



# *Prototipo experimental en la demostración de la ecuación de continuidad en forma diferencial e integral*

## **Gretell Judith Zeledón Herrera**

Profesor de Educación Media con Mención en Física-Matemática, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro Universitario de Estelí.

<https://orcid.org/0000-0003-0328-761X>

[gretelzeledon7@gmail.com](mailto:gretelzeledon7@gmail.com)

## **Kathering Amada Pérez Aguilar**

Profesor de Educación Media con Mención en Física-Matemática, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro Universitario de Estelí.

<https://orcid.org/0000-0003-4942-216X>

[katheringp02@gmail.com](mailto:katheringp02@gmail.com)

## **Yirlanis Jaleska Laguna Laguna**

Profesor de Educación Media con Mención en Física-Matemática, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro Universitario de Estelí.

<https://orcid.org/0000-0002-9294-7773>

[obandoyirlani200@gmail.com](mailto:obandoyirlani200@gmail.com)

## **Cliffor Jerry Herrera Castrillo**

Doctor en Matemática Aplicada, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Centro Universitario de Estelí.

<https://orcid.org/0000-0002-7663-2499>

[herrera@unan.edu.ni](mailto:herrera@unan.edu.ni)

---

Enviado el 13 de Enero, 2023 / Aceptado el 23 de Mayo, 2024

<https://doi.org/10.5377/rtu.v13i37.17958>

## RESUMEN

**E**l objetivo de este artículo es presentar un prototipo de trabajo experimental que demuestra la ecuación de continuidad en su forma diferencial e integral, considerando vectores. El cual permita desarrollar capacidades, habilidades, destrezas, actitudes y valores necesarios para obtener, interpretar y procesar información. Los prototipos de trabajo experimental deben diseñarse de manera que aborden el contenido de manera efectiva. Este estudio está dirigido a investigadores, docentes y estudiantes de diversas carreras de ingeniería, física y matemáticas, ya que será de gran ayuda para comprender los principios fundamentales de la conservación de la masa en sistemas fluidos, algo común en el campo de la fluidodinámica y la mecánica de fluidos. La línea de investigación se centra en la aplicación de las ciencias exactas, la física y las matemáticas aplicadas, con el objetivo de establecer vínculos entre diferentes asignaturas. Este estudio utiliza un enfoque mixto, combinando elementos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión completa del tema. Se utilizan técnicas propias de este tipo de investigación, como la revisión de documentos, libros y revistas, abordando cada uno de ellos de manera individual para establecer generalidades. El grupo de investigación se compromete a evaluar este trabajo mediante una rúbrica de evaluación, lo que garantiza su confiabilidad y eficacia para otros investigadores y personas interesadas en el tema. Se espera que los resultados obtenidos contribuyan al conocimiento en este campo científico.

**Palabras claves:** Prototipo, Continuidad, Vectores, Integrales, Diferencial.

## ABSTRACT

The objective of this article is to present a prototype of experimental work that demonstrates the continuity equation in its differential and integral form, considering vectors. It allows the development of capacities, abilities, skills, attitudes, and values necessary to obtain, interpret and process information. The experimental work prototypes should be designed in such a way that they address the content effectively. This study is aimed at researchers, teachers and students of various engineering, physics, and mathematics careers, since it will be of great help to understand the fundamental principles of mass conservation in fluid systems, something common in the field of fluid dynamics and fluid mechanics. The line of research focuses on the application of exact sciences, physics, and applied mathematics, with the aim of establishing links between different subjects. This study uses a mixed approach, combining qualitative and quantitative elements to obtain a complete understanding of the subject. Techniques typical of this type of research are used, such as the review of documents, books, and journals, approaching each of them individually to establish generalities. The research group is committed to evaluate this work by means of an evaluation rubric, which guarantees its reliability and effectiveness for

other researchers and people interested in the topic. It is expected that the results obtained will contribute to the knowledge in this scientific field.

**Keywords:** Prototype, Continuity, Vectors, Integrals, Differential.

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo investigativo trata de demostrar a través de un prototipo de trabajo experimental la ecuación de continuidad en su forma diferencial e integral, al tomarse en cuenta vectores, y así poder analizar conceptos teóricos de dicha ecuación. Además, se trabajó con materiales de fácil acceso tales como el cartón, recipientes plásticos y madera para la construcción del prototipo. De acuerdo con lo anterior, se decidió profundizar en temáticas tanto de física como matemáticas, puesto que se vinculan las diferentes asignaturas, siendo así una herramienta interdisciplinaria.

Es necesario mencionar que el prototipo al ser una herramienta de alta dimensión, esta es aplicable en diferentes disciplinas, en este caso particularmente en la de Física y Matemática, pero perfectamente se puede modificar de acuerdo con la circunstancia que lo ameriten. Además, para los docentes será de gran ayuda, ya que, facilitará la explicación en determinados contenidos y así se obtendrán aprendizajes satisfactorios.

Para Vázquez Méndez et al. (2024) el uso de un prototipo experimental es fundamental para demostrar y validar la ecuación de continuidad en su forma diferencial e integral. Este modelo tangible permite realizar experimentos y recopilar datos empíricos para respaldar la conservación de la masa en sistemas fluidos. A través de su construcción y aplicación, se convierten conceptos abstractos en realidades tangibles, facilitando la comprensión y aplicación práctica de la ecuación de continuidad en la fluidodinámica y la mecánica de fluidos.

El trabajo práctico experimental en la presente investigación es una herramienta fundamental en el proceso de enseñanza aprendizaje en las Ciencias Experimentales, específicamente en Física y Matemáticas; las cuales constituyen una oportunidad para que los estudiantes innoven y desarrollen capacidades y habilidades investigativas, para la demostración de la ecuación de continuidad.

El experimento y la observación han sido vital para el desarrollo de la ciencia moderna. Ortis Narváez (2016) afirma “Es el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, la actividad práctico-experimental es una actividad pedagógica que tiene como fin principal la aprehensión por los estudiantes, para ello se utilizan medios propios de la actividad” (p. 18). Estos hacen la diferencia entre la era antigua y la moderna, es por tal razón que la ciencia actual no se puede ver desligada a la experimentación (trabajo práctico-experimental).

Tabla 1.

Tipos de Prototipos de Trabajo práctico Experimental

<b>Modelos Rápidos de Baja Fidelidad</b>	<b>Impresión 3D</b>	<b>Modelos Funcionales</b>	<b>Modelos Formales</b>	<b>Modelos Experimentales</b>
Elementos a la mano como papel y cartón pueden servir para realizar las primeras exploraciones de un elemento físico.	Modelos evolucionados pueden ser realizados rápidamente y de manera, mediante manufactura aditiva.	Dejan a un lado la apariencia estética para centrarse en la funcionalidad del producto	Cuando de explorar la estética se trata, una representación formal puede ayudar como estímulo para conocer las reacciones de los usuarios	Permiten que el equipo entre en modo de exploración generativa y divergente

Tomado de (Jimenez Cano, 2018)

Además, es importante destacar que esta investigación tiene como objetivo difundir el conocimiento en el campo y permitir que otras personas, especialmente estudiantes de diversas carreras de ingeniería, física y matemáticas, así como docentes que buscan información confiable para sus clases, puedan beneficiarse de este trabajo. Dado que hay pocas investigaciones disponibles sobre esta temática específica, este trabajo adquiere una relevancia significativa para toda la comunidad educativa. Su aplicación puede fomentar un enfoque multidisciplinario al abordar los conceptos relacionados con la ecuación de continuidad, promoviendo así una comprensión más completa y práctica de los principios fundamentales de la conservación de la masa en sistemas fluidos.

Este estudio es de vital importancia para comprender el comportamiento de los fluidos en tuberías y describir las magnitudes vectoriales asociadas. A través de la implementación de un prototipo experimental, se simula el flujo de agua, considerando su carácter incompresible y unidireccional. Esta investigación tendrá un impacto positivo al proporcionar información precisa y relevante que fortalecerá el desarrollo del proyecto en cuestión. Asimismo, permitirá abordar de manera eficiente y efectiva los desafíos y aspectos relacionados con el tema en estudio.

En el ámbito de la mecánica de fluidos y los trabajos prácticos experimentales, se han realizado diversos estudios que abordan diferentes aspectos. Por ejemplo, Delgadillo Tijerino et al. (2023) desarrollaron un prototipo de trabajo práctico experimental para demostrar la ecuación de Euler y el principio de conservación de la energía mediante el uso de integrales

y vectores, utilizando una planta hidroeléctrica como caso de estudio. Por otro lado, Mairena Mairena et al. (2023) llevaron a cabo un experimento para demostrar la existencia de fluidos miscibles desde el enfoque del cálculo vectorial, analizando de manera secuencial y lógica los conceptos teóricos relacionados con integrales, vectores, mecánica de fluidos y prototipos. Talavera et al. (2023), por su parte, abordaron un prototipo de trabajo práctico experimental para demostrar el principio de Pascal.

Además, se han realizado investigaciones enfocadas en la redacción de problemas inéditos. López López et al. (2023) exploraron las aplicaciones del cálculo integral en la compresibilidad de fluidos en un campo vectorial, utilizando conceptos y teoremas para resolver problemas novedosos. Ponce Herrera et al. (2023) trabajaron en la implementación de la integral definida para analizar la viscosidad de fluidos, adaptando problemas extraídos de una obra de Víctor Streeter. Ortuño Blandón et al. (2023) propusieron situaciones relacionadas con el análisis de la integral definida para calcular magnitudes, fuerzas y presiones de fluidos en reposo.

Asimismo, se han realizado investigaciones que se enfocan en el uso de simuladores y asistentes matemáticos para abordar conceptos en mecánica de fluidos. Por ejemplo, Muñoz Vallecillo et al. (2023) demostraron el principio de Pascal utilizando integrales y vectores, empleando simuladores como PhET y una prensa hidráulica. Estos recursos tecnológicos facilitaron la comprensión y análisis de este principio fundamental de los fluidos mediante métodos naturales y comunes. En una línea similar, Cornejo Casco et al. (2023) utilizaron el simulador PhET para demostrar la ecuación de continuidad desde una perspectiva diferencial e integral, incluyendo el tratamiento de vectores. Estas investigaciones demuestran el valor de los simuladores y asistentes matemáticos como herramientas efectivas para la enseñanza y comprensión de los conceptos clave en mecánica de fluidos.

Estos estudios contribuyen significativamente al avance del conocimiento en el campo de la mecánica de fluidos, proporcionando enfoques prácticos, aplicaciones concretas y recursos tecnológicos que mejoran la comprensión y el análisis de los principios fundamentales relacionados con los fluidos.

## **2. MÉTODOS**

### **2.1. Tipo de Estudio**

Esta investigación es descriptiva, ya que cuyo objetivo principal es recopilar datos e información para demostrar a través de un prototipo de trabajo experimental la ecuación de continuidad. El análisis de los alcances de este trabajo permite concluir que es esencialmente un estudio descriptivo, ya que “puede desarrollarse con un enfoque cuantitativo o cualitativo” (Valle Taiman et al., 2022, p. 15)

Según Abreu (2012):

La investigación descriptiva encaja en las dos definiciones de las metodologías de investigación, cuantitativas y cualitativas, incluso dentro del mismo estudio. La investigación descriptiva se refiere al tipo de pregunta de investigación, diseño y análisis de datos que se aplica a un tema determinado. La estadística descriptiva responde a las preguntas quien, que, cuando, donde y como. (p. 192)

## **2.2. Enfoque**

El enfoque de la presente investigación es mixto, como plantea Sánchez et al. (2022). Se emplea una metodología mixta que integra tanto datos cuantitativos como cualitativos. En cuanto al enfoque cualitativo, se llevó a cabo la recolección de datos y se procedió a analizar la información obtenida. Además, es importante destacar que esta investigación también incorpora elementos del enfoque cuantitativo, ya que se utiliza la recolección y análisis de datos para responder a las preguntas de investigación planteadas..

## **2.3. Paradigma**

Esta investigación tiene un paradigma interpretativo, ya que se concentra en su objeto de estudio, además muy importante se utilizan técnicas de carácter cualitativo. Cabe señalar que el objetivo de la investigación es la construcción de teorías prácticas.

Según Ricoy Lorenzo (2006) “Paradigma interpretativo, se considera como interpretativo simbólico, cualitativo, naturalista, humanista y fenomenológico” (p. 14).

## **2.4. Recolección de la Información**

Esta investigación es documental, resulta necesario la búsqueda de fuentes de información, en este caso del tipo secundarias. Las cuales se recurren a revistas especializadas, libros y páginas de internet que aportan información acerca de la ecuación de continuidad en su forma diferencial e integral, al tomarse en cuenta vectores. El análisis documental es un proceso creado con el propósito de organizar y representar el conocimiento que se encuentra registrado en documentos (Herrera Castrillo, 2023).

Según Osorio y Añez (2016):

Fuentes de información secundaria: se refiere a información producto de la revisión, análisis y síntesis de documentos primarios. Son fuentes secundarias: libros y artículos que interpretan otros trabajos o investigaciones. Se exceptúan las revisiones de documentos primarios basadas en metaanálisis que impliquen el uso de estadística inferencial, que son consideradas fuente primaria. (p. 110)

### 2.5. Análisis de la Información

El análisis de esta investigación se basó en la revisión de documentos como técnica de recolección de datos, lo cual resultó relevante para el desarrollo del estudio. Además, se adoptó un enfoque cualitativo y se utilizaron diversos instrumentos para llevar a cabo una propuesta metodológica que incluye la construcción de un prototipo para demostrar la ecuación de continuidad en su forma diferencial e integral, considerando también los vectores. La evaluación del proceso se llevará a cabo mediante el diseño de una rúbrica que valorará tanto el trabajo individual como en equipo. En resumen, el análisis de la información se realiza a partir de la implementación de un enfoque práctico experimental.

### 3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Durante el proceso del análisis se obtuvieron resultados evidentes, positivos, sobre conceptos teóricos de la ecuación de continuidad en su forma diferencial e integral, al tomarse en cuenta vectores a través de un prototipo de trabajo experimental. Además, se utilizó una tabla para triangular la información sobre posibles soluciones para dar salida y a su vez comprender lo conceptual de dicho tema.

Tabla 2.

Análisis del Contenido, Posibles Soluciones

Análisis del Contenido	Posibles Soluciones
<p>Realizar una demostración de la ecuación de continuidad.</p> <p>Visualizar los componentes de la ecuación de continuidad.</p> <p>Analizar la ecuación de continuidad en sus formas diferencial e integral.</p> <p>Considerar el uso de vectores en el estudio de la ecuación.</p>	<p>Realizar un experimento que permita visualizar el principio de la ecuación de continuidad.</p> <p>Crear una representación 3D que muestre la forma y los componentes de la ecuación de continuidad.</p> <p>Construir un cubo tridimensional sobre un plano en el espacio para observar el flujo de un fluido en un cuerpo cerrado, tanto de manera integral como diferencial.</p> <p>Utilizar vectores para determinar la dirección del flujo del fluido, la velocidad de desplazamiento y la magnitud vectorial del tiempo, aspectos de gran importancia en el estudio.</p>

Al analizar los conceptos teóricos de la ecuación de continuidad en su forma diferencial e integral, al tomarse en cuenta vectores, se puede constatar que estos se aprecian mejor, utilizando trabajos prácticos experimentales que conllevan a una mejor percepción con lo real. Siendo este de gran importancia, ya que lo conceptualizado se refleja prácticamente, es decir, de lo científico a lo práctico y viceversa. Con base al prototipo, específicamente en el experimento, se analizó el concepto de ecuación de continuidad, el cual establece que, si no hay pérdida de fluido dentro de una tubería uniforme, la cantidad de flujo que entra va a ser igual a la cantidad de flujo que sale en un determinado tiempo, sin importar su diámetro.

En la figura 3D se analizó la demostración matemática de la ecuación de continuidad, puesto que esta hace referencia gráfica haciendo hincapié al área mayor y al área menor de un tubo uniforme donde se identifican claramente las partes que lo forman. Además, se logró interpretar mediante el cubo 3D la fluidez de un flujo, pero tomando como referencia las tres dimensiones x, y, z logrando así demostrar la forma diferencial e integral de la ecuación de continuidad, retomando el Teorema de Reynolds, ya que este plantea que en un cuerpo cerrado no entra ni sale masa entonces no hay pérdida, por tanto, el cubo 3D hace énfasis gráfico a los antes mencionados.

Durante la construcción del prototipo de trabajo experimental se requirió de información de varias fuentes confiables y materiales accesibles, además analizar respectivamente la temática a demostrar. También elaborar el prototipo adecuado al contenido, siendo este una herramienta fundamental para la expresión de la ecuación de continuidad.

Figura 1.

Materiales de Construcción del Prototipo



Creación Propia, obtenida de SmartArt 2024

El experimento consta de un recipiente grande, el cual servirá como conductor y representa el área de entrada del agua que se distribuirá sobre su base donde están dos tubos de diferentes diámetros los cuales hacen referencia tanto al área 1 como al área 2, siendo estos el área de salida, el agua tomara esa dirección en un tiempo determinado, la cual cae sobre dos recipientes pequeños, uno para cada tubo, visualizándose así que ambos recipientes reciben la misma cantidad de agua, sin importar la diferencia de diámetros de los tubos. Cabe mencionar que durante la experimentación también se aprecia que la velocidad del tubo de menor diámetro es mayor que la de mayor diámetro, esto se debe a la presión, puesto que el tubo más angosto ejerce mayor fuerza y en la parte vectorial se retoma para analizar la dirección del fluido, su desplazamiento que fueron magnitudes vectoriales fundamentales para el análisis de este. Por medio de este prototipo, mediante la experimentación se demuestra la ecuación de continuidad estableciendo que no importa el área de un tubo, la cantidad de fluido que pase será la misma.

Figura 2.

Elemento 3D

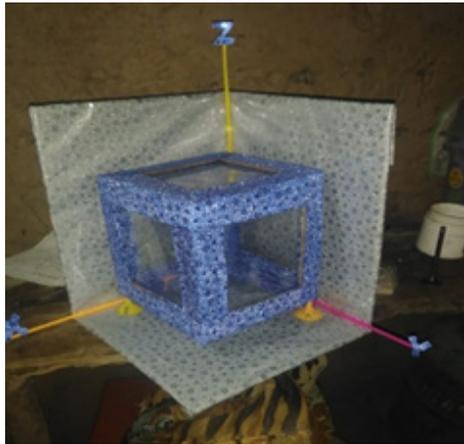


Creación Propia

La figura 3D hace referencia a la representación gráfica, sirviendo como una herramienta que facilita la demostración de la ecuación de continuidad, en la cual se puede apreciar que la masa que hay entre ambos tubos es constante, es decir que el diferencial de masa que hay en un tubo es igual al otro, siendo está igual a la densidad por el diferencial del volumen. Puesto que la densidad es constante, solo se retoma el diferencial del volumen, el cual es igual al área por el diferencial de la distancia, cabe mencionar que la distancia es velocidad por tiempo, siendo este el mismo para ambos fluidos (tubos) los cuales viajan a una misma dirección, teniendo como resultado que por la es igual al por la . De esta manera, por medio de la figura 3D se demuestra física y matemáticamente la ecuación continuidad.

Figura 3.

Cubo 3D



Creación Propia

El cubo tridimensional es una representación gráfica que ilustra la fluidez de un flujo en un cuerpo cerrado en el espacio, considerando las tres dimensiones que enfatizan las direcciones que debe tomar el fluido dentro de un volumen de control. Esta representación es un recurso eficaz para demostrar matemáticamente la ecuación de continuidad en sus formas diferencial e integral, teniendo en cuenta el uso de vectores.

La demostración de la ecuación de continuidad en sus formas diferencial e integral se basa en el principio del Transporte de Reynolds, el cual establece que en un sistema cerrado no entra ni sale masa, lo que implica que no hay pérdida de masa. La ecuación de continuidad es fundamental, ya que busca conservar el fluido tanto en el espacio como en el tiempo, considerando una derivada temporal y una derivada espacial.

La elección de un cubo tridimensional como geometría se debe a que es la forma más fácil de comprender. Es importante destacar que al construir el cubo tridimensional y realizar el análisis diferencial, se puede obtener información detallada sobre el comportamiento del fluido en cada punto. Por otro lado, el análisis integral abarca un sistema más amplio y general, pero ambas formas de análisis son equivalentes y se complementan entre sí.

Cabe mencionar que gracias a este prototipo se comprueba lo importante de vincular tantos contenidos de la Física y Matemática aplicada.

Ahora, al trabajar la parte de Evaluación Educativa, se diseñó una rúbrica de evaluación que permita la valoración del trabajo realizado sobre el prototipo de trabajo práctico experimental para la demostración de ecuación de continuidad en forma diferencial e integral, al tomarse en cuenta vectores. Además, la coevaluación y autoevaluación como grupo,

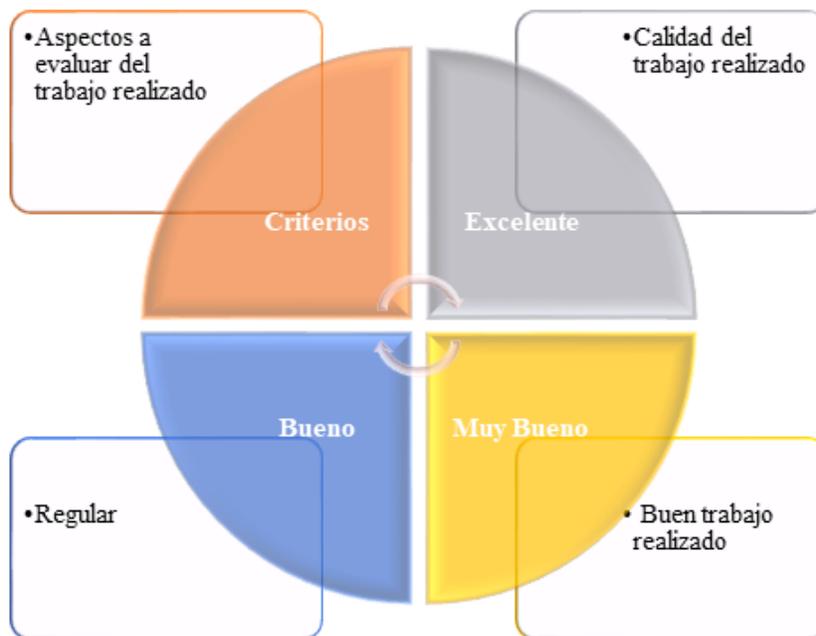
Mediante el diseño de la rúbrica se logró autoevaluar nuestro trabajo, ya que al momento de ser aplicado ayudará a mejorar en futuras investigaciones. La rúbrica contiene criterios que evaluarán el trabajo general, tanto en el escrito como el experimental. Además, los criterios planteados son para valorar nuestro esfuerzo, empeño y dedicación durante todo el proceso de investigación. También contiene la puntuación de acuerdo con la calidad del trabajo realizado, tomando en cuenta, la ortografía, redacción, estructura.

Por tanto, la heteroevaluación ayudo a identificar las dificultades a las carencias que posee el trabajo, el adecuar el prototipo de acuerdo con los objetivos, el evitar las repeticiones dentro de un mismo párrafo y en todo el documento.

La coevaluación permitió, mejorar la responsabilidad y colaboración en el trabajo, identificar los logros alcanzados tanto individuales como grupales, mejorar la participación y desarrollo de actitudes dentro del equipo de trabajo.

Basado en la realización del trabajo, se puede decir que, como investigadores, los resultados que se obtuvieron mediante el proceso de elaboración de la rúbrica de evaluación fue la mejora conforme a los contenidos que esta repercute, siendo de gran ayuda para nosotros como formadores y futuros docentes, dado que al diseñar dicha herramienta ayudara al desarrollo y a mejorar como futuros profesionales.

Figura 4.  
Elementos de la Rúbrica de Evaluación



Creación Propia, obtenida de SmartArt 2022

#### 4. CONCLUSIONES

Habiendo concluido con el escrito del presente trabajo de investigación, se puede decir que está basado en los objetivos planteados; se demostró que, a través del prototipo de trabajo práctico experimental, habiendo sido este analizado minuciosamente, se logró deducir que la ecuación de continuidad en su forma diferencial e integral es evidente en dicho prototipo.

Por consiguiente, mediante la práctica experimental realizada es evidente que se cumple el principio de continuidad, al igual que fueron evidenciados los vectores para establecer la dirección del fluido, es decir, las magnitudes vectoriales como tiempo y velocidad. Al igual en la figura 3D, se consiguió la representación gráfica, para el análisis de la ecuación de continuidad, tales como sus elementos. Además, en el cubo 3D se demostró la ecuación de continuidad en su forma diferencial integral, debido a que se hace referencia a la fluidez de un fluido en un cuerpo cerrado, retomándolo, así como un volumen de control.

En énfasis se pudo demostrar, el tema de estudio, mediante lo antes mencionado, que este da salida a cada uno de los objetivos, por consiguiente, se procedió a diseñar la rúbrica de evaluación con la cual se valora el trabajo realizado, permitiendo así retomar aspectos a mejorar en futuras investigaciones. Por tanto, en el proceso de revisión del escrito se determinó que el enfoque asumido es cualitativo, descriptivo, interpretativo. De acuerdo con el análisis de información obtenida, se destaca que la interpretación del contenido se realizó a través del trabajo práctico experimental, puesto que se cumple la ecuación de continuidad.

Cabe señalar la interdisciplinariedad de la investigación, ya que se vinculan diferentes contenidos en diversas asignaturas. Gracias a la realización de esta investigación se pudieron determinar aspectos de gran importancia y conocer más a fondo el contenido de estudio.

#### REFERENCIAS

Abreu, J. L. (Julio de 2012). Hipótesis, Método y Diseño de Investigación. *International Journal of Good concience*, 187-197. Retrieved 8 de Diciembre de 2022, from <http://www.spentamexico.org/v7-n2/7%282%29187-197.pdf>

Cornejo Casco, B. J., García López, H. D., y Herrera Castrillo, C. J. (2023). Simulador Phet Para Demostrar Ecuación de Continuidad con Enfoque Diferencial e

Integral Incluyendo Vectores. *Revista Chilena de Educación Científica*, 24(1), 14-35. <http://revistas.umce.cl/index.php/RChEC/article/view/2665>

Delgadillo Tijerino, E. L., Torrez Silva, X. M., Espinoza Martínez, E. D., Medina Martínez, W. I., y Herrera Castrillo, C. J. (2023). Prototipo de trabajo práctico experimental en la demostración de la ecuación de Euler y el principio de

- conservación de la energía al aplicarse integrales y vectores. *Revista Científica Tecnológica - RECIENTEC*, 6(2), 61-73. <https://revistarecientec.unan.edu.ni/index.php/recientec/article/view/212>
- Herrera Castrillo, C. J. (2023). Interdisciplinariedad a través de la Investigación en Matemática y Física. *Revista Chilena de Educación Matemática*, 15(1), 31-45. <https://doi.org/10.46219/rechiem.v15i1.126>
- Jimenez Cano, F. (16 de agosto de 2018). 19 tipos de prototipos | Diecinueve formas de materializar ideas de productos, servicios, interacciones y entornos. Retrieved 5 de Septiembre de 2022, from [medium.com: https://medium.com/19-tipos-de-prototipos-53d0042bc5e1](https://medium.com/19-tipos-de-prototipos-53d0042bc5e1)
- López López, L. J., Rivera Díaz, R. E., Carrasco Sánchez, S. d., Medina Martínez, W. I., y Herrera Castrillo, C. J. (2023). Aplicaciones del cálculo integral en la compresibilidad de fluidos en un campo vectorial. *Revista Ciencia E Interculturalidad*, 32(1), 23-42. <https://doi.org/10.5377/rci.v32i01.16232>
- Mairena Mairena, F. J., Zeledón Mairena, Y. N., Gutiérrez Herrera, A. d., Medina Martínez, W. I., y Herrera Castrillo, C. J. (2023). Prototipo de Trabajo Práctico Experimental en la Demostración de existencia de Fluidos Miscibles desde el Cálculo Vectorial. *Revista Torreón Universitario*, 12(34), 48-61. <https://doi.org/10.5377/rtu.v12i34.16340>
- Muñoz Vallecillo, L. O., Martínez González, Y. Y., Medina Martínez, W. I., y Herrera Castrillo, C. J. (2023). Uso de simuladores y asistente matemático en la demostración del principio de Pascal al aplicarse integrales y vectores. *Revista Científica Tecnológica*, 2(6), 48-60. <https://revistarecientec.unan.edu.ni/index.php/recientec/article/view/214>
- Ortis Narváez, L. M. (4 de Marzo de 2016). Estrategias Metodológicas Utilizadas en el Desarrollo de la Asignatura "Laboratorio Didáctico de La Física" y su Incidencia en el Aprendizaje de los Estudiantes de Cuarto Año de la Carrera de Física de la Facultad de Educación e Idiomas de la Universidad. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. <https://repositorio.unan.edu.ni/2735/1/2523.pdf>
- Ortuño Blandón, A. I., Ferrufino Amador, E. A., Pérez Ruíz, G. E., y Herrera Castrillo, C. J. (2023). Análisis de la integral definida para el cálculo de las magnitudes, fuerza y presión de un fluido en reposo. *Revista Torreón Universitario*, 12(34), 79-89. <https://doi.org/10.5377/rtu.v12i34.16342>
- Osorio, B., y Añez, E. (Septiembre-Diciembre de 2016). Estructura Referencial y Prácticas de Citación en Tesis Doctorales en Educación. *Revista de Investigación*,

40(89), 105-122. <http://ve.scielo.org/pdf/ri/v40n89/art06.pdf>

Ponce Herrera, G., López Valdivia, F. S., Canales Urrutia, C. I., Medina Martínez, W. I., y Herrera Castrillo, C. J. (2023). Implementación de la integral definida para el análisis de la viscosidad de fluidos. *Wani*, 39(79), 62-77. <https://doi.org/10.5377/wani.v39i79.16921>

Ricoy Lorenzo, C. (2006). Contribución sobre los paradigmas de investigación. *Centro de Educação*, 31(1), 11-22. <https://www.redalyc.org/pdf/1171/117117257002.pdf>

Sánchez, M. Z., Mejías, M., y Olivety, M. (2022). Diseño de Metodologías Mixtas una revisión de las estrategias para combinar. *Revista Electronica Human@s Enfermería en Red*, 3, 10-13. [https://www.portal.uasj.unpa.edu.ar/files/ugd/f9834d\\_784cc19611714c87890006bc7cb4715d.pdf#page=10](https://www.portal.uasj.unpa.edu.ar/files/ugd/f9834d_784cc19611714c87890006bc7cb4715d.pdf#page=10)

Talavera, J. I., Salmerón Herrera, J. J., Cruz Cruz, J. d., y Herrera Castrillo, C. J. (2023). Prototipo de trabajo práctico experimental en la demostración del principio de Pascal. *Wani*, 79(2), 27-44. <https://doi.org/10.5377/wani.v39i79.16805>

Valle Taiman, A., Manrique Villavicencio, L., y Revilla Figueroa, D. (2022). La Investigación Descriptiva con Enfoque Cualitativo en Educación. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/184559>

Vázquez Méndez, W., Cárdenas Rivera, V. d., García Rivas, S. H., y Herrera Castrillo, C. J. (2024). Prototipo Experimental para el Aprendizaje de Fenómenos Ondulatorio. *Revista Educación*, 22(23), 12-24. <https://doi.org/10.51440/unsch.revistaeducacion.2024.23.485>