical distribution of some oceanic parameters was analyzed to show the dynamics of ETP, its influence on the CRTD, climatic variations and relationships that justify their distributions. Climatological monthly mean data of Ocean Data View (ODV).

Las temperaturas en noviembre promediaron  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ , de los cuatro sitios, tanto El Ostional como La Flor presentan las mayores temperaturas con máximos  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $28.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en este periodo las aguas en Escameca y San Juan del Sur tienden a ser más frías que los primeros sitios  $27.9\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $27.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  respectivamente, importante señalar las altas temperaturas registradas son propias de la temporada lluviosa (mayo-noviembre) en la zona pacífica (Amador, Alfaro, Lizano, & Magaña, 2006).

Mientras que, en el mes de abril, época de estiaje, las temperaturas promedian los  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , aunque los cuatro sitios presentan disminución de temperaturas, siempre las aguas de El Ostional y La Flor se registran temperaturas más altas, oscilando entre  $25.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $24.7\text{ }^{\circ}\text{C}$  respectivamente. A diferencia de Escameca y San Juan del Sur que registran temperaturas de  $22.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $23.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  respectivamente. Esta disminución de temperatura ha sido asociada a los afloramientos que se da en los meses de diciembre-abril donde se han registrados descensos de hasta  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Alfaro & Cortés, 2012), este afloramiento es muy característico en la zona del Pacífico sur de Nicaragua y Pacífico norte de Costa Rica (Lizano, 2008). Ocasionado por los vientos alisios que inciden del Pacífico oriental, influenciados por la topografía de Centroamérica, es decir, al pasar por la planicie de la Costa Caribe Sur nicaragüense inciden directamente sobre el área de estudio, desplazando las masas de agua de la superficie hacia adentro del mar, por lo que emergen aguas más profundas hacia la superficie, las cuales tienden a ser más frías (Kessler, 2006).

Figura 2. Perfiles de temperatura por sitio de estudio.



Nota: Líneas azules corresponden al mes de noviembre 2018 y líneas rojas al mes de abril 2019.

## b) Transparencia

En periodo lluvioso la transparencia alcanza las mayores profundidades, estas superan los 10 m de profundidad en todos los sitios de medición. En época seca la transparencia disminuyó hasta los 4 m de profundidad en todos los sitios de estudio. Aunque la profundidad que penetra la luz está determinada por el fitoplancton, en las plataformas continentales es influenciada por las partículas terrestres y materia orgánica disuelta aportada por escorrentía superficial, aportadas por la desembocadura de ríos (He et al., 2017).

Al presentar mayor transparencia en época lluviosa y menor en época seca, indica que el aporte por escorrentía no influye en la transparencia del agua, la cual está más asociada a los afloramientos costeros, mismos que afectan al perfil térmico de los océanos por impedir el paso de la luz hacia las profundidades provocando enfriamiento en la columna de agua (Lewis, Kuring, & Yentsch, 1988). La transparencia de la columna de agua es importante para identificar las zonas óptimas para el desarrollo de la actividad fotosintética y para la vida acuática, debido a la penetración de luz, estas presentan variaciones estacionales e interanuales (He et al., 2017).

## c) Salinidad

Salinidad presentó fluctuaciones entre estaciones, con máximos de 38‰ para el período de estiaje, en el que las altas concentraciones en la salinidad se asocian

a procesos de evaporación, ya que hay una estrecha correlación entre salinidad- evaporación (Stewart, 2008), aunque hay estudios que relacionan zonas con salinidades superiores a 34 ‰ son asociadas aguas con surgencia (Broenkow, 1959). Para el periodo de invierno se registró valores mínimos de salinidad de 30‰, dichas concentraciones son típicas de las zonas costera (Brenes et al., 2008), aunque también son asociadas a escorrentía terrestres por precipitaciones costeras locales (Amador et al., 2006; Brenes et al., 2008; Broenkow, 1959),.

Hay que mencionar que la columna de agua no presenta variaciones en las concentraciones de salinidad en ambos períodos, lo que contrasta con estudios previos como el realizado por Lizano (2016) en domo térmico de Costa Rica, en el que reporta para los meses de abril, julio y octubre inversiones en el gradiente de salinidad a medida que aumenta la profundidad, siendo más pronunciada en los primeros 10 m de profundidad, el comportamiento de la salinidad en las bahías costeras del pacífico de Nicaragua sujeta a estudio, puede deberse a su proximidad a la costa y a condiciones locales que no han sido estudiados con mayor exactitud.

#### **d) pH**

Los mayores valores de pH se reportaron en el sitio El Ostional y Escameca con 8.37 unidades de pH, estos valores se reportan en el mes de noviembre. En el mes de abril tiende a bajar un poco, en el sitio El Ostional se registró el valor más bajo con 7.93 Unidades de pH, en el resto de los sitios el valor promedio fue de 8.17 unidades de pH, la disminución de pH entre noviembre y abril osciló entre 0.4 unidades (El Ostional) y 0.3 unidades (La Flor y San Juan del Sur).

También se ha reportado caída del pH en la superficie de los océanos de 8.2 a 7.8 en los últimos 300 millones de años (Caldeira & Wickett, 2005). La norma de calidad para conservar la vida acuática recomienda rango para pH (6.0 -9.0) unidades pH (CAPRE, 1994). Las aguas de las cuatro bahías estudiadas registraron pH dentro del rango de aceptación.

#### **e) Oxígeno**

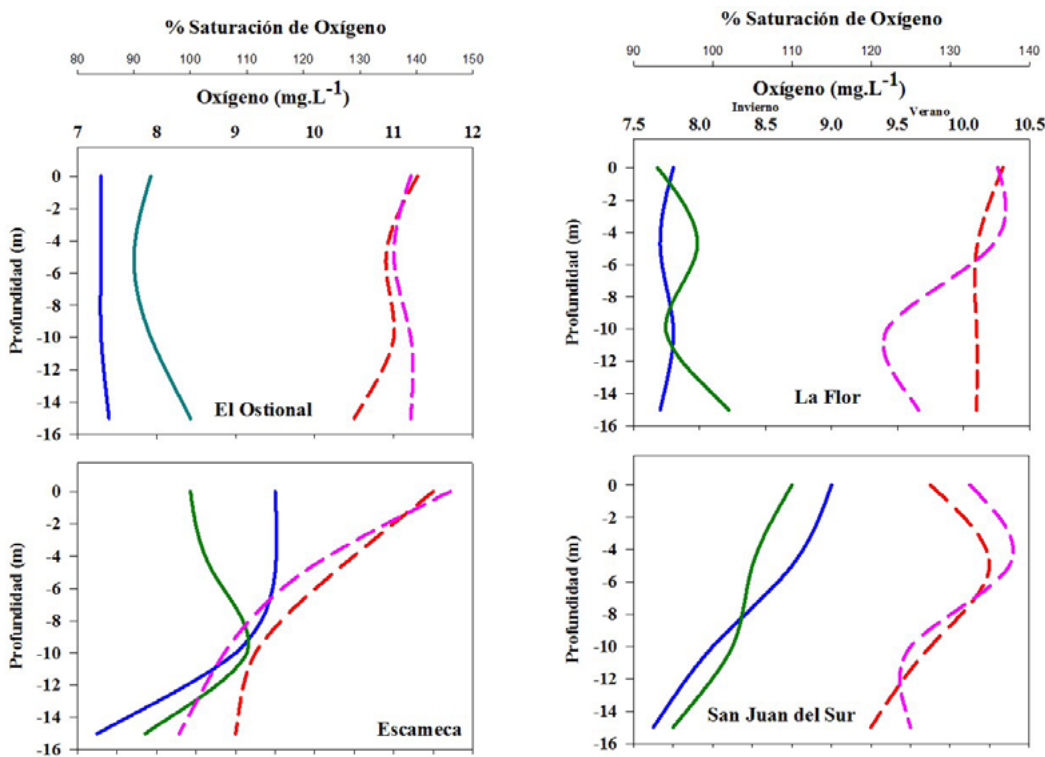
Oxígeno varió en los muestreos realizados (Figura 3), con máximos de 11.3 mg. L<sup>-1</sup> en El Ostional, seguido de 10.3 mg. L<sup>-1</sup> en La Flor en el mes de abril. Mínimos de 6.7 mg. L<sup>-1</sup> en San Juan del Sur en el mes de noviembre, para este mismo mes en los otros tres sitios presentaron en el rango entre 7.3-7.8 mg. L<sup>-1</sup>. El porcentaje de saturación de oxígeno (Figura 3), presentó máximos de 139% y mínimos de 104%, el comportamiento es igual que el oxígeno disuelto.

Al igual que la temperatura y salinidad tanto el oxígeno disuelto como el porcentaje de saturación tienen a disminuir a medida que aumenta la profundidad. Estas altas concentraciones de oxígeno en la superficie son relacionadas con oxígeno producido biológicamente o mezcla del domo térmico de Costa Rica (Broenkow, 1959), así también son influidos por la corriente subsuperficial Ecuatorial (Bennett,

1963). Estas variaciones en los perfiles de temperaturas, salinidad y oxígeno disuelto en la columna de agua se dan en los primeros 200 m de profundidad, donde son influidos por los procesos atmosféricos y oceánicos (Lizano, 2016).

La mayor concentración de oxígeno disuelto se presenta en el periodo seco, la concentración más alta se registró en El Ostional (9.65 mg. L<sup>-1</sup>), el incremento del oxígeno disuelto está relacionada con el moviendo de las aguas por la acción del viento, que provocan eventos de surgencia. En periodo lluvioso la concentración más baja se obtuvo en San Juan del Sur (7.18 mg. L<sup>-1</sup>). En el periodo seco, se registran una sobre saturación de oxígeno, asociada a turbulencia y movimiento de las aguas por la surgencia, esto es corroborado por las altas concentraciones de oxígeno registradas en época seca.

Figura 3. Perfil somero de oxígeno y % de saturación de oxígeno en los cuatro sitios de monitoreo.



Nota: Líneas azules (mes de noviembre 2018) y líneas rojas (mes de abril 2019) corresponde al contenido de oxígeno. Líneas verdes (mes de noviembre 2018) y líneas rosas (mes de abril 2019) corresponde al % de saturación de oxígeno.

### f) Sólidos totales disueltos

Los sólidos totales disueltos incluyen las sales, los minerales, los metales y cualquier otro compuesto orgánico o inorgánico que se encuentra disuelto en el agua. Los valores determinados en los cuatro sitios de muestreo y en ambos periodos estacionales, son representativos de las aguas de mar. Los mayores valores se registran en periodos secos y este aumento está relacionado a la ausencia de aportes agua dulce y concentraciones de sales.



### g) $DBO_5$

La demanda bioquímica de Oxígeno  $DBO_5$ , es un indicador de contaminación orgánica que se emplea para medir el contenido de materia orgánica y determina el oxígeno requerido por los organismos para su degradación. El aumento de la  $DBO$  ocasiona disminución del oxígeno disuelto, afectando la vida acuática. Las bahías de El Ostional y San Juan del Sur presentan las concentraciones más altas de  $DBO_5$  en periodo seco y lluvioso. Si bien, la norma de calidad para aguas costeras no establece máximos admisibles (WHO, 2021). Se debe controlar la presencia de este parámetro por ser un indicador de mala calidad.

### h) Nutrientes

La concentración de nutrientes en los sitios de monitoreo presentó variabilidad entre periodo de monitoreo, así como por el tipo de nutriente. Las formas nitrogenadas monitoreadas se muestran en Tabla 3. Se detectaron concentraciones de las formas nitrogenadas NT,  $NH_4$  y NTD, en todos los sitios y en ambas campañas de muestreo. Bahía El Ostional y Escameca en periodo lluvioso registra la mayor concentración de nitrógeno total. Para las formas nitrogenadas como son nitratos y nitritos, las fosforadas y sílice no se detectaron concentraciones, lo que puede estar asociado a los límites de detección del método de análisis empleado, las bajas concentraciones de nutrientes indica que estas aguas no están sujeta a contaminación antrópica.

Las concentraciones de formas nitrogenadas en aguas costeras poco profundas (entre 0.5-50m) y en época lluviosa se relaciona a aportes de descarga de ríos, interacciones interfaz sedimento-agua o directamente fijación de nitrógeno atmosférico a través de las precipitaciones esto es importante ya que la presencia de especies nitrogenadas en los ecosistemas marinos poco profundo se ha relacionado a descargas fluviales e interacción de la interfaz sedimento-agua (Herbert, 1999; Jickells, 1998).

En periodo seco se registran concentraciones de formas nitrogenada, fosforadas y sílice en todos los sitios de monitoreo. Las concentraciones de NT y NTD disminuyen considerablemente, las concentraciones de nitrito, nitrógeno amoniacal, fósforo total, ortofosfato y sílice incrementan respecto a los valores que registran en invierno. Pese a que en este periodo no hay escorrentía superficial que pueda aportar a las concentraciones de estos nutrientes, por lo que los valores registrados pueden estar asociado al movimiento del viento sobre las capas superficiales de las costas, este movimiento del viento ocasiona que se produzca el bombeo de Ekman, un enfriamiento del agua por el desplazamiento de la termoclina, generando afloramientos costeros (Broenkow, 1959; Eppley & Peterson, 1979; Fiedler, 2002; Fiedler & Talley, 2006; Trasviña et al., 1995).

Tabla 3. Concentración de contenido de las distintas formas nitrógeno, fósforo y sílice.

Parámetro	Periodo lluvioso			
	El Ostional	Escameca	La Flor	San Juan del Sur
NT (mg. L <sup>-1</sup> )	6.054	3.953	1.854	1.859
N-NH <sub>4</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	0.026	0.031	0.029	0.040
NTD (mg. L <sup>-1</sup> )	1.859	1.859	1.020	1.859
NO <sub>3</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	<0.06	<0.060	<0.060	<0.060
NO <sub>2</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	<0.020	0.050	<0.020	0.020
FT (mg. L <sup>-1</sup> )	<0.160	<0.160	<0.160	<0.160
FTD (mg. L <sup>-1</sup> )	<0.160	<0.160	<0.160	<0.160
FDR (mg. L <sup>-1</sup> )	<0.160	<0.160	<0.160	<0.160
SiO <sub>2</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	<0.150	<0.150	<0.150	<0.150
Periodo seco				
NT (mg. L <sup>-1</sup> )	1.4	1.4	2.247	2.247
N-NH <sub>4</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	0.040	0.027	0.041	0.041
NTD (mg. L <sup>-1</sup> )	0.561	0.702	0.702	1.240
NO <sub>2</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	0.160	0.007	0.026	0.020
FT (mg. L <sup>-1</sup> )	0.070	0.050	0.055	0.060
FTD (mg. L <sup>-1</sup> )	0.060	<0.160	<0.160	<0.160
FDR (mg. L <sup>-1</sup> )	<0.16	<0.160	<0.160	<0.160
SiO <sub>2</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	0.210	0.170	0.210	0.190

### Índice de calidad de agua marino-costera

La Bahía El Ostional corresponden a agua adecuada en periodo lluvioso y optima en periodo seco, es decir, oscilan entre agua de calidad deseada y agua de buenas condiciones y pocas limitaciones. La Bahía La Flor corresponden a agua optima en periodo lluvioso y en periodo seco, es decir corresponde a agua de calidad deseada. La Bahía de Escameca corresponden a agua adecuada en periodo lluvioso y optima en periodo seco, de modo que, oscilan entre agua de calidad deseada y agua de buenas condiciones y pocas limitaciones. Las aguas de la Bahía de San Juan del Sur, corresponden a agua adecuada en periodo lluvioso y en periodo seco, por lo que sus aguas presentan buenas condiciones y pocas limitaciones. Esto puede ocurrir debido al poder de dilución producto del dinamismo que tienen las corrientes oceánicas (Grey, Domínguez de Franco, & Castellero, 2014).

Tabla 4 Resultados de evaluación de índice ICAM para la preservación de Flora y Fauna de los sitios y periodos de monitoreo.

Parámetro Evaluado	Ostional Periodo Lluvioso			Ostional Periodo Seco		
	Resultados	ICAM/ Parámetro	ICAM	Resultados	ICAM/ Parámetro	ICAM
OD (mg. L <sup>-1</sup> )	8.44	Optima	Adecuada 82.8 %	9.70	Optima	Optima
pH (Unidades)	8.36	Adecuada		7.94	Optima	
DBO <sub>5</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	1.82	Aceptable		1.00	Adecuada	
PO <sub>4</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	<0.16	Optima		<0.16	Optima	
La Flor (Periodo Lluvioso)			La Flor (Periodo Seco)			
Resultados	ICAM/ Parámetro	ICAM	Resultados	ICAM/ Parámetro	ICAM	
OD (mg. L <sup>-1</sup> )	7.8	Optima	Optima 91.33 %	9.20	Optima	Optima 92.85 %
pH (Unidades)	8.35	Adecuada		8.01	Optima	
DBO <sub>5</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	1.01	Adecuada		1.30	Adecuada	
PO <sub>4</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	<0.16	Optima		<0.16	Optima	
Escameca (Periodo Lluvioso)			Escameca (Periodo Seco)			
Resultados	ICAM/ Parámetro	ICAM	Resultados	ICAM/ Parámetro	ICAM	
OD (mg. L <sup>-1</sup> )	7.52	Optima	Adecuada 86.59 %	8.00	Optima	Optima 94.69 %
pH (Unidades)	8.36	Adecuada		8.01	Optima	
DBO <sub>5</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	1.52	Adecuada		1.00	Adecuada	
PO <sub>4</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	<0.16	Optima		<0.16	Optima	

	San Juan del Sur (Periodo Lluvioso)			San Juan del Sur (Periodo Seco)		
	Resultados	ICAM/ Parámetro	ICAM	Resultados	ICAM/ Parámetro	ICAM
OD (mg. L <sup>-1</sup> )	7.17	Optima	Adecuada 89.29%	8.10	Optima	Adecuada 87.99%
pH (Unidades)	8.32	Adecuada		8.00	Optima	
DBO <sub>5</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	1.13	Adecuada		1.77	Aceptable	
PO <sub>4</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	<0.16	Optima		<0.16	Optima	

## CONCLUSIONES

Tanto los parámetros fisicoquímicos y nutrientes muestran un comportamiento entre épocas de muestreos, estos influenciados por la dinámica de los vientos que producen un dinamismo entre las corrientes de las aguas en los sitios de monitoreos. Siendo aguas de las bahías corresponden a aguas de océanos saludables, que pese a los procesos de surgencias que experimentan, no se incrementan las concentraciones peligrosas los nutrientes. Las Bahías El Ostional, La Flor, Escameca y San Juan del Sur poseen agua de buena calidad, que oscila entre agua de la calidad deseada y agua de buenas condiciones y pocas limitaciones. La excelente calidad fisicoquímica y de nutrientes crean las condiciones para el desarrollo de la biodiversidad de las bahías y el área de tránsito de especies que migran desde largas distancias.

## AGRADECIMIENTO

Esta investigación ha sido posible gracias: al Programa de fondos concursables para el financiamiento de investigaciones, denominado Fondos Propios para la Investigación (FPI) de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), coordinado por la Vicerrectoría de Investigación, Posgrado y Extensión Universitaria a través de la Dirección de Investigación, que financio este FPI 14201804. Al Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN-Managua), que actuó como contraparte a través de la asignación de tiempo para el desarrollo de la Investigación, logística y financiamiento para completar los análisis, lo cual fue coordinado por el Área de Investigación y Desarrollo del Centro. A PASO PACIFICO por su apoyo logístico y de acompañamiento a los sitios de monitoreo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, E. J., & Cortés, J. (2012). Atmospheric forcing of cool subsurface water events in Bahía Culebra, gulf of papagayo, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 60(SUPPL. 2), 173–186. <https://doi.org/10.15517/rbt.v60i2.20001>
- Amador, J. A., Alfaro, E. J., Lizano, O. G., & Magaña, V. O. (2006). Atmospheric forcing of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, 69(2–4), 101–142. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2006.03.007>
- Bennett, E. B. (1963). An oceanographic atlas of the eastern tropical Pacific Ocean, based on data from EASTROPIC expedition, October-December 1955. *Inter-Amer Trop Tuna Comm, Bull*, 8(2), 31–165.
- Brenes, C. L., Lavín, M. F., & Mascarenhas, A. S. (2008). Geostrophic circulation between the Costa Rica Dome and Central America. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 55(5), 608–629. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2008.02.005>
- Broenkow, W. W. (1959). The Distribution of Nutrients in the Costa Rica Dome in the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Limnol.Oceanogr.*, 10(1), 40–52. <https://doi.org/10.4319/lo.1965.10.1.0040>
- Caldeira, K., & Wickett, M. (2005). Ocean model predictions of chemistry changes from carbon dioxide emissions to the atmosphere and ocean. *Journal of Geophysical Research C: Oceans*, 110(9), 1–12. <https://doi.org/10.1029/2004JC002671>
- CAPRE. (1994). *Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano. Norma Regional CAPRE (Vol. 35)*. San José. Retrieved from <https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/fnsp/article/viewFile/26353/20784405>
- Cromwell, T. (1958). Thermocline Topography, Horizontal currents and “Ridging” in the Eastern Tropical Pacific. *Inter-American Tropical Tuna Commision, III*(3), 135–164.
- Eppley, R. W., & Peterson, B. J. (1979). Particulate organic matter flux and planktonic new production in the deep ocean. *Nature*, 282(5740), 677–680. <https://doi.org/10.1038/282677a0>
- Fernández-Álamo, M. A., & Färber-Lorda, J. (2006). Zooplankton and the oceanography of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, 69(2–4), 318–359. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2006.03.003>
- Fiedler, P. C. (2002). The annual cycle and biological effects of the Costa Rica Dome. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 49(2), 321–338. [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(01\)00057-7](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(01)00057-7)
- Fiedler, P. C., & Lavín, M. F. (2017). Oceanographic Conditions of the Eastern Tropical Pacific, 8(October), 291–314. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-7499-4>
- Fiedler, P. C., & Talley, L. D. (2006). Hydrography of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, 69(2–4), 143–180. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2006.03.008>
- Grey, A., Domínguez de Franco, V., & Castillero, M. (2014). Determinación de Indicadores Físicoquímicos y Microbiológicos de calidad del agua superficial

- en la Bahía de Manzanillo. *I+D Tecnológico*, 10(1), 16–27. Retrieved from <http://rida2.utp.ac.pa/handle/123456789/1794>
- He, X., Pan, D., Bai, Y., Wang, T., Chen, C. T. A., Zhu, Q., ... Gong, F. (2017). Recent changes of global ocean transparency observed by SeaWiFS. *Continental Shelf Research*, 143, 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2016.09.011>
- Herbert, R. A. (1999). Nitrogen cycling in coastal marine ecosystems. *FEMS Microbiology Reviews*, 23(5), 563–590. [https://doi.org/10.1016/S0168-6445\(99\)00022-4](https://doi.org/10.1016/S0168-6445(99)00022-4)
- Hinga, K. R. (2002). Effects of pH on coastal marine phytoplankton. *Marine Ecology Progress Series*, 238, 281–300. <https://doi.org/10.3354/meps238281>
- Jickells, T. D. (1998). *Nutrient Biogeochemistry of the Coastal Zone*. Science (Vol. 281). <https://doi.org/10.1126/science.281.5374.217>
- Kessler, W. S. (2006). The circulation of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, 69(2–4), 181–217. <https://doi.org/10.1016/j.pcean.2006.03.009>
- Lewis, M. R., Kuring, N., & Yentsch, C. (1988). Global patterns of ocean transparency: Implications for the new production of the open ocean. *Journal of Geophysical Research*, 93(C6), 6847. <https://doi.org/10.1029/jc093ic06p06847>
- Lizano, O. G. (2008). Dinámica de aguas alrededor de la Isla del Coco, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 56(August), 31–48. Retrieved from [http://piper.ots.ac.cr/tropiweb/attachments/suppls/sup56-2\\_Coco/03-Lizano- Algunas.pdf](http://piper.ots.ac.cr/tropiweb/attachments/suppls/sup56-2_Coco/03-Lizano- Algunas.pdf)
- Lizano, O. G. (2016). Distribución espacio-temporal de la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto alrededor del Domo Térmico de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 64(1), S135–S152. <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i1.23422>
- Quesada-Alpízar, M. (2006). *Informe Técnico Ambientes Marino Costeros de Costa Rica*. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica.
- Stewart, R. H. (2008). *Introduction to Physical Oceanography*. Retrieved from <http://hdl.handle.net/1969.1/160216>
- Trasviña, A., Barton, E. D., Brown, J., Velez, H. S., Kosro, P. M., & Smith, R. L. (1995). Offshore wind forcing in the Gulf of Tehuantepec, Mexico: The asymmetric circulation. *October*, 100(95), 649–663.
- Vivas-Aguas, L. J., & Navarrete-Ramírez, S. M. (2014). *Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP)*. (S. de P. G. del Invermar, Ed.) (INVERMAR.). Santa Marta. Retrieved from <http://www.invermar.org.co/documents/10182/14479/04+ProtocoloIndicadorCalidaddeAguaDigital.pdf/c16bd915-0b24-446b-9fe0-dbbc239111dd>
- Wang, C., & Enfield, D. B. (2001). The tropical western hemisphere warm pool. *Geophysical Research Letters*, 28(8), 1635–1638. <https://doi.org/10.1029/2000GL011763>
- WHO. (2021). *Guidelines on recreational water quality. Volume 1: Coastal and fresh waters* (Vol. 1). Retrieved from <https://www.who.int/publications/i/item/9789240031302>

## Diseño y evaluación de un sistema de barreras reactivas permeables a escala piloto para la reducción de carga de nitrato en agua de escorrentía superficial agrícola

### Design and Evaluation of a Pilot-Scale Permeable Reactive Barrier System for Nitrate Load Reduction in Agricultural Surface Runoff Water

#### **Colber Antonio Somoza Sandino**

Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN-Managua). Laboratorio de Aguas Residuales. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Managua

<http://orcid.org/0000-0002-1660-6598>

[colbert.somoza@cira.unan.edu.ni](mailto:colbert.somoza@cira.unan.edu.ni)

#### **Jorge Carlos Cuadra Molina**

Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN-Managua). Laboratorio de Aguas Residuales. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Managua

<http://orcid.org/0000-0003-0866-6221>

[jorgecm\\_21@outlook.es](mailto:jorgecm_21@outlook.es)

#### **Recibido**

01/03/2023

#### **Aceptado**

29/03/2023

## RESUMEN

La necesidad de incrementar la seguridad alimentaria ha conllevado a la sobre aplicación de fertilizantes sintéticos. El nitrato es un fertilizante de gran movilidad en los suelos, por lo que, al entrar en contacto con un cuerpo de agua, este puede iniciar un proceso de eutrofización al enriquecerlo excesivamente; así como causar una enfermedad conocida como: metahemoglobinemia. El objetivo de la presente investigación fue diseñar y evaluar una barrera reactiva permeable para remover nitratos en agua de escorrentía superficial agrícola. Esta investigación tiene un alcance de tipo: piloto, a escala de laboratorio y aplicada dado que los resultados resolverán una problemática identificada, de corte exploratorio desde el punto de vista de la profundidad de la investigación, por abordar un campo nuevo en Nicaragua, para ello se construyeron dos barreras reactivas permeables con dimensiones de 1.0 metro de largo, 0,5 m de ancho y 0,5 m de profundidad, perfiladas en CIRA/UNAN-Managua. La primera se rellenó con suelo del sitio, la segunda con una mezcla de suelo más un sustrato (previamente seleccionado). El sistema se alimentó con una mezcla de 100 mg/l de nitratos provenientes de un fertilizante sintético comercial (FORMUNICA, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>). Como fuente de carbono se utilizó aserrín para el desarrollo de las bacterias desnitrificantes. Se tomaron muestras a la salida del sistema los días: 0, 7, 9, 12, 15 y 19, para posteriormente analizar los nitratos presentes. La eficiencia de remoción del sistema fue del 55% para lecho control y 66% para lecho desnitrificante. Es importante destacar los hallazgos relacionados al

## PALABRAS CLAVE

Barreras reactivas permeables; desnitrificación; Nitratos; remoción de Nitratos.

funcionamiento de las Barreras desde el punto de vista físico en vista que esta tecnología viene a ser una alternativa de bajo costo, fácil construcción, mantenimiento y manejo, con resultados eficientes para la remoción de nitrato.

## ABSTRACT

The need to increase food security has led to the over-application of synthetic fertilizers. Nitrate is a highly mobile fertilizer in soils, so when it comes into contact with a body of water, it can initiate a process of eutrophication by over-enriching it, as well as cause a disease known as methemoglobinemia. The objective of the present research was to design and evaluate a permeable reactive barrier to remove nitrates in agricultural surface runoff water. This research has a pilot type scope, at laboratory scale and applied since the results will solve an identified problem, of exploratory cut from the point of view of the depth of the research, because it deals with a new field in Nicaragua. For this purpose, two permeable reactive barriers were built with dimensions of 1.0-meter-long, 0.5 m wide and 0.5 m deep, profiled in CIRA/UNAN-Managua. The first was filled with soil from the site, the second with a mixture of soil plus a substrate (previously selected). The system was fed with a mixture of 100 mg/l of nitrates from a commercial synthetic fertilizer (FORMUNICA,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ). As a carbon source, sawdust was used for the development of denitrifying bacteria. Samples were taken at the outlet of the system on days 0, 7, 9, 12, 15 and 19, for subsequent analysis of the nitrates present. The removal efficiency of the system was 55% for the control bed and 66% for the denitrifying bed. It is important to highlight the findings related to the operation of the Barriers from the physical point of view, since this technology is a low-cost alternative, easy to build, maintain and manage, with efficient results for nitrate removal.

## KEYWORDS

Permeable reactive barriers; denitrification; nitrates; removal of nitrates.



## INTRODUCCIÓN

Las Barreras Permeables Reactivas (PRB – *Permeable Reactive Barrier*) son zonas de tratamientos “in situ” formadas por materiales reactivos que transforman o inmovilizan los contaminantes cuando el agua fluye a través de ellas, (EPA, 1998), Esta tecnología se ha aplicado a un amplio espectro de contaminantes demostrándose su eficacia tanto en la descontaminación de compuestos orgánicos (p.e. organoclorados) como inorgánicos (p.e. metales pesados, nitratos y fosfatos).

En España existen problemas de escasez hídrica que conllevan la aparición de grandes disputas territoriales, políticas y, sobre todo, sociales (MMA, 2000), en el ámbito científico-tecnológico han sido varias las soluciones propuestas, pero quizás una de las que está adquiriendo más importancia en los últimos años es la reutilización o regeneración de las aguas residuales. De esta manera, lo que inicialmente era un residuo es convertido en un nuevo recurso de gran valor (Hochstrat, Wintgens, Melin, & Jeffrey, 2005).

Con este punto de partida, la regeneración de aguas residuales mediante barreras permeables reactivas para la recarga de acuíferos es una de las líneas de investigación actualmente en desarrollo por el Instituto IMDEA Agua, la Universidad Rey Juan Carlos y la Fundación Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua.

Las barreras reactivas permeables (PRB) son tecnologías eficientes para la remediación in situ de aguas subterráneas contaminadas, cuya efectividad depende en gran medida de los medios reactivos que se llenen. La pirita natural es un material de sulfuro de hierro con un contenido muy bajo de hierro y azufre, y un desecho minero que es un material potencial para la inmovilización de Cr (VI).

En el estudio: **Cr (VI)-contaminated groundwater remediation with simulated permeable reactive barrier (PRB) filled with natural pyrite as reactive material: Environmental factors and effectiveness**, (Yuanyuan , Haiyan, Liqun, Zakaria, & Li, 2015) , se llevaron a cabo una serie de pruebas por lotes para investigar los efectos de los factores ambientales típicos en la eliminación de Cr (VI), simulamos en una PRB rellenos con pirita natural para investigar su eficacia, con el fin de encontrar un método adecuado desde el punto de vista ambiental y económico para remediación de aguas subterráneas.

Las pruebas de columna demostraron que la PRB simulada con pirita natural como medio reactivo fue considerablemente eficaz para eliminar el Cr (VI) de las aguas subterráneas, con una capacidad de sorción de 0,6222 mg de Cr por gramo de pirita natural a una concentración inicial de Cr (VI) de 10 mg /l a pH 5,5 en ambiente anóxico.

En el estudio: **Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural 2007. León-Nicaragua**, en pozos excavados en comunidades al noreste de León, mostraron resultados que indica que el 4.3% de los pozos muestreados tienen concentraciones de nitratos mayores a los valores máximos permisibles establecidos por las (Normas CAPRE, 2020); lo que representa una amenaza a la población ya que estas son las principales fuentes de abastecimiento para su consumo y uso doméstico (Gonzales, Aguirre, Orozco, & Palacio, 2007).

Para el año 2015, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) adoptó la agenda 2030, en la cual dicta el Objetivo de Desarrollo Sostenible No. 6 "Agua limpia y Saneamiento" donde se establece que la principal meta es garantizar el acceso universal al agua y asequible en el año 2030. (Naciones Unidas, 2015)

Con relación a la búsqueda de soluciones al ODS número 6, sumado a las diversas problemáticas ambientales que están intrínsecamente relacionadas al uso, disponibilidad y calidad del recurso agua, se recomienda la siguiente propuesta de investigación: Diseño y Evaluación de un Sistema de Barreras Reactivas Permeables, como una tecnología nueva en Nicaragua.

Para ello es necesario diseñar y evaluar un sistema de tratamiento para las aguas de escorrentía superficial agrícola que son arrastradas de forma natural por las lluvias y que pueden llegar a contaminar un cuerpo de agua o infiltrarse mediante procesos naturales.

Una evaluación positiva de esta tecnología es demostrar que sea una alternativa económicamente viable, ecológicamente sostenible y eficiente, cabe destacar que dichos esfuerzos representarían los primeros resultados que se llevan a cabo en Nicaragua poniendo en práctica esta alternativa de tratamiento para aguas de escorrentía superficial agrícola.

**La hipótesis que se definió para la realización de esta investigación fue:**

$H_0 = \mu = 100$  mg/l concentración de nitratos en el afluyente del sistema de barreras reactivas permeables

$H_1 = \mu \neq 100$  mg/l concentración de nitratos en el afluyente del sistema de barreras reactivas permeables

Al realizarse la prueba de hipótesis estadística con un nivel de significancia del 0,05 en el Software SPSS Statistic versión 23, se obtuvo la tabla 1.

Gracias al análisis que se llevó a cabo con SPSS Statistic versión 23 se encontró que el valor de la significancia es  $0.994 \geq 0.05$  por lo tanto se acepta la hipótesis nula, es decir que a un nivel de significación de 0.05 la concentración promedio de nitratos usada en el afluyente del sistema de barrera reactiva permeable es de 100 mg/l de nitrato.

**Tabla 1. Prueba T para la determinación de la concentración de nitratos.**

Prueba T

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Concentración de Nitratos en el afluente del Sistema BRP	9	100.0239	8.73544	2.91181

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 100						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Concentración de Nitratos en el afluente del Sistema BRP	.008	8	.994	.02389	-6.6908	6.7395

Nota: Programa utilizado SPSS Statistics versión 23.

Autor: Ing. Jorge Cuadra Molina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Tipo de Investigación

Esta investigación es de carácter cuantitativo con una metodología experimental en la que, se realizaron análisis de diferentes datos los cuales fueron interpretados utilizando el software estadístico SPSS Statistic versión 23.

Para el procedimiento de los datos clasificamos la investigación con un alcance de tipo: piloto a escala de laboratorio y aplicada, puesto que el tema que se quiso abordar a la fecha es poco estudiado en nuestro país, dicha investigación tuvo como objetivo: diseñar y evaluar un sistema de Barrera Reactiva Permeable para la remoción de nitratos en agua de escorrentía superficial agrícola, cabe señalar que para la evaluación del sistema se emulo un agua agrícola con una concentración de 100 mg/l de nitrato obtenida de un fertilizante ampliamente comercializado en Nicaragua (FORMUNICA,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) (Rittman & Macarty, 2001).

Para la selección de las muestras se consideró de tipo no probabilística, tomando en cuenta lo que indica la metodología de (Sampieri, 2014) al tratarse de una investigación exploratoria, puesto a que la elección de los elementos no depende estrictamente de la probabilidad, las características de elección de los elementos va a estar ligada a las características de la investigación, en este caso la eficiencia de remoción de un sistema de barreras reactivas permeables a escala piloto para remoción de nitratos.

## Recolección de Datos

### Selección de Área de Construcción para las Barreras Reactivas Permeables

Para la instalación del sistema de simulación de agua de escorrentía superficial agrícola más las barreras reactivas permeables se eligió una de las áreas verdes del CIRA/UNAN-MANAGUA.

#### Criterios de Selección:

- Disponibilidad del sitio, fácil acceso a pie durante todo el año y acceso restringido a personal ajeno a la investigación.
- Posee una pendiente natural que facilitara el flujo representante de un Agua Agrícola que fue preparada en el laboratorio conteniendo una solución de 100 mg/l de nitrato.
- Dentro de las características del suelo se encuentra que es muy poco permeable, lo que impide la sorción del efluente a tratar, obligándolo a pasar a través de la barrera construida.

Figura 1. Lugar de emplazamiento seleccionado.



*Autores: MSc. Colber Somoza Sandino, Ing. Jorge Cuadra Molina, Lic. Josué Arana B.*

### Selección de Sustrato de Carbono

Una parte fundamental del mecanismo de remoción de las barreras, es el sustrato de carbono orgánico como donador de electrones para llevar a cabo el proceso de desnitrificación en los suelos.

Los sustratos que se utilizaron para este experimento, son de poco o ningún valor comercial como lo es el aserrín (residuos del proceso del serrado de la madera) y la pulpa de café previamente secado. Una vez que se realizó la preparación de cada uno de los sustratos, se procedió a realizar el lavado de ambos para posteriormente determinar su densidad y tomar en cuenta este dato para calcular el espacio que utilizarían dentro de la barrera.

Figura 2. Aserrín lavado.



*Autores: MSc. Colber Somoza Sandino, Ing. Jorge Cuadra Molina.*

Figura 3. Residuos liquido del lavado de la pulpa de café.



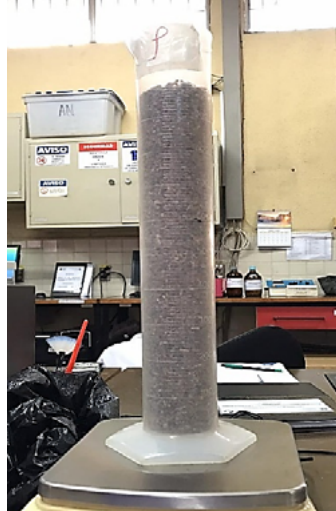
*Autores: MSc. Colber Somoza Sandino, Ing. Jorge Cuadra Molina.*

Realizado el lavado de la pulpa de café, se descartó utilizarla ya que el agua del lavado se tornó oscuro y viscosa alterando sus propiedades organolépticas.

### **Determinación de la Densidad del Aserrín**

Utilizando una balanza analítica se pesó una probeta graduada de 1000 ml, este proceso de pesado de la probeta se realizó aproximadamente unas 20 veces para obtener un peso constante, con variaciones no mayores al 4%, así mismo se determinó el promedio y coeficiente de variación de las mediciones. Una vez que se obtuvo un peso constante, de la misma manera se procedió a pesar la misma probeta, pero con esta vez aforada con sustrato de carbono orgánico (aserrín) hasta obtener un peso constante, con variaciones no mayores al 4% y de igual manera se estimó el promedio y el coeficiente de variación.

Figura 4. Determinación de la densidad del aserrín.



Autores: Ing. Jorge Cuadra Molina.

## Diseño y Simulación

### Preparación de la Solución de Nitrato, para el Sistema de Simulación de Escorrentía Superficial Agrícola

Se pesó en una balanza analítica 8,5 gramos de nitrato de amonio, que posteriormente se disolvió en 66,54 L de agua de grifo, correspondiente al volumen del tanque de alimentación del sistema de simulación de escorrentía para las barreras.

La determinación de la concentración media de la muestra se efectuó por medio de la distribución T de Student en el programa SPSS Statistics. Estableciendo una concentración de nitratos en el afluente del sistema de cada una de las barreras de 100 mg/L.

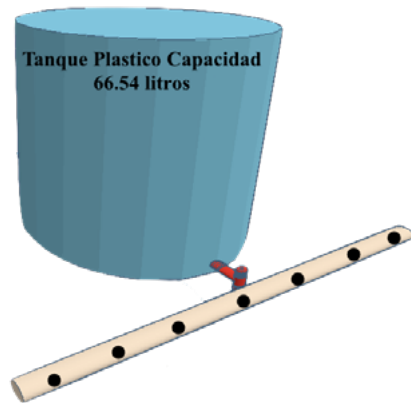
### Diseño del Sistema de Simulación de Aguas de Escorrentías Superficial Agrícolas

Para poder llevar a cabo el proyecto de evaluación del sistema de barreras reactivas permeables, fue necesario identificar, analizar, conceptualizar para finalmente crear un sistema de simulación para aguas de escorrentía superficial agrícola.

El sistema de simulación para las barreras integro los siguientes elementos: un tanque plástico a cómo podemos ver en la figura 5, al cual por medio de la técnica de aforo volumétrico se le calculo el volumen determinando una capacidad de 66,54 litros, para la instalación de una llave de pase plástica se le realizó una pequeña abertura y posteriormente se instaló una tubería de PVC a la cual se le efectuaron pequeñas perforaciones de tal manera que las barreras estuvieran alimentadas por medio de un sistema de riego por goteo emulando

una escorrentía superficial agrícola que fluye en sentido horizontal a través de la pendiente natural que posee el sitio de instalación del sistema.

Figura 5. Diseño del Tanque de almacenamiento para simular una escorrentía superficial agrícola, dopada con una solución de 100 mg/l de nitratos.



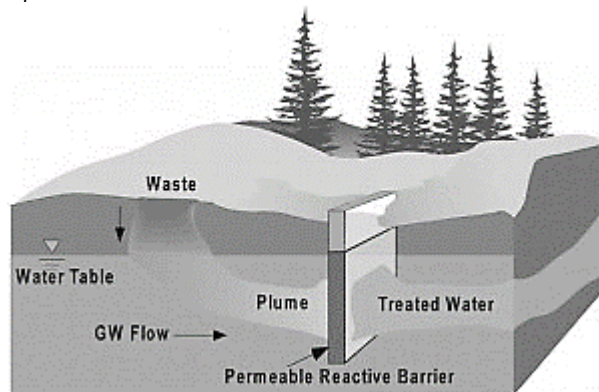
Autor: MSc. Colber Somoza Sandino

### Diseño Final del Sistema de Simulación de Escorrentía más las Barreras Reactivas Permeables

Se elaboraron dos barreras, en el sitio previamente seleccionado con las siguientes dimensiones: 1.0 metro de largo, 0.5 metros de ancho y 0.5 metros de profundidad, para impermeabilizarlas y evitar pérdidas de agua por infiltración en el suelo se utilizaron sacos macen y plástico negro, además de impedir la contaminación cruzada por el contacto con el suelo o pluma contaminante.

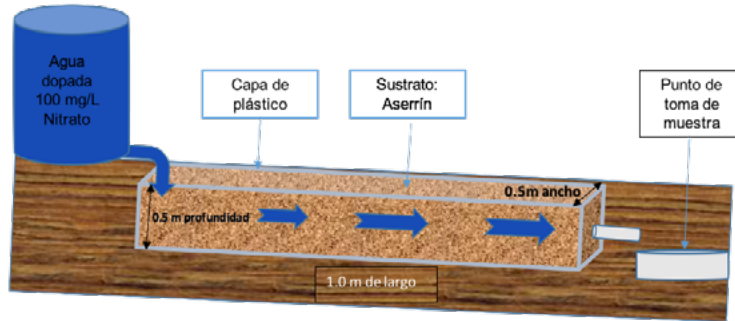
El diseño se inspiró en un esquema propuesto por EPA en 1998.

Figura 6. Esquema de una Barrera Permeable Reactiva. (EPA, 1998)



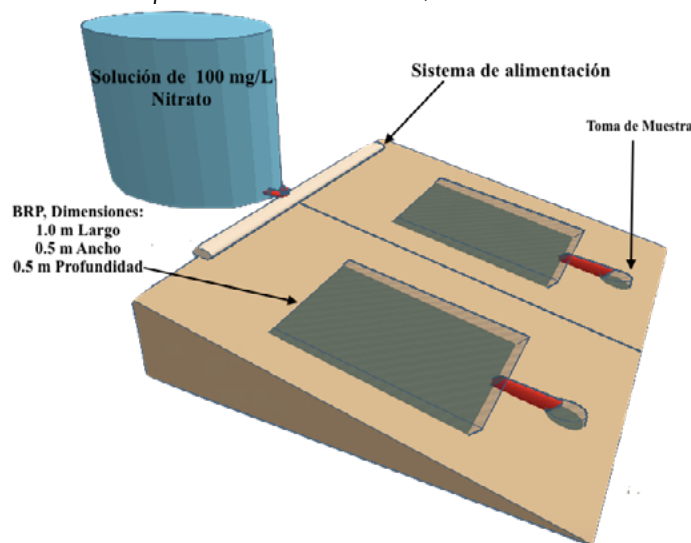
En la figura 6, podemos observar uno de los primeros modelos implementados y sugeridos por EPA para una BRP, sin embargo y de acuerdo a las limitantes económicas se optó por el diseño de la figura 7 y 8:

Figura 7. Vista Lateral, Barrera sub superficial en dirección horizontal.



Autores: MSc. Osnar Mondragón, Ing. Jorge Cuadra Molina.

Figura 8. Vista de planta BRP a Evaluar, CIRA/UNAN-Managua.



Autor: MSc. Colber Somoza Sandino.

## Universo

### Construcción del Sistema de Barreras Reactivas Permeables más el Sistema de Simulación de Escorrentía Superficial Agrícola.

Figura 9. Construcción de las dos barreras reactivas permeables.



Autores: MSc. Colber Somoza Sandino, Ing. Jorge Cuadra Molina, Lic. Josué Arana B.



En la figura 9, podemos apreciar la construcción e impermeabilización con saco macen y plástico negro de las barreras. Una vez seleccionado el sustrato a utilizar, una de las barreras se relleno solo con suelo del sitio a modo de punto control y la otra con aserrín, posteriormente a este se le adiciono el sistema de simulación de agua de escorrentía superficial agrícola.

Figura 10. Vista lateral, Barrera reactiva permeable llena con aserrín.



Autores: MSc. Colber Somoza Sandino, Ing. Jorge Cuadra Molina, Lic. Josué Arana B

Figura 11. Sistema de simulación de escorrentía superficial agrícola alimentando las dos barreras con una solución de 100 mg/l de nitrato.



Autores: MSc. Colber Somoza Sandino, Ing. Jorge Cuadra Molina.

Figura 12. Vista frontal, sistema de simulación de escorrentía superficial agrícola alimentando las dos barreras con una solución de 100 mg/l de nitrato.



Autores: MSc. Colber Somoza Sandino, Ing. Jorge Cuadra Molina

### Técnica de recolección de los datos

#### Monitoreo de las concentraciones de nitrato en las barreras

Una vez establecida la concentración de 100 mg/l de nitrato en el afluente del sistema se procedió con el monitoreo, este se realizó durante 19 días, iniciando el 30 de setiembre del 2020, las muestras se tomaron siguiendo los procedimientos establecidos para la toma de muestras y se procesaron en los laboratorios de CIRA-UNAN Managua.

Obteniendo los datos con los que se elaboró la tabla 2, en que podemos observar la disminución en la concentración de nitratos con respecto al tiempo, grafico 1.

Tabla 2. Monitoreo de las concentraciones de nitrato en las barreras.

Días de Alimentación de la Barrera	Concentración de Nitratos en el Afluente del Sistema	Barrera Control	Barrera Desnitrificante
7 días	100,02 mg/l de Nitratos	96,08 mg/l	95,48 mg/l
9 días		69,46 mg/l	63,72 mg/l
12 días		61,80 mg/l	55,50 mg/l
15 días		50,64 mg/l	46,14 mg/l
19 días		45,00 mg/l	33,68 mg/l

Nota: El día 0 la concentración fue de 100.02 mg/l de nitrato.

#### Cálculo de la Eficiencia de Remoción

La toma de los parámetros de campo más el monitoreo de las barreras se elaboró en el efluente del sistema con la finalidad de evaluar la eficiencia en cuanto a la reducción de la carga de nitratos suministrada a través del sistema

de simulación de escorrentía superficial de agua agrícola. Dicha eficiencia será medida o expresada como eficiencia de remoción.

Para el cálculo de la eficiencia de la remoción del sistema de barreras reactivas permeables se utilizó la ecuación 1.0

$$E = \frac{C_o - C_e}{C_o} * 100 \quad (\text{Ecuación 1.0})$$

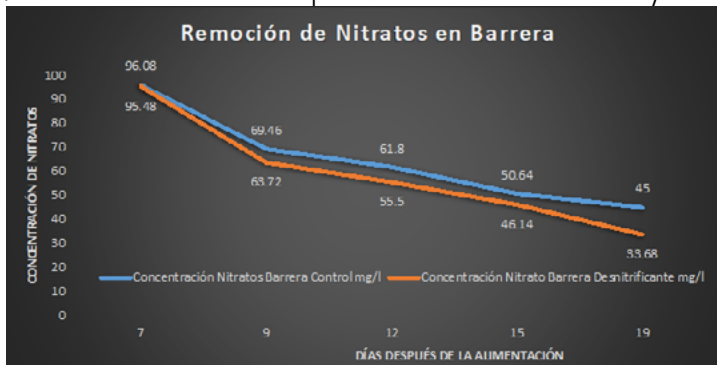
Donde:

E: Eficiencia de remoción del sistema (porcentaje de remoción)

Co: Carga de nitratos en la entrada del sistema (mg/l)

Ce: Carga de nitratos en la salida del sistema (mg/l)

Gráfico 1. Remoción de nitratos para las barreras control y desnitrificante.



Autor: Jorge Cuadra Molina.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Porcentajes de Remoción para cada una de las Barreras

#### Eficiencia de la Barrera Control

$$\text{Eficiencia de remoción} = \frac{100.02 - 45.00}{100.02} * 100 = 55 \%$$

$$\text{Eficiencia de remoción} = 55\%$$

#### Eficiencia de la Barrera Desnitrificante

$$\text{Eficiencia de remoción}; \frac{C_o - C_f}{C_o} * 100$$

$$\text{Eficiencia de remoción} = \frac{100.02 - 33.68}{100.02} * 100 = 66 \%$$

La eficiencia de remoción para la barrera desnitrificante fue de 66 % un porcentaje de remoción alto, siendo este un poco más de lo esperado, si se toma en cuenta que fue un proyecto experimental a escala piloto. Al correlacionar ambos datos, se obtuvo un mayor porcentaje de remoción con la barrera control en vista a que la materia orgánica externa juega un rol fundamental en los procesos de desnitrificación. (Bednarek, Szklarek, & Zalewski, 2014).

Al confrontar los resultados, tenemos que recordar que el diseño original de las barreras se centra en establecer condiciones anóxicas, para ello se utilizan perfiles profundos (Environmental Management Support, Inc., Silver Spring, MD.; Environmental Protection Agency, Washington, DC. Office of Solid Waste and Emergency Response., 1999), en los cuales se crean las condiciones propicias para que se den los procesos de desnitrificación, por lo que podemos decir que el 66.0 % obtenido podría aumentar siempre y cuando la profundidad de la barrera aumente, sin embargo el 55.0 % obtenido en la barrera control de mantenerse el perfil somero de 0.5 metros posiblemente disminuya por la inestabilidad inherente del nitrato y la alta presencia de oxígeno en el sistema lo que podría transformar el nitrato a nitrito y concluir el ciclo de desnitrificación.

Uno de los aspectos no resueltos durante la realización de esta investigación sería comprobar la existencia o no de la pluma contaminante por infiltración de nitrato en el sitio de construcción del sistema de simulación de la escorrentía superficial agrícola.

El nitrógeno puede moverse a través del medio poroso por algunos métodos. Estos métodos pueden operar independientemente o en conjunto. Los compuestos de nitrógeno pueden moverse a través del suelo como gases o como solutos en soluciones acuosas.

El nitrógeno en la materia orgánica insoluble o en forma mineral puede ser transportado a través del perfil del suelo por organismos (a través de excreción o transporte mecánico) o por suspensión de partículas en suelo y agua. La distancia, dirección y cantidad de nitrógeno transportados varía con el tiempo y con las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

En términos prácticos, los datos que se obtuvieron del porcentaje de eficiencia mediante la simulación del sistema por goteo que emula una escorrentía superficial agrícola identifica la utilización de las barreras reactivas permeables como una técnica de tratamiento de bajo costo y alto rendimiento; si es cierto que el ciclo del Nitrógeno, la presencia de nitratos y nitritos en el ambiente se da de manera natural; las actividades humanas modifican sus concentraciones y pueden hacer que estos compuestos sean potencialmente peligrosos para la salud humana y animal.

Los nitratos en el suelo y en las aguas subterráneas se originan de la descomposición natural por microorganismos de materiales nitrogenados orgánicos como las proteínas de las plantas, animales, excretas de humanos y de animales. Las

fuentes ambientales más importantes son el uso de fertilizantes nitrogenados, la disposición de excretas y la disposición de desechos municipales e industriales. Aunque el nitrito es un compuesto tóxico, el factor determinante en la incidencia de su toxicidad es la concentración de nitratos en el agua. El principal mecanismo de toxicidad de los nitritos es la oxidación del ion ferroso a ion férrico, lo que puede producir metahemoglobinemia, efectos cardiovasculares y efectos respiratorios.

El riesgo para la salud debido a los nitratos y nitritos está dado en función de la exposición, la existencia de condiciones favorables para la reducción de nitratos a nitritos y algunos factores inherentes al individuo, por lo que no se puede formular una relación dosis-respuesta con respecto a la presencia de nitratos en el agua. (ugr.es, 1999), por lo que se deben controlar las concentraciones de ambos.

## CONCLUSIONES

Gracias a la implementación de este proyecto podemos decir que:

- Este estudio es el inicio para desarrollar distintas líneas de investigación, una de ellas puede ser la evaluación de la pluma contaminante de nitrato mediante la utilización del software MODFLOW-MT3D, con el siguiente objetivo; determinar la presencia de este fenómeno y así poder comprender los procesos de transporte por advección y dispersión, en regímenes subterráneos.
- Las BRP para el tratamiento de las aguas de escorrentía agrícola, han demostrado ser una tecnología idónea para su aplicación en las zonas productivas de nuestro país, esto favorecerá sustancialmente, la protección de los recursos hídricos y por consiguiente el bienestar de la población debido a la utilización de materia prima de bajo costo como lo son: el aserrín, sacos macen y plástico negro de igual manera conllevan fases relativamente factibles de construcción y operación, por todo lo antes expuesto este proceso de bioremediación, es una alternativa económicamente viable, ecológicamente sostenible y eficiente. si comparamos las concentraciones en el efluente del sistema de barreras reactivas permeables con las normas de calidad de agua de CAPRE, se obtienen valores por debajo de los límites máximos permisibles.
- El manejo de los residuos generados debido a la saturación del material de relleno (aserrín), por efecto del tiempo y el uso, pueden ser reutilizados en calidad de abono orgánico en los huertos comunales o familiares, sin ningún efecto adverso para la salud de la población o ambientalmente peligrosos como son por ejemplo los residuos generados en sistemas de tratamiento con uso de carbón activado.

**Financiamiento: este trabajo fue financiado por el Fondo para Proyectos de Investigación (FPI) de la UNAN-Managua. Agradecimientos:** A todos y todas l@s participantes y colaboradores en el estudio. A las autoridades de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN Managua y Autoridades del CIRA-UNAN/Managua, en especial al maestro Osnar Mondragón G.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bednarek, A., Szklarek, S., & Zalewski, M. (2014). Nitrogen pollution removal from areas of intensive farming. *Revista*, 1-10. Lodz, Banacha, Polonia.
- Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural Gonzales, O., Aguirre, J., Orozco, G., & Palacio, K. (2007). Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural. Nicaragua.
- Environmental Management Support, Inc., Silver Spring, MD.; Environmental Protection Agency, Washington, DC. Office of Solid Waste and Emergency Response. (1999). Field applications of in situ remediation technologies : permeable reactive barriers. Ada, Ok, U.S.A.
- EPA. (1998). Permeable reactive barrier technologies for contaminant remediation. *Informe EPA 600-R-98-125*. Washington, U.S.A.
- Hochstrat, R., Wintgens, T., Melin, T., & Jeffrey, P. (2005). *Wastewater reclamation and reuse in Europe: a model-based potential estimation*, Water Supply.
- MMA. (2000). Libro Blanco del agua en España. Madrid, España.
- Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Normas CAPRE. (2020). *Rasnic.org*. Obtenido de [https://www.rasnic.org/wp-content/uploads/2020/09/CAPRE\\_Normas\\_Regional-1.pdf](https://www.rasnic.org/wp-content/uploads/2020/09/CAPRE_Normas_Regional-1.pdf)
- Rittman, B. E., & Macarty, P. L. (2001). *Biotecnología del Medio Ambiente*. (McGraw-Hill, Ed.) Madrid, España.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación*. D.F, Mexico: McGRAW-HILL.
- ugr.es. (1999). Nitrificación. Importancia Ambiental. España.
- Yuanyuan , L., Haiyan, M., Liqun, C., Zakaria, A., & Li, L. (2015). Cr(VI)-contaminated groundwater remediation with simulated permeable reactive barrier (PRB) filled with natural pyrite as reactive materi. *Environmental factors and effectiveness*, . Chongqing , RP. China.

## Evaluación de la vulnerabilidad global en presas de colas. Moa, Cuba

## Global vulnerability assessment of tailings dams. Moa, Cuba

**Teresa Hernández Columbié**

Universidad de Moa, Cuba.

<https://orcid.org/0000-0002-6388-8997>

[tcolumbie@ismm.edu.cu](mailto:tcolumbie@ismm.edu.cu)

**Rafael Guardado Lacaba**

Universidad de Moa, Cuba.

<https://orcid.org/0000-0003-1075-8176>

[rguardado@ismm.edu.cu](mailto:rguardado@ismm.edu.cu)

**Recibido**

03/10/2022

**Aceptado**

29/03/2023

### RESUMEN

El cambio climático constituye un detonante de los riesgos por fallos de las presas de colas de la industria minera. Este factor, incrementa la vulnerabilidad ante peligros de origen natural y antrópico de las obras, ocurriendo un incremento de los incidentes medioambientales de estas estructuras, a medida que alcanzan mayor altura, poniendo en riesgo a la población, la infraestructura y el ambiente. En esta investigación se realiza una evaluación de la vulnerabilidad de una presa de colas ante diferentes amenazas hidrometeorológicas, sísmicas y tecnológicas, determinando a través de la aplicación de métodos cualitativos y cuantitativos la vulnerabilidad global de la obra. Se realiza una zonificación para la evaluación de la peligrosidad ante eventos de origen natural y antrópicos. El resultado de la evaluación de la vulnerabilidad global es "muy alta" en las zonas B, C y D de la obra y "alta" en la zona A. El nivel de predisposición de ser dañada la estructura es "muy alto".

### ABSTRACT

Climate change is a risk trigger for tailings dam failures in the mining industry. This factor increases the vulnerability to natural and anthropic dangers of the works, resulting in an increase of environmental incidents of these structures, as they reach greater height, putting at risk the population, the infrastructure and the environment. In this research, an evaluation of the vulnerability of a tailings dam to different hydrometeorological, seismic and technological hazards is carried out, determining through the application of qualitative and quantitative methods the global vulnerability of the work. A zoning is carried out for the evaluation of the danger of natural and anthropic events. The result of the global vulnerability assessment is "very high" in zones B, C and D of the construction site and "high" in zone A. The level of predisposition to damage the structure is "very high".

### PALABRAS CLAVE

Presas de colas; riesgos; cambio climático.

### KEYWORDS

Tailings dams; risks; climate change.

## INTRODUCCIÓN

Las presas de colas o de relaves son estructuras de alta complejidad ingenieril, formadas por material friable, que tienen entre sus funciones almacenar los residuales sólidos del proceso minero metalúrgico. El concepto general de su diseño es construir diques de contención perimetrales que aumentan su altura, sobre un suelo de cimentación artificial generado por las propias colas a medida que se van depositando o por material de empréstito (Hernández. T., 2015).

En su investigación Adiansyah et al, (2015), refieren que los volúmenes de residuos, junto con las características peligrosas de los mismos, en algunos casos, generan impactos irreversibles que convierten el manejo de relaves mineros en una cuestión crucial. La composición físico-química de los relaves supone grandes desafíos adicionales para lograr paisajes física y químicamente estables que no representen riesgos como el drenaje ácido de las minas. La falta de manejo de los relaves puede resultar costosa, con graves e irreversibles consecuencias, incluso a veces catastróficas. El desconocimiento de la vulnerabilidad de estas obras incrementa los riesgos de desastres en la actualidad.

Es un hecho conocido que un gran número de los fallos de las presas de colas tienen diferentes orígenes, donde el factor fundamental está en la acción del agua, la sismicidad, su peso y aquellos elementos estructurales que en determinado momento las convierten en inestables. El colapso de las presas de colas de Brumadinho, Las Marianas (Brasil, 2015-2019), Mount Polley (Canadá, 2014), Kentucky (USA, 2000), Borsa (Rumania, 2000) y Anazcóllar, (España, 1998), constituyen ejemplos de fallos catastróficos.

La acción del cambio climático transforma el comportamiento de las variables climatológicas de forma impredecible, la ocurrencia de eventos de lluvias extremas o sequías severas ocurren cada vez con mayor frecuencia, esta alteración climática dispara los peligros de origen natural y provoca que las operaciones incorrectas en las obras produzcan mayores daños de origen tecnológico. Las presas de colas no están diseñadas para almacenar agua y son diseñadas para que el líquido acompañante de la pulpa se acumule, por proceso de decantación, en depósitos desde donde se bombea hacia el proceso metalúrgico, esto garantiza un proceso de recirculación de agua que permite la recuperación de los metales concentrados y del agua, bajando los costos de producción del producto final (Hernández, 2015).

Los grandes depósitos de colas en Cuba, aparecen a partir de la explotación de los depósitos lateríticos en los actuales municipios de Mayarí, en las zonas de Nicaro 1948 y Moa 1961. En la región de Moa existen cinco presas de colas, dos en operaciones, dos en cierre y una inactiva transformada en pasivo ambiental desde 1970.



Hernández et al, (2014), refieren en su trabajo que Moa hoy tiene el mayor peso específico de presas de colas en el país, existen reportes históricos de la ocurrencia de colapsos parciales en estas obras, las cuales han vertido significativas cantidades de colas al medio, provocando la contaminación de grandes extensiones de suelos, del sector costero, la colmatación de los cauces por acumulación de sedimentos, la destrucción de los bosques de galería de los ríos Moa, Cabañas y arroyo Los Lirios, además de un impacto visual negativo.

Atendiendo a las severas y, a veces, irreversibles consecuencias económicas, sociales y ambientales ocasionadas por una mala gestión de los relaves, es imprescindible utilizar metodologías para el manejo de residuos mineros (Adiansyah et al, 2015).

En la determinación del escenario de seguridad se debe tener en cuenta el grado de vulnerabilidad que posee la presa de colas ante la acción de peligros hidrometeorológicos, los cuales pueden desencadenar diferentes riesgos por deslizamientos de diques de contención y colapsos parciales o totales de la presa de colas (Hernández et al. 2021).

Wilches-Chaux (1988), plantea que la vulnerabilidad es la incapacidad de una comunidad para “absorber” mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente. Inflexibilidad ante el cambio. Incapacidad de adaptarse al cambio, que para la comunidad constituye, por las razones expuestas, un riesgo. Este propio autor, declara en su trabajo “La Vulnerabilidad Global”, que es necesario anotar que la vulnerabilidad en sí misma constituye un sistema dinámico, es decir, que surge como consecuencia de la interacción de una serie de factores y características (internas y externas) que convergen en una comunidad particular.

La presa de colas No. 2 de Moa requiere de estudios que profundicen en el grado de vulnerabilidad de la presa ante los peligros naturales y tecnológicos, esto conlleva al incremento de la probabilidad de fallo de esta obra en escenarios vulnerables para las personas, propiedades y el medio natural. La ocurrencia de varias rupturas de los diques de contención ha provocado daños significativos a la economía, la población y al medio del entorno donde está ubicada esta estructura.

En la presente investigación se evalúa la vulnerabilidad global de la presa ante diferentes peligros, se aporta el diseño de una guía para la selección de los métodos de protecciones físicas, químicas, vegetales o mixtas que garantiza la selección adecuada de los materiales que aportan la estabilidad de los terrenos y disminución de vulnerabilidad de la estructura, las comunidades aledañas, propiedades industriales cercanas y el medio ambiente. Además, se logra incrementar el nivel de percepción del riesgo ante la ruptura de las presas de colas en Cuba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La presa de colas No. 2 de Moa se encuentra ubicada hacia el este oriental de Cuba, en la provincia Holguín, al sureste de la ciudad de Moa. Desde los inicios de su construcción ha presentado problemas de estabilidad, debido a los estratos de baja resistencia presentes en los suelos de cimentación, estos se corresponden con los del valle aluvial del río Moa (ver Figura 1).



Figura 1. Presa de colas No. 2. Nota: La presa fue construida sobre el valle aluvial del río Moa. Fuente: Autores.

Para el desarrollo de la investigación se realiza un estudio geoambiental descriptivo del área de trabajo y de las propiedades geotécnicas de la presa de colas No. 2 de Moa. Se aplicaron varias técnicas para la recopilación de la información necesaria como: entrevistas, consultas a expertos y procesamiento de base de datos históricas. Se empleó la metodología de Wilches-Chaux (1988) y se aplicaron métodos de evaluación matricial de probabilidad e impacto tanto cualitativa y cuantitativamente para los factores condicionantes y disparadores de fallos de la presa de colas.

El software Slope/W© fue empleado para el análisis de la estabilidad de los taludes de la presa. La evaluación de la peligrosidad se realiza tomando como referencia investigaciones realizadas por diferentes organizaciones internacionales de Japón, Estados Unidos, Inglaterra y Australia. Los autores realizan modificaciones en base a las condiciones particulares de la obra objeto de estudio.

Los análisis geotécnicos realizados indican que las colas estudiadas, se clasifican como suelos combinados con índices de plasticidad entre 4 y 7 (CL- ML), estas muestras corresponden a un limo arcilloso con baja plasticidad. Los materiales clasificados como MH son limos de alta compresibilidad y plasticidad media. El

material ML son limos de baja compresibilidad y ligera plasticidad. La densidad de las partículas sólidas varía entre 1,8 y 3,8 g/cm<sup>3</sup>. El elevado peso específico está condicionado por la composición dada por grandes cantidades de metales pesados. La cohesión es baja, tiene un máximo de 22 kPa. El ángulo de fricción interna varía entre 25 y 42 grados.

### **Análisis de los factores condicionantes y disparadores de los peligros en la presa de colas**

Los factores condicionantes y disparadores de los peligros determinados, por los autores, como los de mayor incidencia en la investigación son:

- Factor litológico: representa la composición de los materiales que intervienen en la construcción de la presa: suelos de la cimentación, suelos como materiales de construcción de los diques y las colas.
- Factor topográfico: el elemento analizado es la pendiente de los taludes de los diques de la presa de colas. La pendiente de los taludes es la definida en los criterios de diseño para la construcción tanto para la vertical (V) como para la horizontal (H), (talud interior V-1:H-1.5 – y talud exterior V-1:H-3). La influencia de la pendiente sobre el desarrollo de fallos, se determina comparando el estado de los taludes cuando se incumple con lo establecido en los criterios del diseño constructivo.
- Factor estructural: representan los diferentes diques que componen la presa de colas. Los indicadores analizados fueron la relación de paralelismo entre los diques y el espesor de las capas.
- Factor climático: se toman en consideración los indicadores que caracterizan la situación climática del medio y el territorio como son: lluvia, régimen de lluvias, temperatura y humedad, se tiene en cuenta la variabilidad que el cambio climático ha provocado sobre estos indicadores.
- Factor hidrológico: representado por el balance hídrico en la presa de colas, el nivel freático, la existencia de cursos de agua y sistemas de drenaje, son una herramienta clave para los cálculos de entradas, salidas y volúmenes almacenados de agua.
- Factor geotécnico: corresponde con las propiedades geotécnicas de los suelos y colas. Los ensayos utilizados: humedad, límites de plasticidad, peso específico, distribución granulométrica, compactación, permeabilidad, licuefacción y deformabilidad y resistencia al cortante fueron el resultado de los ensayos realizados en varias campañas de investigaciones de campo, in situ como el *standard penetration test* (SPT, por sus siglas en inglés) y el *Cone Penetration Test* (CPT, por sus siglas en inglés), y pruebas de laboratorio, con el objetivo de determinar las propiedades físico-mecánicas para los análisis de estabilidad y diseño de taludes.
- Factor sismo: presenta aquellos indicadores que caracterizan la situación sismológica del medio como son: intensidad y magnitud, la actividad tectónica manifestada por las fallas activas y poco activas del territorio, y los movimientos que tienen lugar en el medio de baja e intensa magnitud.
- Factor uso del suelo: representa el grado de uso del terreno según indicadores

como redes técnicas donde se tomará en consideración los tipos de conducción de las aguas y las colas. En el uso del suelo intervienen además los indicadores urbanos e industriales, agrícolas y los suelos que quedaron agrupados en el concepto de ocupación del terreno. Este factor se valora a través del análisis matricial cualitativo y cuantitativo y es confirmado por reconocimiento de campo y un análisis auxiliar de fotografías satelitales. Está dividido en tres clases fundamentales: áreas en operación, áreas abandonadas, y áreas rehabilitadas.

- Factor acción antrópica: representado por la actividad humana, el tránsito de vehículos pesados, el manejo de los taludes y los focos de sobrecargas que se pueden producir en la presa.

### Elementos en riesgo

En este artículo se realiza un análisis de los elementos en riesgo en el área de estudio, teniendo presente el nivel de exposición de los mismos ante el riesgo de fallo de la presa de colas, los cuales son:

- Población: se analiza que la presa de colas limita hacia el suroeste con la comunidad La Veguita, este asentamiento posee un total de 214 viviendas, y existen seis casas ubicadas a menos de 100 m del dique inicial de la presa de colas. El sector oeste de la presa limita con tierras de uso agrícola.
- Presa de colas: los análisis se basan en las vulnerabilidades de esta obra ante la acción de peligros naturales y tecnológicos y en la importancia de lograr minimizar los daños sobre la misma por su influencia en el proceso industrial y los daños que puede ocasionar su fallo sobre la población, el medio ambiente e instalaciones, así como la pérdida de grandes reservas de minerales que contienen las colas.
- Instalaciones: se valora la existencia de varias instalaciones industriales y de comunicaciones. Existen caminos mineros y de acceso a la población de La Veguita, pozos de abasto de agua a la población, red de piezómetros y puntos de control geodésico.
- Medio ambiente: se evalúan las probabilidades de daños a producirse por fallos en la presa de colas, sobre la red hídrica, además del suelo, la flora y fauna.

### Estimación de los peligros naturales y tecnológicos en la presa de colas

En la Tabla 1 se distinguen cinco grados de ese peligro, desde la muy baja hasta la muy alta. La clasificación cualitativa de los peligros, por factores aparecen en la Tabla 2.

Tabla 1: Categorización y evaluación del peligro por fallo de los diques

Descripción	Suma total de los pesos
Peligro muy bajo (MB)	≤ 30.0
Peligro bajo (B)	30.1 – 60.0

Peligro medio (M)	60.1 – 80.0
Peligro alto (A)	80.1 – 90.0
Peligro muy alto (MA)	≥ 90.1

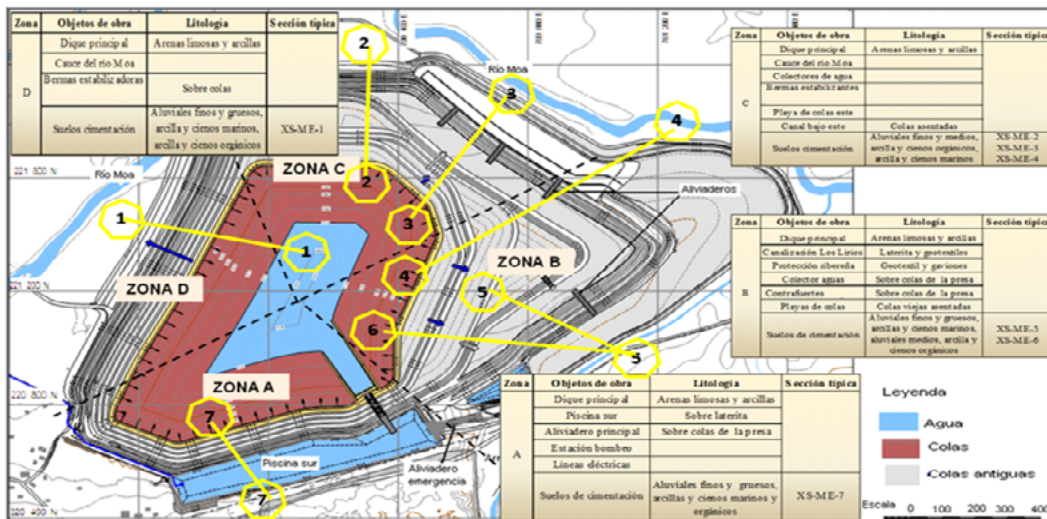
**Tabla 2: Peso de los diferentes factores que condicionan y disparan los fallos en la presa de colas**

Familia de factores	Tipos de factores	Peso en el análisis
Factores que caracterizan la susceptibilidad a fallos	Litología del suelo (diques y fundación)	20.0
	Estructura	5.0
	Topográfico	10.0
	Hidrológico	10.0
	Clima (temperatura y humedad)	1.0
	Uso de suelo	5.0
Factores que desencadenan fallos (eventos generadores)	Sísmicos	15.0
	Clima (lluvias)	4.0
	Zonas hidrológicas críticas, redes técnicas y nivel de antropización	10.0
Eventos ingeniero geológicos	Evidencias de ocurrencia	20.0
Sumatoria total		100.0

**Zonificación para la evaluación de la vulnerabilidad por fallos de la presa de colas**

Hernández (2015) en su investigación propuso la sectorización de la presa de colas No. 2 en cuatro zonas (A, B, C y D) con el objetivo de realizar un análisis detallado de la vulnerabilidad de la obra, partiendo de la identificación de los peligros de origen natural y antrópico de la presa de colas. El comportamiento geotécnico de la presa bajo condiciones estáticas y pseudoestáticas se analiza a partir de varias secciones transversales por zonas (ver Figura 2).

**Figura 2. Zonificación de la presa de colas No. 2.**



**Nota: la figura muestra objetos de obras por zonas, litología y sección típica. Fuente: Hernández (2015).**

### Factores de inestabilidad en la presa de colas

La estabilidad de la presa de colas depende de los factores condicionantes relacionados con las aguas subterráneas, la tectónica, la topografía, la textura y estructura de los materiales, así como su alteración o degradación mecánica. Los factores detonantes en las presas de colas pueden ser eventos naturales como las lluvias, los sismos, la erosión, los deslizamientos, la licuefacción o artificiales como cortes, rellenos, deforestación y operacionales de la presa de colas.

La existencia de la presa Nuevo Mundo, la cual almacena más de 100 millones de m<sup>3</sup> de agua, y su ubicación en la cuenca superior de la presa de colas No. 2 constituye un riesgo potencial, pues un colapso de esta estructura, provocaría la destrucción total de la presa objeto de estudio. En el análisis de todos estos factores se tiene en cuenta la influencia del cambio climático, fundamentalmente, en la periodicidad e intensidad de los eventos meteorológicos, además de la interrelación de estos factores naturales con la acción antrópica presente en el área.

### Metodología empleada para el desarrollo de la investigación

La metodología empleada se basa en la propuesta de Wilches-Chaux (1988), la cual identifica diez componentes o niveles de la vulnerabilidad global en los desastres, que conducen a determinar los tipos de vulnerabilidad. Entre estos se encuentran el económico, social, político, técnico, ideológico, cultural, educativo, geológico, institucional y físico; en este último se sitúan las vulnerabilidades que se evalúan en las edificaciones: la estructural, la no estructural y la funcional.

## Determinación de las vulnerabilidades

Clasificación cualitativa de la vulnerabilidad global por cada grupo de eventos generadores de fallos, en cada zona y sus elementos estructurales y no estructurales.

El sistema propuesto considera los siguientes pasos para evaluar la vulnerabilidad global (VG):

- Determinación de la vulnerabilidad física (VF)
- Determinación de las vulnerabilidades complementarias (VC)
- Cálculo de la vulnerabilidad global (VG)

### a) Vulnerabilidad física (VF)

Este proceso se divide en el análisis de las siguientes vulnerabilidades:

- Vulnerabilidad estructural
- Vulnerabilidad no estructural
- Vulnerabilidad funcional de la instalación

### b) Vulnerabilidad estructural de la presa de colas

*Análisis de la vulnerabilidad estática y pseudoestática de la presa:* el software Slope/W© fue empleado para el análisis de la estabilidad. Los cálculos se basaron en las secciones típicas transversales de las distintas zonas de la presa. Los factores de seguridad estáticos mínimos, se fundamentan en las normativas de seguridad de la Canadian Dam Association (CDA) y la ICOLD, se considera factores de seguridad de 1.50 y de 1.30 durante el cierre de la instalación y para las operaciones respectivamente, debido a la no existencia de normativas de seguridad en Cuba para las presas de colas.

*Análisis de la vulnerabilidad sísmica de la presa:* está basado en los datos geotécnicos, litografía, las cargas y/o aceleraciones sísmicas introducidas en el modelo de estabilidad:

- 0,16g para el Terremoto de Diseño (TD) de 1 en 200 años.
- 0,23g para el Terremoto Básico de Operaciones (TBO) de 1 en 500 años.
- 0,32g en el Máximo Terremoto Creíble (MTC) de 1 en 1000 años.

*Análisis de la vulnerabilidad hídrica de la presa:* el objetivo principal de la gestión del agua es disminuir los impactos en las zonas aguas abajo de la presa de colas, al extender el tratamiento del sobrenadante y los escurrimientos. Los aliviaderos y canales se diseñaron para una probabilidad de 1 en 1 000 años para 24 horas de duración, las dimensiones de los aliviaderos y el canal de salida se calcularon, para los gastos de la tormenta de 1 en 1 000 años, los mismos aseguran la evacuación de las aguas de las lluvias.

**c) Vulnerabilidad no estructural de la presa de colas**

Análisis de la vulnerabilidad del equipamiento tecnológico: por las características funcionales de la presa como depósito de las colas que son bombeadas desde la planta de lavado a contracorriente, el equipamiento tecnológico consta de: 1-Redes de tuberías asentadas a todo lo largo de sus diques. 2-El punto de bombeo del agua recuperada. 3-El sistema de líneas eléctricas y de comunicaciones internas.

**d) Vulnerabilidad funcional y organizacional**

Se definen los más importantes aspectos de la estabilidad de los procesos, según la capacidad de producción. Deben analizarse aspectos tales como: 1- Incidencia del fallo de la presa en el proceso productivo, 2- Solución espacial de los objetos de obra, en particular de las tuberías para el traslado de las colas y agua, energía, comunicaciones, 3- Resultado de los derrumbes parciales, destrucción de puentes de tuberías y 4- Influencia de la presa en la paralización de cualquiera de las obras de infraestructura del territorio.

Después del análisis de los eventos de tipo progresivo que ocurren dentro del período de vida útil de la presa de colas (ver Tabla 3) se definen los niveles de la vulnerabilidad física en la presa de colas, con sus correspondientes porcentajes de afectación. Las vulnerabilidades se clasifican desde baja (VB), media (VM), alta (VA) y muy alta (VMA).

**Tabla 3: Clasificación de la vulnerabilidad física**

Proceso	Nivel de vulnerabilidad			
	VB ≤ 25 %	VM: 26 a 50 %	VA: 51 a 75%	VMA: 76 a 100%
Erosión superficial en taludes	Laminar o eólica	Con surcos aislados	Con surcos extendidos	Con cárcavas
Erosión interna en taludes	Suelos poco permeables y nivel freático bajo	Suelos de medio a permeables y nivel freático medio	Suelos permeables y nivel freático alto con drenes	Suelos permeables y nivel freático alto sin drenes
Deslizamientos	Brechas puntuales de menos de 1 m de ancho	Brechas puntuales entre 1 m a 3 m de ancho	Varias zonas con brechas entre 1 m a 3 m de ancho	Segmentos con brechas mayores a 3 m de ancho
Agrietamientos por sismos o débiles cimentaciones	Fisuras superficiales	Grietas medias superficiales	Grietas gruesas superficiales	Redes de grietas superficiales extendidas



Derrames de agua, colas, errores operacionales o accidentes	Una vez al año	Tres veces al año	Cinco veces al año	Más de cinco veces al año
---	----------------	-------------------	--------------------	---------------------------

**e) Vulnerabilidades complementarias (VC)**

Las cuatro vulnerabilidades que se analizan para el cálculo de la vulnerabilidad complementaria de la presa de colas son: vulnerabilidad ambiental y ecológica (VAE), vulnerabilidad económica (VE), vulnerabilidad social (VS) y vulnerabilidad científico-tecnológica (VCT).

La vulnerabilidad complementaria (VC) a diferencia de la física, es común para toda la presa, sus zonas y elementos estructurales y no estructurales, y es el promedio de las vulnerabilidades complementarias consideradas y se calcula por:

$$VC = \frac{VAE + VE + VS + VCT}{4} \tag{1}$$

En los casos de cada una de las vulnerabilidades complementarias, se registran las variables que más peso tienen en su evaluación y sus características, luego el valor final es el promedio de las correspondientes a cada variable, calculada por medio de la expresión siguiente:

$$V_j = \frac{V_1 + V_2 + \dots + V_i}{N_i} \tag{2}$$

Donde:

$V_j$  - Vulnerabilidad promedio en %

$V_1 + V_2 + \dots$  - Vulnerabilidades por cada variable en %

$N_i$  - Cantidad de variables evaluadas

Vulnerabilidad ambiental y ecológica (VAE). Las variables para evaluar esta vulnerabilidad se fundamentan en las condicionales atmosféricas, la composición y calidad del aire y el agua, y las condiciones ecológicas. Su valoración aparece en la Tabla 4.

**Tabla 4: Vulnerabilidad ambiental y ecológica.**

Variable	Nivel de vulnerabilidad			
	VB ≤ 25 %	VM: 26 a 50 %	VA: 51 a 75 %	VMA 76 a 100 %
Condiciones Atmosféricas (CA)	Temperatura normal	Temperatura ligeramente superior al promedio anual	Temperatura superior al promedio anual	Temperatura superior estable al promedio normal
Composición y Calidad del Aire y el Agua (CCAA)	Sin contaminación	Con un nivel moderado de contaminación	Alto grado de contaminación	Contaminación muy alta
Condiciones Ecológicas (CE)	Conservación de recursos naturales, no contaminación	Explotación moderada de los recursos naturales y de contaminación	Explotación alta de los recursos naturales, y contaminación	Explotación indiscriminada de los recursos naturales

Esta vulnerabilidad se calcula por la siguiente ecuación:

$$VAE = \frac{CA + CCAA + CE}{3} \tag{3}$$

Vulnerabilidad económica (VE). La Tabla 5 contiene las variables características según el nivel de vulnerabilidad económica existente en la presa. Constituida por el acceso que pueda tener la empresa a los activos económicos (tierra, infraestructura, servicios, entre otros), refleja la capacidad para hacer frente a un desastre y está determinada, fundamentalmente, por el nivel de ingresos económicos de la actividad productiva y su impacto internacional. También se incluyen los efectos en el empleo y los niveles de ingresos para la población de la región cercana a la inversión.

**Tabla 5: Vulnerabilidad económica**

Variable	Nivel de vulnerabilidad			
	VB ≤ 25 %	VM: 26 a 50 %	VA: 51 a 75 %	VMA: 76 a 100 %
Actividad Económica (AE)	Alta productividad y recursos bien distribuidos.	Medianamente productiva y distribución regular de los recursos.	Escasamente productiva y distribución deficiente de los recursos.	Sin productividad y nula distribución de recursos.

	Productos para el comercio exterior o fuera de la localidad	Productos para el comercio interior, a nivel local.	Productos para el autoconsumo.	
Acceso al Mercado Laboral (AML)	Oferta laboral superior a la demanda	Oferta laboral igual a la demanda	Oferta laboral menor a la demanda	No hay oferta laboral
Nivel de Ingresos (NI)	Alto nivel de ingresos	Suficiente nivel de ingresos	Nivel de ingresos que cubre necesidades básicas	Ingresos inferiores para cubrir necesidades básicas

Esta vulnerabilidad se calcula por la siguiente ecuación:

$$VE = \frac{AE + AML + NI}{3} \tag{4}$$

Vulnerabilidad social (VS). Los elementos a evaluar en la vulnerabilidad social aparecen en la Tabla 6, en ella se analiza el nivel de organización y participación que tiene la empresa minera para prevenir y responder ante situaciones de emergencia. Mayor será la vulnerabilidad de una entidad si su cohesión interna es pobre, es decir, si las relaciones que vinculan a los miembros de la misma con el conglomerado social, no se afianzan en sentimientos compartidos de pertenencia y de propósito y que no existan formas organizativas que lleven esos sentimientos a acciones concretas.

**Tabla 6: Vulnerabilidad social**

Variable	Nivel de vulnerabilidad			
	VB ≤ 25 %	VM: 26 a 50 %	VA: 51 a 75 %	VMA: 76 a 100 %
Nivel de Organización de la Empresa (NOE)	Totalmente organizada	Organizada	Escasamente organizada	No organizada
Grado de Relación entre las Instituciones y Organizaciones Locales (GRIOL)	Fuerte relación	Medianamente relacionados	Débil relación	No existe

Tipo de Integración entre Organizaciones e Instituciones Locales (TIOIL)	Integración total	Integración parcial	Baja integración	No existe integración
--	-------------------	---------------------	------------------	-----------------------

Esta vulnerabilidad se calcula por la siguiente ecuación:

$$VS = \frac{NOE + GRIOL + TIOIL}{3} \tag{5}$$

Vulnerabilidad científica y tecnológica (VCT). Es el nivel de conocimiento científico y tecnológico que los trabajadores de la empresa tienen sobre los peligros de origen natural y tecnológico, especialmente los que trabajan directamente o los vinculados con la presa de colas. Además, evalúa el acceso a la información y el uso de técnicas para ofrecer mayor seguridad a los trabajadores frente a los peligros quienes deben estar informados sobre las medidas de prevención y mitigación, de la importancia de la vigilancia y monitoreo, para evitar el daño o el colapso de la misma, a fin de minimizar o reducir así los riesgos. Ver Tabla 7.

**Tabla 7: Vulnerabilidad científica y tecnológica**

Variable	Nivel de vulnerabilidad			
	VB ≤ 25 %	VM: 26 a 50 %	VA: 51 a 75 %	VMA: 76 a 100 %
Existencia de Trabajos de Investigación sobre Desastres en la Localidad (ETIDNL)	Todos los peligros fueron estudiados	La mayoría de los peligros fueron estudiados	Existen pocos estudios de los peligros naturales	No existen estudios de ningún tipo de peligros
Existencia de control de Fenómenos Completos (EIMFC)	Empresa totalmente instrumentada	Empresa parcialmente instrumentada	Empresa con escasos instrumentos	Empresa sin instrumentos
Conocimiento sobre la Existencia de Estudios (CEE)	Conocimiento total de los estudios existentes	Conocimiento parcial de los estudios	Mínimo conocimiento de los estudios existentes	No tienen conocimiento de los estudios

Esta vulnerabilidad se calcula por la siguiente ecuación:

$$VCT = \frac{ETIDNL + EIMFC + CEE}{3} \quad (6)$$

**f) Vulnerabilidad global (VG)**

Para fines de la estimación o valoración del riesgo, la vulnerabilidad global (VG) se clasifica en cinco niveles: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. En la Tabla 8 se presenta la clasificación, descripción y valor de la vulnerabilidad global.

**Tabla 8: Clasificación, descripción y valor de la vulnerabilidad global**

Nivel de vulnerabilidad	Descripción/Características	Rangos de VG
VMB y VB	Presas asentadas sobre terrenos seguros, sismo-resistentes. Entidad de ingreso medio a alto, con estudios y cultura de prevención, cobertura de servicios básicos, buen nivel organizativo y participación, articulación entre instituciones y organizaciones existentes.	≤ 25 %
M	Presas asentadas sobre suelos de calidad intermedia, aceleraciones sísmicas moderadas, inundaciones muy esporádicas. Material regular y buen estado de conservación. Ingresos económicos medios, cultura de prevención en desarrollo, cobertura parcial de los servicios básicos y atención para servicios de emergencia. Entidad organizada, con participación de la mayoría, medianamente relacionada e integración parcial.	De 26 a 50 %
VA	Presas asentadas en zonas que se esperan altas aceleraciones sísmicas, con material en mal y regular estado. Entidad con escasos recursos económicos, sin conocimientos y cultura de prevención, cobertura parcial de servicios básicos, accesibilidad limitada para servicios de emergencia, escasa organización, mínima participación, débil relación y una baja integración.	De 51 a 75 %
VMA	Presas asentadas en zonas de suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación y colapsos, construcción precaria. Entidad de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención, inexistencia de servicios básicos y accesibilidad limitada para atención a emergencias; así como una nula organización y participación entre las instituciones y organizaciones existentes.	De 76 a 100 %

Esta vulnerabilidad se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$VG = \frac{Pf + VF + VC}{Pf + 1} \quad (7)$$

Donde:

Pf – Peso ponderado de la vulnerabilidad física en la vulnerabilidad global, que depende de la importancia socio-económica de la inversión en estudio (ver Tabla 9). VF – Vulnerabilidad física de un elemento, zona o la presa y VC – Vulnerabilidad complementaria de la presa.

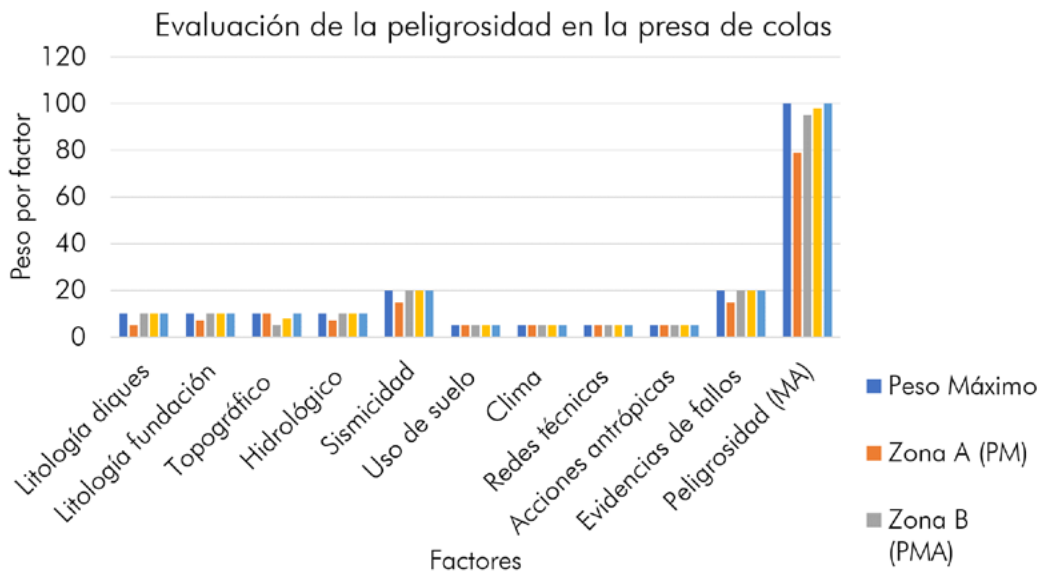
**Tabla 9: Valores recomendados de P<sub>f</sub>.**

Categoría de la obra	P <sub>f</sub>
Sector educación y cultura	1.10 – 1.30
Sector industrial	1.30 – 2.00
Sector agropecuario	1.00 – 1.20
Sector salud	1.20 – 1.50
Viviendas	1.00 – 1.15
Edificios	1.60 – 2.00

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación de la evaluación matricial de probabilidad e impactos de los factores que determinan el nivel de peligrosidad de la presa de colas No. 2, permite conocer que la Zona A clasifica como una peligrosidad media y las Zonas B, C y D como muy altas (ver Figura 3). El peligro de la sismicidad es muy alto para toda la presa, el incremento de la actividad sísmica en la zona eleva las probabilidades de ocurrencia de fallos ante un terremoto. Los fallos geotécnicos están representados por hundimientos existentes al noreste (0.52 m) y noroeste (0.26 m) de la obra se deben al recrecimiento de la presa sobre colas poco consolidadas, con un alto nivel de sobresaturación, la sobrecarga que provoca el peso de los diques sobre estas zonas favorece la ocurrencia del fenómeno de la licuefacción y la aparición de varias familias de grietas con orientación noreste.

**Figura 3. Evaluación cuantitativa y cualitativa de la peligrosidad sobre la presa de colas. Fuente: Autores**



### Vulnerabilidad física (VF)

#### a) Vulnerabilidad estructural de la presa de colas

Los cálculos de la vulnerabilidad estructural estática se basaron en las secciones típicas transversales de las distintas zonas de la presa. Los resultados del cálculo de factores de seguridad estático y sísmico para las distintas secciones transversales según la zonación geotécnica de la presa de colas se presentan en la Tabla 10.

**Tabla 10: Cálculos de los factores de seguridad estático y sísmico para las distintas secciones transversales.**

Sección transversal	Factor Seguridad Estático	Factor Seguridad Sísmico
XS-ME-1	1.59	1.21
XS-ME-2	1.34	1.2
XS-ME-3	1.39	1.31
XS-ME-4	1.25	1.19
XS-ME-5	1.61	1.26
XS-ME-6	1.47	1.2
XS-ME-7	1.4	1.38

El análisis de estabilidad promedio de las muestras de los diques en las secciones transversales se describe como:

- La sección XS-ME-7 (Zona A) posee un factor de seguridad estático de 1,4 y 1,38 sísmico. Comprende la zona más estable de la presa de colas, dentro

- de la misma aparece la piscina sur y el aliviadero principal de emergencia.
- Las secciones XS-ME- 4, 5 y 6 (Zona B) tienen un factor de seguridad superior de 1,61 durante todas las fases constructivas. En la sección XS-ME-4 no se logra satisfacer el factor de seguridad sísmico (1.19), resultado del bajo nivel de consolidación de las colas que ocupan los contrafuertes y los sedimentos marinos en los cimientos muy granulados y suaves, ubicados aguas abajo de la presa en dirección este. Se construirán varios contrafuertes para garantizar la estabilidad de la zona.
  - Las secciones XS-ME- 2 y 3 (Zona C) presenta un factor de seguridad máximo de 1,39. En esta área fue construido un contrafuerte para aumentar el factor de seguridad.
  - La sección XS-ME-1 (Zona D) satisface el factor de seguridad estático requerido de 1,30 y sísmico 1.2, se construirá un contrafuerte hacia el noroeste.

Martínez et al., (2017) realizan los estudios geotécnicos en las mismas secciones transversales de este trabajo, pero aplicando otro método para el cálculo del factor de seguridad, como el de los estados límites, concluyendo de la existencia de inestabilidades en la presa de colas, las cuales coinciden con las determinadas en este trabajo.

### **b) Vulnerabilidad no estructural de la presa de colas**

La vulnerabilidad del equipamiento tecnológico en las diferentes zonas de la presa de colas posee altas probabilidades de ser dañadas ante la acción de los peligros naturales o antrópicos, aunque la misma clasifica como peligrosidad media, esta zona recibirá los mayores daños por el alto nivel de concentración de redes de tuberías de deposición de las colas y de agua, estación de bombeo, sistema de comunicación vial y de distribución de las colas por el perímetro de la presa. El resto de las zonas tiene una peligrosidad muy alta, de ocurrir algún evento los daños se centrarán en las redes de tuberías de deposición de colas y en las vías de acceso a la obra.

### **c) Vulnerabilidad funcional y organizacional**

El nivel de funcionalidad de la presa de colas será dañado gravemente ante la acción de los diferentes peligros, las redes de tuberías, de comunicación y viales dejarán de funcionar normalmente, lo cual paralizará el proceso industrial. Se deben tomar acciones de prevención, como la construcción de un depósito de emergencia que puedan almacenar las colas por un espacio de tiempo que permita la reparación de los daños ocasionados en la presa, así como poseer otras vías de acceso a la instalación y plantas móviles de generación de energía.

La matriz final de evaluación de la VF de cada una de las zonas de las presas de colas y sus elementos estructurales y no estructurales, cualitativamente se muestra en la Tablas 11a, mientras que la cuantitativa, aparece en la Tabla 11b.



**Tabla 11: a). Clasificación cualitativa de la vulnerabilidad física por zonas (VF)**

Eventos naturales	A	B	C	D
Erosión superficial	25	65	90	95
Deslizamientos	25	45	70	95
Agrietamientos	20	35	80	95
Fallos por sismos	100	100	100	100
Eventos Tecnológicos	A	B	C	D
Fallos de operación	85	75	60	90
Rotura presa NM	100	100	100	100

**Tabla 11: b). Clasificación cuantitativa de la vulnerabilidad física (VF) por zonas**

Eventos naturales	A	B	C	D
Erosión superficial	B	A	MA	MA
Deslizamientos	B	M	A	MA
Agrietamientos	B	A	MA	MA
Fallos por sismos	MA	MA	MA	MA
Eventos Tecnológicos	A	B	C	D
Fallos de operación	MA	MA	A	MA
Rotura presa NM	MA	MA	MA	MA

### Vulnerabilidades complementarias (VC)

#### a) Vulnerabilidad ambiental y ecológica (VAE)

Con la evaluación de las variables se determina que existen altas temperaturas, las cuales superan los 50 °C, elevada contaminación existente en el medio por la presencia de polvo y gases tóxicos, la actividad antrópica en el área de estudio es muy significativa. Entonces, de la aplicación de la Ecuación (3) se obtiene:

$$VAE = \frac{75 + 50 + 75}{3} = \frac{200}{3} = 66.67\%$$

### b) Vulnerabilidad económica (VE)

Teniendo en cuenta el comportamiento de las variables características según el nivel de VE existente en la presa (ver Tabla 5), se define como: la empresa posee una alta productividad y sus derivados se envían para el comercio exterior, por eso es de 25 %. El acceso al mercado laboral ostenta un nivel alto, ya que la oferta laboral es menor que la demanda (75 %), los niveles de ingresos son altos (25 %). De la aplicación de la Ecuación (4) se obtiene:

$$VE = \frac{25 + 75 + 25}{3} = \frac{125}{3} = 25\%$$

### c) Vulnerabilidad social (VS)

Los elementos a evaluar en la VS se analizan a partir del nivel de organización y participación que tiene la empresa, para prevenir y responder ante situaciones de emergencia. Los valores de las variables mencionadas se expresan a continuación (ver Tabla 6). Nivel de organización: entidad organizada (50 %), Grado de relación entre las organizaciones locales: fuerte relación (25 %) y la Integración entre las organizaciones: integración total (25 %).

Entonces de la aplicación de la Ecuación (5) se obtiene:

$$VS = \frac{50 + 25 + 25}{3} = \frac{100}{3} = 33.33\%$$

### d) Vulnerabilidad científica y tecnológica (VCT)

Los valores de las variables de la VCT (ver Tabla 7) se expresan a continuación: La mayoría de los peligros naturales fueron estudiados (50 %). Empresa totalmente instrumentada (25 %) y Conocimiento total de los estudios existentes (25 %). El valor promedio de esta vulnerabilidad es, de acuerdo con la aplicación de la Ecuación (6):

$$VCT = \frac{50 + 25 + 25}{3} = \frac{100}{3} = 33.33\%$$

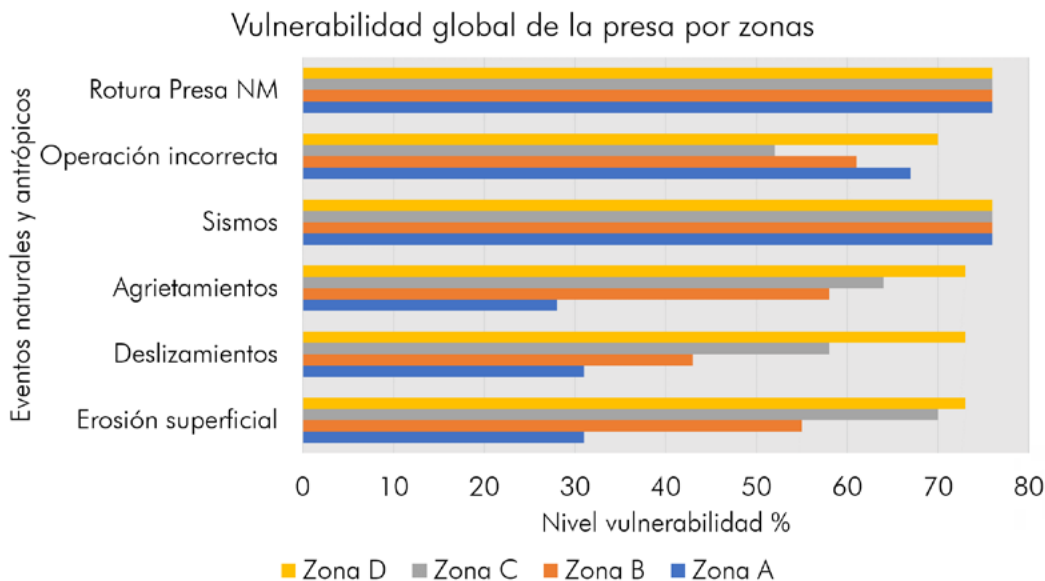
La VC de la presa y sus zonas será el promedio de las puntuaciones de los cuatro tipos de vulnerabilidades evaluadas, entonces de la aplicación de la Ecuación (1) se obtiene:

$$VC = \frac{66.67 + 25 + 33.33 + 33.33}{4} = \frac{158.33}{4} = 39.5825 \approx 40\%$$

### Vulnerabilidad global (VG)

En la Figura 3 y la Tabla 12 se muestra la estimación cuantitativa y cualitativa de la VG en las zonas de la presa de colas No. 2 aplicando la Ecuación (7), en función de los valores de la VF, VC y como valor de  $P_f$  se tomó 1.50.

**Figura 3. Vulnerabilidad global cuantitativa de las zonas de la presa de colas No. 2.**



**Tabla 12. Resumen de la clasificación cualitativa de la VG por zonas de la presa No.2**

Eventos Naturales	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
Erosión superficial	M	A	A	A
Deslizamientos	M	M	A	A
Agrietamientos	M	M	A	A
Fallos por sismos	MA	MA	MA	MA
Eventos Tecnológicos	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
Fallos por operación	MA	MA	A	MA
Rotura Presa Nuevo Mundo	MA	MA	MA	MA

La evaluación de la vulnerabilidad global en cada una de las zonas de la presa de colas por tipo de eventos, se detalla a continuación:

El fallo ante la ocurrencia de un sismo provoca una vulnerabilidad muy alta dentro de los eventos naturales para todas las zonas, la erosión superficial, los deslizamientos y los agrietamientos inducen a una vulnerabilidad alta, para las zonas B, C y D, en las Figuras 4a y 4b se muestra la existencia de grandes cárcavas, grietas y deslizamientos que demuestran la veracidad de estos resultados.

**Figura 4 a). Cárcava de gran magnitud en la zona C. b) Deslizamiento en diques de la zona D**



Los peligros tecnológicos como fallos operacionales provocan una vulnerabilidad muy alta para todas las zonas de la obra, esto se debe a la concentración de las redes de tuberías y estación de bombeo, así como el aliviadero de emergencia. La rotura de la presa Nuevo Mundo para todas las zonas de la presa de colas induce a la existencia de una vulnerabilidad muy alta.

La ocurrencia del fallo de varios diques de la presa de colas en el año 2014 constituye una combinación de la confluencia de peligros de origen hidrometeorológico y tecnológico, esto provocó daños significativos por contaminación a la comunidad de La Veguita, la economía y al medio ambiente, además existió un alto riesgo de contaminación para los pozos de agua de abasto al 30 % de la población del municipio, así como el río Moa y los bosques de galería del entorno. Ver Figura 5.

**Figura 5. Ubicación de deslizamiento de la presa, la comunidad La Veguita y los pozos de abasto de agua a la población de Moa**



## CONCLUSIONES

La evaluación de la vulnerabilidad global de la presa de colas No. 2 permitió alcanzar un alto nivel de información sobre la susceptibilidad de la estructura ante la acción de peligros de origen natural o tecnológico. El deterioro que ha ocasionado la erosión, el agrietamiento y los deslizamientos a los diques de contención, de forma general, incrementa la probabilidad de fallos ante casos como: la ocurrencia de un sismo, violaciones en los procedimientos de las operaciones o el colapso de la presa para agua Nuevo Mundo.

La investigación demostró que las zonas A y D poseen los mayores niveles de vulnerabilidad ante operaciones incorrectas, debido a la concentración de las redes de tuberías para la redistribución de las colas, las estaciones de bombeo de colas y aguas de recirculación hacia el proceso industrial, así como la existencia del aliviadero principal y la piscina sur. Además, la existencia de la comunidad La Veguita aguas abajo de estas zonas, indica que la misma será afectada severamente de ocurrir un colapso en la presa de colas.

Las zonas B, C y D se consideran con una vulnerabilidad global muy alta. La presencia de varios fallos geotécnicos locales como deslizamientos, hundimientos y grandes cárcavas, agravan la problemática existente. La ocurrencia del fallo de varios diques en la zona D, en el año 2014, ratifica la veracidad de los resultados de esta investigación.

Los hallazgos de este tipo de investigación aportan las informaciones necesarias para el diseño de los planes de gestión y reducción de riesgos para las presas de colas, partiendo de los resultados específicos de todos los tipos de vulnerabilidades que poseen las obras, además facilita el proceso de modelación de escenarios de forma prospectiva ante otros tipos de peligros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adiansyah, J. S., Rosano, M., Vink, S. y Keir, G. (2015). A framework for a sustainable approach to mine tailings management: disposal strategies. *Journal of Cleaner Production*, 108 (Part A, 1), 1050-1062. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.139>
- Álvarez. M. J. (2017). Sostenibilidad de tratamientos de residuos mineros asociados al riesgo [Tesis de maestría, Universidad de Oviedo]. Archivo digital. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/43659/TFMMirenJosuAlvarezAmigoRUO.pdf;jsessionid=AC3207AEA3BEED3630537DC314F549F0?sequence=6>
- Hernández, T. y Guardado, R. M. (2015). Control de erosión mediante bioingeniería en presas de colas de la industria del níquel. *Minería y Geología*, 30(4), 55-69. <http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/>

- article/view/837
- Hernández, T. y Ulloa, M. (2014). Impacto ambiental de la ampliación de una presa de colas de la industria cubana del níquel. *Minería y Geología*, 30(3), 33-48. <http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/Hdez>
- Hernández, T. (2015). *Sistema de gestión de riesgos por fallos de la presa de colas de la empresa Pedro Sotto Alba* [Tesis doctoral no publicada, Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa].
- International Commission on Large Dams [ICOLD]. (2001, s.f). *Bulletin 121: Tailing dams. Risk of dangerous occurrences. Lessons learnt from practical experiences.* <https://ussdams.wildapricot.org/resources/Documents/ICOLD%202001%20Bulletin%20121.pdf>
- Martínez, R., Hernández, T. y Chacón, Y. (2017). Método de cálculo de taludes por estados límites. Caso de estudio presa de colas Pedro Sotto Alba. *Avances*, 19(3), 240-244. <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/275>
- Oldecop, L., Zabala, F., Rodríguez, R. L. y Garino, L. (2008, 24 de septiembre). Funcionamiento hidráulico, estabilidad y mecanismos de rotura de presas de relaves mineros [conferencia]. V Congreso Argentino de Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos, Tucumán, Argentina. [https://www.researchgate.net/publication/242672940\\_Funcionamiento\\_hidraulico\\_estabilidad\\_y\\_mecanismos\\_de\\_rotura\\_de\\_presas\\_de\\_relaves\\_mineros](https://www.researchgate.net/publication/242672940_Funcionamiento_hidraulico_estabilidad_y_mecanismos_de_rotura_de_presas_de_relaves_mineros)
- Wilches-Chaux, G. (1988). *La Vulnerabilidad Global*. <https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/sites/sistema-nacional-emergencias/files/documentos/publicaciones/La%2Bvulnerabilidad%2Bsocial%20WILCHES%2BCHAUX.pdf>
- WISE Uranium Project. (2020, 8 de julio). *Chronology of mayor tailings dam failures*. <https://www.wise-uranium.org/mdaf.html>



*¡A la libertad por la Universidad!*