



Conectando Puntos: Un Prototipo de Trabajo Práctico para Explorar la Ecuación de Continuidad

Connecting Dots: A Practical Working Prototype for Exploring the Continuity Equation

Gretell Judith Zeledón Herrera¹

gretelzeledon7@gmail.com

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

Kathering Amada Pérez Aguilar²

katheringp02@gmail.com

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

Yirlanis Jaleska Laguna Laguna³

obandoyirlani200@gmail.com

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

Cliffor Jerry Herrera-Castrillo⁴

cliffor.herrera@unan.edu.ni

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

Recibido: 06//03/2014; Aceptado: 14/06/2024

RESUMEN

Este artículo presenta un estudio que tiene como objetivo demostrar la ecuación de continuidad en su forma diferencial e integral a través de un prototipo de trabajo práctico experimental. El alcance del estudio abarca la aplicación de vectores y busca desarrollar capacidades, habilidades, destrezas, actitudes y valores relacionados con la obtención, interpretación y procedimiento de la información. La metodología utilizada es cualitativa y descriptiva, involucrando la revisión de documentos, libros y revistas para establecer generalidades. Los resultados más importantes revelan la eficacia y confiabilidad del prototipo para la demostración de la ecuación de continuidad. Se destaca la utilidad del trabajo práctico en la interpretación de contenidos de mecánica de fluidos, siendo relevante para investigadores, docentes y estudiantes de diversas disciplinas como

¹ Profesora de Educación media en Física-Matemática, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí, Nicaragua

² Profesora de Educación media en Física-Matemática, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí, Nicaragua

³ Profesora de Educación media en Física-Matemática, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí, Nicaragua

⁴ Doctor en Matemática Aplicada, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí, Nicaragua

Ingeniería, Física y Matemáticas. Las principales conclusiones establecen la importancia de vincular asignaturas y aplicar enfoques multidisciplinarios en el estudio de las ciencias exactas y aplicadas. Se resalta la relevancia de la ecuación de continuidad en la comprensión de los fenómenos relacionados con los fluidos y se enfatiza la necesidad de seguir desarrollando prototipos y métodos prácticos para facilitar su enseñanza y aprendizaje.

Palabras clave: Prototipo, continuidad, vectores, integrales, diferencial.

ABSTRACT

This article presents a study that aims to demonstrate the continuity equation in its differential and integral form through a prototype of experimental practical work. The scope of the study covers the application of vectors and seeks to develop capacities, abilities, skills, attitudes, and values related to the obtaining, interpretation, and procedure of the information. The methodology used is qualitative and descriptive, involving the review of documents, books, and journals to establish generalities. The most important results reveal the effectiveness and reliability of the prototype for the demonstration of the continuity equation. The usefulness of the practical work in the interpretation of fluid mechanics contents is highlighted, being relevant for researchers, teachers, and students of several disciplines such as Engineering, Physics and Mathematics. The main conclusions establish the importance of linking subjects and applying multidisciplinary approaches in the study of exact and applied sciences. The relevance of the continuity equation in the understanding of phenomena related to fluids is highlighted and the need to continue developing prototypes and practical methods to facilitate its teaching and learning is emphasized.

Keywords: Prototype, continuity, vectors, integrals, differential.

Introducción

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo demostrar la ecuación de continuidad en su forma diferencial e integral a través de un prototipo de trabajo experimental que incorpora el uso de vectores. Para la construcción del prototipo, se utilizaron materiales de fácil acceso como cartón, recipientes plásticos y madera. Este enfoque interdisciplinario combina conceptos de física y matemáticas, lo que lo convierte en una herramienta aplicable en diversas disciplinas.

Es importante destacar que este prototipo, al ser una herramienta versátil, puede adaptarse a diferentes circunstancias y no se limita únicamente a la física y las

matemáticas. Además, para los docentes, será de gran utilidad para facilitar la explicación de contenidos específicos y promover un aprendizaje efectivo.

El trabajo práctico experimental desempeña un papel fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales, especialmente en física y matemáticas. Brinda a los estudiantes la oportunidad de innovar y desarrollar habilidades investigativas para comprender y demostrar la ecuación de continuidad.

La experimentación y la observación son elementos vitales para el desarrollo de la ciencia moderna. Como señala Ortis (2016), "la actividad práctico-experimental es una actividad pedagógica que busca la comprensión de los estudiantes y se utilizan medios propios de esta actividad". Estos elementos marcan la diferencia entre la era antigua y la moderna, y, por lo tanto, la ciencia actual no puede desligarse de la experimentación y el trabajo práctico.

Una de las principales problemáticas que se presentan durante el desarrollo de contenidos de Física es la carencia de materiales, sobre todo de prácticas y documentos mediados que faciliten el aprendizaje, ya que es típico en la cultura actual de los estudiantes omitir el uso de libros de texto y recurrir como primera instancia al internet, lo que trae como problemática garantizar que la selección de información sea confiable (Herrera Arróliga & Herrera Castrillo, 2023, p. 87).

Uno de los propósitos de este estudio es difundir el conocimiento en el ámbito de la ecuación de continuidad, con un enfoque particular en estudiantes de Ingeniería, Física y Matemáticas, así como en docentes que necesitan fuentes confiables para enseñar temas relacionados. Es crucial destacar que existe una falta de investigación en este campo, lo que resalta la importancia significativa de este estudio.

La relevancia de este estudio se extiende a toda la comunidad educativa, ya que su implementación puede fomentar un enfoque multidisciplinario en el aprendizaje. El enfoque experimental utilizado en este estudio facilita la comprensión de los fluidos en tuberías y la descripción de magnitudes vectoriales. A través del prototipo experimental, se ilustra el flujo de un fluido incompresible, como el agua, en una dirección constante.

Se busca tener un impacto positivo al proporcionar información eficaz y contribuir al desarrollo del proyecto en cuestión. Además, al aumentar el conocimiento y la comprensión de la ecuación de continuidad, se promueve una mejor comprensión de los fenómenos relacionados con el flujo de fluidos en diversos contextos.

A continuación, se presentan algunos antecedentes relevantes relacionados con el tema, los cuales proporcionan información acerca de Prototipo de trabajo práctico experimental, en temáticas de Mecánica de Fluidos.

Caicedo Díaz & Sánchez Mendoza, (2023) en su estudio “Diseño y materialización de un banco hidráulico para la realización de prácticas en el laboratorio de mecánica de fluidos y la línea de aguas de la Universidad Piloto de Colombia – Seccional del Alto Magdalena” abordan la problemática de la falta de equipos de laboratorio que dificulta el proceso educativo de los estudiantes de pregrado de ingeniería civil en el área de hidráulica. Para abordar este problema, proponen el diseño y construcción de un banco hidráulico que permita la conexión de diversos prototipos existentes en el laboratorio, con el objetivo de distribuir agua a los equipos actuales y futuros (ya sean adquiridos por la universidad o donados como proyectos de grado). Esto se logrará mediante el uso de una motobomba que se abastece de un tanque de reserva de 250 litros, el cual también posibilitará la reutilización del agua empleada, promoviendo así el aprovechamiento del recurso hídrico durante las prácticas de laboratorio a través de su recirculación. Este proyecto se plantea como una solución a corto plazo para abordar la problemática actual (mediante pruebas con los equipos existentes) y como una solución a largo plazo para una posible expansión del laboratorio de la seccional en relación con futuros prototipos.

Tandayamo Anchaguano, (2022) en su estudio “Material didáctico para la enseñanza de Mecánica de Fluidos a los estudiantes de segundo de Bachillerato de la Unidad Educativa Teodoro Gómez de la Torre en el periodo 2021-2022”, identificó que en los últimos años ha habido un bajo nivel de aprendizaje en las unidades didácticas de ciencias exactas debido a la falta de uso de recursos didácticos por parte de los docentes, lo que ha llevado a una enseñanza centrada únicamente en métodos tradicionales y ha limitado la

capacidad de los estudiantes para experimentar y aplicar los conceptos teóricos. El objetivo de la investigación fue diseñar guías didácticas que incorporaran material educativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Mecánica de Fluidos para estudiantes de segundo año de Bachillerato en la Unidad Educativa Teodoro Gómez de la Torre en la provincia de Imbabura. El propósito era lograr un aprendizaje significativo y permitir a los estudiantes relacionar la teoría con la práctica experimental. El estudio fue de enfoque mixto, utilizando encuestas estructuradas con preguntas puntuales aplicadas a 68 estudiantes y evaluadas mediante la escala Likert. Tras analizar los resultados, se encontró que la mayoría de los estudiantes afirmaban que los docentes no utilizaban materiales didácticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo cual era preocupante ya que la enseñanza actual se centraba en la memorización teórica sin comprender su utilidad.

En el estudio titulado "Prototipo de Trabajo Práctico Experimental en la Demostración de Existencia de Fluidos Miscibles desde el Cálculo Vectorial" realizado por Mairena Mairena, et al. (2023), se buscó demostrar la existencia de fluidos miscibles utilizando un prototipo. Se analizaron de manera secuencial y lógica conceptos teóricos relacionados con integrales, vectores, mecánica de fluidos, prototipos y rúbricas de evaluación. Se construyó una réplica de una piscina recreativa para demostrar la aplicación de los fluidos miscibles en la vida cotidiana y calcular la fuerza que un fluido ejerce sobre una placa sumergida utilizando integrales definidas. Se creó una rúbrica de evaluación para valorar el trabajo realizado. El enfoque de la investigación fue descriptivo y cualitativo. Los resultados obtenidos demostraron la existencia de fluidos miscibles y se adaptó la ecuación correspondiente para calcular la fuerza ejercida por un fluido sobre una placa sumergida, mediante la interdisciplinariedad entre las asignaturas de Cálculo II, Álgebra III, Estructura de la Materia y Evaluación Educativa.

Por otro lado, Delgadillo Tijerino, et al., (2023) realizaron una investigación sobre "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" tuvieron como objetivo analizar conceptos y principios, construir un prototipo de trabajo experimental

basado en una planta hidroeléctrica, y diseñar una rúbrica de evaluación. Su propósito fue demostrar las ecuaciones de la mecánica de fluidos al aplicar cálculo integral de área y campos vectoriales en el contexto del trabajo experimental. Se buscaron fuentes confiables de información sobre el tema, las cuales fueron analizadas e interpretadas para brindar un respaldo científico al documento. Esta investigación se basó en un enfoque cualitativo dentro del paradigma interpretativo, y se clasificó como un estudio descriptivo. El análisis de los resultados permitió demostrar la ecuación de Euler y el principio de conservación de la energía al aplicar integrales y vectores. La aplicación de un método de estudio propuesto en la investigación permitió una presentación más creativa y llamativa, lo cual representa una contribución significativa al proceso de enseñanza-aprendizaje. Se logró una interdisciplinariedad con asignaturas como Cálculo II, Álgebra III, Estructura de la Materia y Evaluación Educativa, cumpliendo así los objetivos propuestos y desarrollando el tema a través de la aplicabilidad investigada.

En el ámbito de la física y las matemáticas, la comprensión y aplicación de conceptos fundamentales como los vectores y las integrales son esenciales para comprender fenómenos complejos y resolver problemas relacionados con la continuidad de los fluidos. Estos conceptos forman parte de la ecuación de continuidad, la cual establece que la masa de un fluido se conserva en un sistema cerrado.

En este sentido, surge la necesidad de desarrollar métodos educativos innovadores que permitan a los estudiantes comprender y aplicar de manera práctica estos conceptos teóricos. Es en este contexto donde se presenta "Conectando Puntos: Un Prototipo de Trabajo Práctico para Explorar la Ecuación de Continuidad".

Este prototipo de trabajo práctico tiene como objetivo principal proporcionar a los estudiantes una experiencia tangible y visual que les permita conectar los puntos entre la teoría de los vectores, las integrales y la ecuación de continuidad. Mediante el uso de un enfoque multidisciplinario que combina física, matemáticas y visualización gráfica, se busca facilitar la comprensión de estos conceptos abstractos.

En este prototipo, se emplea una representación gráfica tridimensional, donde los vectores son utilizados para definir las direcciones y magnitudes del flujo de un fluido en

un cuerpo cerrado. Asimismo, se integran los conceptos de derivadas e integrales para analizar la continuidad del flujo en el espacio y en el tiempo.

Metodología

Tipo de estudio

El enfoque de esta investigación es descriptivo, ya que su objetivo principal es recopilar datos e información con el fin de demostrar la ecuación de continuidad a través de un prototipo de trabajo experimental. Además, se describirá el propósito y la metodología utilizada en la creación de este prototipo para demostrar dicha ecuación.

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)

Enfoque

Esta investigación se basa en un enfoque cualitativo, donde se recolectan y analizan datos para obtener información relevante.

Según Schenke & Pérez (2019):

La investigación cualitativa se destaca por la flexibilidad en el proceso de investigación que hace al investigador volver al campo, a las redacciones, destacar la profundidad por sobre las generalizaciones, priorizar lo distinto en detrimento de las comparaciones, observar situaciones reales, espontáneas. (pp. 229-230)

Paradigma

Esta investigación se adhiere a un paradigma interpretativo, centrándose en su objeto de estudio y empleando principalmente técnicas cualitativas. Es importante destacar que el objetivo principal de esta investigación es desarrollar teorías prácticas.

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

Recolección de la Información

Esta investigación se basa en un enfoque documental, lo que implica la búsqueda de fuentes de información secundarias. Para ello, se consultaron revistas especializadas, libros y páginas de Internet que proporcionan información sobre la ecuación de continuidad en sus formas diferencial e integral, teniendo en cuenta los vectores.

Según Osorio & 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).

Análisis de la Información

El análisis de esta investigación se basó en la revisión documental como técnica de recolección de datos, la cual resultó relevante para el estudio en cuestión. Además, se adoptó un enfoque cualitativo y se utilizaron diversos instrumentos para construir una propuesta metodológica que involucra la creación de un prototipo para demostrar la ecuación de continuidad en sus formas diferencial e integral, considerando los vectores. La evaluación del prototipo se realizó mediante el diseño de una rúbrica de evaluación, que también valoró el trabajo en equipo. En consecuencia, el análisis de la información se llevó a cabo a través del trabajo práctico experimental.

Resultados y discusión

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 1: Análisis del Contenido, Posibles Soluciones

Análisis del Contenido	Posibles Soluciones
Demostrar la ecuación de continuidad	Elaborar un experimento donde se puede apreciar el principio de la ecuación
Visualizar componentes de la ecuación	Diseñar una figura 3d y así apreciar la forma y componentes que debe tener la ecuación de continuidad
La ecuación de continuidad en su forma diferencial e integral	Construir un cubo 3d sobre un plano en el espacio, así se observará el flujo de un fluido en un cuerpo cerrado, integralmente y diferencial
Tomando en cuenta vectores	Por medio de vectores se establecerá dirección que debe tener un fluido, velocidad desplazamiento, además muy importante la magnitud vectorial el tiempo.

Al analizar los conceptos teóricos de la ecuación de continuidad en su forma diferencial e integral, al tomar en cuenta vectores, se puede constatar que estos se aprecian mejor mediante trabajos prácticos experimentales que conducen a una mejor percepción de la realidad. Este enfoque resulta de gran importancia, ya que permite reflejar de manera práctica los conceptos teóricos y establecer una conexión bidireccional entre la ciencia y la práctica.

Con base al prototipo, específicamente en el experimento, se llevó a cabo un análisis del concepto de la ecuación de continuidad. Dicha ecuación establece que, en una tubería uniforme sin pérdida de fluido, la cantidad de flujo que entra es igual a la cantidad de flujo que sale en un determinado período de tiempo, independientemente del diámetro de la tubería.

En la figura 3D se examinó la demostración matemática de la ecuación de continuidad, enfatizando visualmente las áreas mayor y menor de un tubo uniforme, lo que permite una clara identificación de sus componentes. Además, se logró interpretar la fluidez del flujo utilizando un cubo tridimensional, considerando las tres dimensiones (x, y, z), lo cual demostró tanto la forma diferencial como la integral de la ecuación de continuidad. En este contexto, se retomó el Teorema de Reynolds, el cual establece que en un cuerpo cerrado no entra ni sale masa, por lo tanto, no hay pérdida. El cubo 3D enfatizó gráficamente los conceptos antes mencionados.

Durante la construcción del prototipo de trabajo experimental, se requirió obtener información de diversas fuentes confiables y utilizar materiales accesibles. Además, se llevó a cabo un análisis exhaustivo del tema a demostrar. El prototipo desarrollado resultó ser una herramienta fundamental para expresar la ecuación de continuidad de manera adecuada.

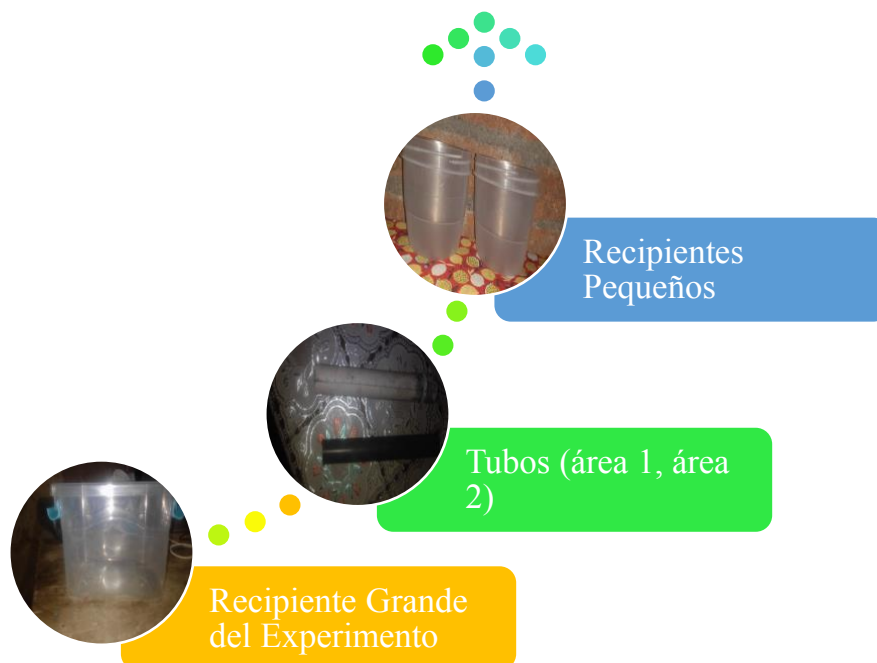


Figura 1: Materiales de Construcción del Prototipo

Fuente: Elaboración Propia

El experimento se realiza utilizando un recipiente grande como conducto principal, que representa el área de entrada del agua que se distribuirá sobre su base, donde se encuentran dos tubos de diferentes diámetros. Estos tubos corresponden al área de salida, y en un tiempo determinado, el agua fluye en esa dirección, cayendo en dos recipientes pequeños, uno para cada tubo. Se observa que ambos recipientes reciben la misma cantidad de agua, independientemente de la diferencia en los diámetros de los tubos. Es importante destacar que durante el experimento también se nota que la velocidad en el tubo de menor diámetro es mayor que en el de mayor diámetro, debido a la presión. El tubo más estrecho ejerce una mayor fuerza y se retoma el enfoque vectorial para analizar la dirección y el desplazamiento del fluido, que son magnitudes vectoriales fundamentales en este análisis.

A través de este prototipo y la experimentación realizada, se demuestra la ecuación de continuidad, estableciendo que la cantidad de fluido que pasa por un tubo es la misma, sin importar el área del tubo.

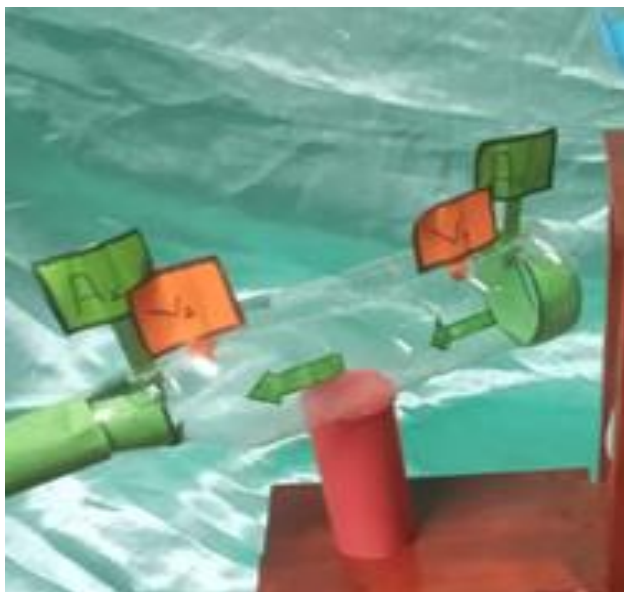


Figura 2: Elemento 3D

Fuente: Elaboración Propia

La representación gráfica en la figura 3D es una herramienta que facilita la demostración de la ecuación de continuidad. En esta figura, se puede observar que la masa entre ambos tubos es constante, lo que significa que la diferencia de masa en un tubo es igual a la del

otro tubo. Esta diferencia de masa se expresa mediante la densidad multiplicada por el diferencial de volumen. Dado que la densidad es constante, solo se considera el diferencial de volumen, el cual es igual al área multiplicada por el diferencial de distancia. Es importante destacar que la distancia se define como la velocidad multiplicada por el tiempo, y en este caso, es la misma para ambos fluidos (tubos) que se desplazan en la misma dirección. Como resultado, se obtiene que el producto del área 1 por la velocidad 1 es igual al producto del área 2 por la velocidad 2. De esta manera, la figura 3D permite demostrar de forma física y matemática la ecuación de continuidad.

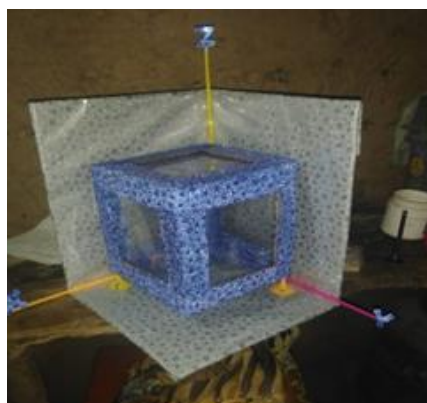


Figura 3: Cubo 3D

Fuente: Elaboración Propia

El cubo 3D también se utiliza como una representación gráfica que hace referencia a la fluidez de un flujo en un cuerpo cerrado en el espacio. En esta representación, se emplean las tres dimensiones (x , y , z) para destacar las direcciones que debe tener el fluido, convirtiéndose en un volumen de control y una herramienta efectiva para la demostración matemática de la ecuación de continuidad en su forma diferencial e integral, teniendo en cuenta los vectores. La demostración diferencial e integral se basa en el principio del Transporte de Reynolds, que establece que en un sistema cerrado no hay entrada ni salida de 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, involucrando una derivada temporal y una derivada espacial. Además, se selecciona un cubo 3D debido a su geometría de fácil comprensión. Es importante mencionar que al construir el cubo 3D y realizar el análisis diferencial, se puede obtener información sobre el comportamiento de cada fluido en puntos específicos, mientras que el análisis integral

es más general y abarca un sistema más amplio, pero ambos enfoques son equivalentes y se complementan mutuamente.

Es relevante destacar que este prototipo demuestra la importancia de vincular los contenidos de la Física y la Matemática aplicada. En relación con la Evaluación Educativa, se ha diseñado una rúbrica de evaluación para valorar el trabajo realizado en el prototipo de trabajo práctico experimental para demostrar la ecuación de continuidad en forma diferencial e integral, considerando los vectores. Además, se emplea la coevaluación y la autoevaluación como parte del proceso de evaluación grupal.

A través del diseño de la rúbrica, se logra la autoevaluación del propio trabajo, lo cual contribuirá a mejorar en futuras investigaciones. La rúbrica incluye criterios para evaluar tanto el trabajo escrito como el experimental en general. Además, los criterios establecidos permiten valorar el esfuerzo, dedicación y calidad durante todo el proceso de investigación, teniendo en cuenta aspectos como la ortografía, redacción y estructura. La heteroevaluación ha sido útil para identificar las dificultades y deficiencias del trabajo, así como ajustar el prototipo de acuerdo con los objetivos establecidos, evitando repeticiones innecesarias en el documento. Por otro lado, la coevaluación ha permitido mejorar la responsabilidad y la colaboración en el trabajo, identificar los logros alcanzados tanto a nivel individual como grupal, y mejorar la participación y el desarrollo de actitudes dentro del equipo de trabajo.

Con base a la realización del trabajo, se puede afirmar que, como investigadores, los resultados obtenidos a través del proceso de elaboración de la rúbrica de evaluación han contribuido a mejorar los contenidos abordados. Esta herramienta será de gran utilidad para los formadores y futuros docentes, ya que les ayudará a desarrollarse y mejorar como profesionales en el diseño de evaluaciones.

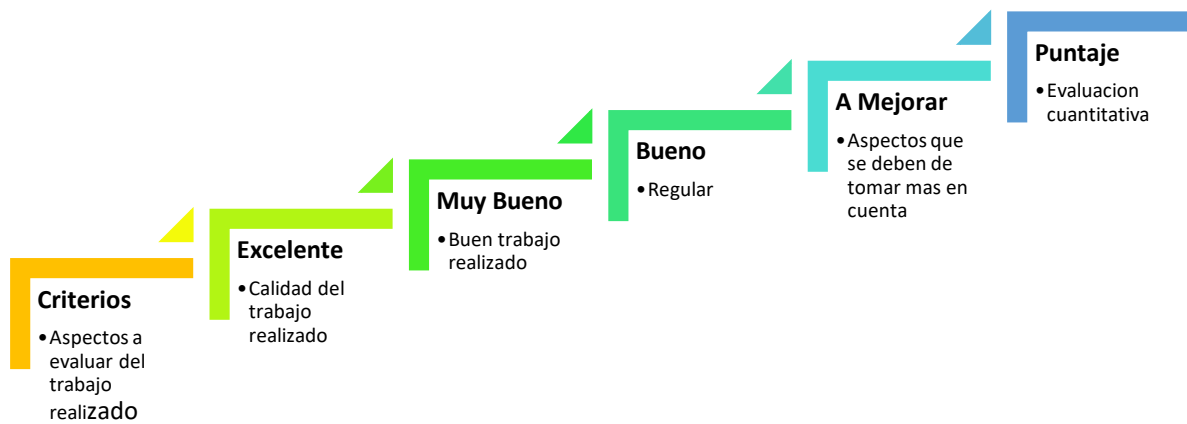


Figura 4: Elementos de la Rúbrica de Evaluación

Fuente: Elaboración Propia

Conclusiones

Una vez finalizado el presente trabajo de investigación, se puede afirmar que se basa en los objetivos establecidos. A través del análisis detallado del prototipo de trabajo práctico experimental, se logró deducir que la ecuación de continuidad en su forma diferencial e integral es evidente en dicho prototipo.

La práctica experimental llevada a cabo demostró claramente el cumplimiento del principio de continuidad, así como la presencia de vectores que determinan la dirección del fluido, como el tiempo y la velocidad. Además, la representación gráfica en forma de figura 3D permitió analizar los elementos de la ecuación de continuidad. El cubo 3D utilizado como volumen de control demostró la ecuación de continuidad en su forma diferencial e integral al considerar la fluidez del fluido en un cuerpo cerrado.

A través de lo mencionado anteriormente, se logró demostrar con énfasis el tema de estudio, cumpliendo así cada uno de los objetivos planteados. Como resultado, se diseñó una rúbrica de evaluación para valorar el trabajo realizado, lo que permitirá identificar aspectos a mejorar en futuras investigaciones.

En el proceso de revisión del escrito, se determinó que el enfoque asumido es cualitativo, descriptivo e interpretativo. El análisis de la información obtenida reveló que la

interpretación del contenido se realizó a través del trabajo práctico experimental, confirmando el cumplimiento de la ecuación de continuidad.

Es importante destacar la interdisciplinariedad de la investigación, ya que se establecieron vínculos entre diferentes contenidos de diversas asignaturas. Gracias a la realización de esta investigación, se pudieron determinar aspectos de gran importancia y profundizar en el contenido de estudio.

Referencias bibliográficas

- Abreu, J. L. (Julio de 2012). Hipótesis, Método & Diseño de Investigación. *International Journal of Good conscience*, 187-197. <http://www.spentamexico.org/v7-n2/7%282%29187-197.pdf>
- Caicedo Díaz, J. S., & Sánchez Mendoza, A. C. (2023). *Diseño y materialización de un banco hidráulico para la realización de prácticas en el laboratorio de mecánica de fluidos y la línea de aguas de la Universidad Piloto de Colombia – Seccional del Alto Magdalena*. Universidad Piloto de Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/12654>
- Delgadillo Tijerino, E. L., Torrez Silva, X. M., Espinoza Martínez, E. D., Medina Martínez, W. I., & 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 Arróliga, J. E., & Herrera Castrillo, C. J. (2023). Bases Orientadoras de la Acción para el desarrollo de temas de Física con enfoque por competencia. *Revista Científica De FAREM-Estelí*, 12(46), 84–107. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/farem.v12i46.16477>
- Mairena Mairena, F. J., Zeledón Mairena, Y. N., Gutiérrez Herrera, A. d., Medina Martínez, W. I., & 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/https://doi.org/10.5377/rtu.v12i34.16340>

- 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>
- Osorio A, B., & Añez B, 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>
- 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>
- Schenke , E., & Pérez, M. I. (2019). Un Abordaje Teórico de la Investigación Cualitativa como Enfoque Metodológico. *Acta Geográfica*, 12(30), 227-233. <http://revista.ufr.br/actageo/article/view/5201/2603>
- Tandayamo Anchaguano, J. A. (2022). *Material didáctico para la enseñanza de Mecánica de Fluidos a los estudiantes de segundo de Bachillerato de la Unidad Educativa Teodoro Gómez de la Torre en el periodo 2021-2022*. Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13213>