

Simulador Fluidflow y Asistente Matemático para la demostración de existencia de fluidos miscibles

Fluidflow Simulator and Mathematical assistant for demonstration of the existence of miscible fluids

Elmer Osmar López-Maradiaga¹
Héctor Jovani Gaitán-Rizo²
Johnson Ariel Picado-Castillo³
Cliffor Jerry Herrera-Castrillo⁴

Resumen

Este artículo se enfoca en el análisis teórico de información fundamental para desarrollar un modelo teórico explicativo y destaca la importancia de los componentes virtuales en la educación universitaria de física y matemáticas. El estudio utiliza una simulación obtenida por el simulador Fluidflow para demostrar la existencia de fluidos miscibles desde un punto de vista vectorial, reforzado con el asistente matemático de la web. La investigación es cuantitativa, descriptiva, con un paradigma positivista y concluye con una demostración digital que involucra la interdisciplinariedad de álgebra, cálculo, mecánica de fluidos y evaluación de aprendizajes. Softwares como Fluidflow y Excel juegan un papel importante en el desarrollo de la investigación.

Palabras Clave: Mecánica de fluidos, enseñanza de matemáticas, enseñanza de física, simulación, tecnología educativa, virtualización

¹ Profesor de Educación Media en Física-Matemática, Investigador Independiente, email: elmerosmar041@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7084-2209>

Professor of Secondary Education in Physics-Mathematics, Independent Researcher

² Profesor de Educación Media en Física-Matemática, Investigador Independiente, email: hrizo139@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8443-4847>

Professor of Secondary Education in Physics-Mathematics, Independent Researcher

³ Profesor de Educación Media en Física-Matemática, Investigador Independiente, email: jancastillo625@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9014-140X>

Professor of Secondary Education in Physics-Mathematics, Independent Researcher

⁴ Doctor en Matemática Aplicada, Docente del Departamento de Ciencias de la Educación y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), email: cliffor.herrera@unan.edu.ni Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7663-2499>

PhD in Applied Mathematics, Professor at the Department of Educational Sciences and Humanities at the National Autonomous University of Nicaragua, Managua (UNAN-Managua)

Recibido: 20/04/2024 - Aprobado: 05/07/2024

López-Maradiaga, E. O., Gaitán-Rizo, H. J., Picado-Castillo, J. A., y Herrera-Castrillo, C. J. (2025). Simulador Fluidflow y Asistente Matemático para la demostración de existencia de fluidos miscibles. *Revista Universitaria del Caribe*, 32(1), 45-58. <https://doi.org/10.5377/ruc.v32i1.20253>

Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-NoDerivadas



Abstract

This article focuses on the theoretical analysis of fundamental information to develop an explanatory theoretical model and highlights the importance of virtual components in undergraduate physics and mathematics education. The study uses a simulation obtained by the Fluidflow simulator to demonstrate the existence of miscible fluids from a vector point of view, reinforced with the mathematical web assistant. The research is quantitative, descriptive, with a positivist paradigm and concludes with a digital demonstration involving the interdisciplinarity of algebra, calculus, fluid mechanics and learning assessment. Software such as Fluidflow and Excel play an important role in the development of the research.

Keywords: Fluid mechanics, Mathematics education, Physics education, simulation, educational technology, virtualization

I. INTRODUCCIÓN

La integración de tecnologías avanzadas en la enseñanza universitaria de física y matemáticas permite mejorar la comprensión de conceptos complejos mediante simulaciones interactivas (Herrera Castrillo, 2025). En este contexto, el presente estudio examina el uso del Simulador Fluidflow y un Asistente Matemático web para demostrar la existencia de fluidos miscibles desde una perspectiva vectorial. La combinación de estos recursos facilita el análisis de parámetros fundamentales como temperatura, presión y densidad, promoviendo un aprendizaje más dinámico e interdisciplinario (Herrera Castrillo, 2023; Mairena Mairena et al., 2023).

El desarrollo de modelos teóricos explicativos y la aplicación de simulaciones computacionales han demostrado ser herramientas clave en la educación científica (Herrera-Castrillo, 2024). Diversos estudios han abordado el uso de simuladores en la enseñanza de la mecánica de fluidos, resaltando su impacto en la comprensión de ecuaciones diferenciales y propiedades físicas del flujo. Sin embargo, la literatura en español sobre la aplicación específica del Simulador Fluidflow en educación sigue siendo limitada. Este trabajo contribuye a esa brecha al analizar su potencial didáctico y su integración con herramientas matemáticas para fortalecer el aprendizaje.

El uso de simuladores permite demostrar fenómenos físicos complejos de manera visual e interactiva, facilitando la enseñanza y la apropiación del conocimiento. En este sentido, el presente artículo busca explorar la utilidad del Simulador Fluidflow y el Asistente Matemático en el estudio de la miscibilidad de los fluidos, ofreciendo una estrategia metodológica innovadora en la enseñanza de la física y las matemáticas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Simulación en la enseñanza de la física y la matemática

El uso de simuladores en educación ha demostrado ser una herramienta efectiva para facilitar la comprensión de conceptos abstractos en ciencias exactas. La mecánica de fluidos, en particular, ha sido beneficiada con el empleo de simulaciones que permiten visualizar fenómenos complejos de difícil observación en entornos convencionales (Muñoz Vallecillo et al., 2023). Diversas investigaciones han evidenciado que la integración de software especializado en el aula mejora la asimilación de conocimientos y la capacidad de resolución de problemas en los estudiantes (Cornejo Casco et al., 2023).

Entre los simuladores utilizados en la enseñanza de la mecánica de fluidos, destacan PhET, Wolfram Alpha y Fluidflow. Mientras que los dos primeros han sido ampliamente documentados en su aplicación educativa, Fluidflow ha sido poco explorado en contextos de enseñanza, con la mayoría de los estudios publicados en inglés o portugués (Bissell et al., 2011; Herrera Taipe et al., 2023). Esto resalta la necesidad de evaluar su potencial como herramienta didáctica en la educación universitaria.

Fluidos miscibles y su estudio a través de simulaciones

La miscibilidad se refiere a la capacidad de dos líquidos para mezclarse completamente en cualquier proporción, formando una solución homogénea. Su estudio es relevante en áreas como la ingeniería química, la biomedicina y la mecánica de fluidos, y se fundamenta en principios matemáticos y físicos como el cálculo vectorial, las ecuaciones de continuidad y la termodinámica de los fluidos (González Lezcano, 1993; Kofman et al., 2002).

Diversas investigaciones han utilizado simulaciones para analizar la miscibilidad de fluidos. Por ejemplo, Sánchez Ligeró (2017) empleó herramientas computacionales para modelar la interacción de líquidos en medios porosos, demostrando la efectividad de estas tecnologías en la comprensión de procesos físicos. De manera similar, Cornejo Casco et al. (2023) utilizaron el simulador PhET para visualizar la ecuación de continuidad en fluidos miscibles, resaltando su aplicabilidad en la enseñanza de mecánica de fluidos.

Fluidflow como herramienta para la simulación de fluidos

Fluidflow es un simulador especializado en el análisis de flujo de fluidos en sistemas cerrados, permitiendo la visualización de parámetros clave como presión, temperatura y densidad. Su aplicación en la industria ha sido documentada en estudios como el de Bissell et al. (2011), quienes analizaron su uso en la simulación de almacenamiento de CO₂ en yacimientos de gas. Sin embargo, su empleo en educación aún no ha sido ampliamente explorado.

El presente estudio busca llenar este vacío evaluando la utilidad de Fluidflow en la enseñanza universitaria, específicamente en la demostración de la existencia de fluidos miscibles. Además, se plantea su integración con un Asistente Matemático Web (Excel) para reforzar el análisis cuantitativo de los datos obtenidos en la simulación.

Metodologías previas en experimentos de fluidos miscibles

Los estudios previos sobre experimentación en fluidos miscibles han seguido distintos enfoques metodológicos. Algunos han optado por experimentos físicos en laboratorios tradicionales, mientras que otros han empleado simulaciones computacionales para reducir costos y aumentar la precisión en la recolección de datos (Arregui de la Cruz et al., 2017).

Entre las metodologías más utilizadas destacan:

- **Análisis experimental de miscibilidad en laboratorio:** Implica el uso de tanques de mezcla y cámaras de alta velocidad para registrar el comportamiento de los fluidos miscibles (Mairena Mairena et al., 2023).
- **Modelado matemático y simulación computacional:** Emplea software especializado para representar digitalmente el comportamiento de los fluidos. Este enfoque ha demostrado ser más accesible y reproducible, además de permitir ajustes paramétricos sin requerir infraestructura de laboratorio (Sánchez Ligeró, 2017).
- **Integración de herramientas matemáticas:** Estudios como los de Muñoz Vallecillo et al. (2023) han combinado la simulación con cálculos matemáticos para reforzar el aprendizaje teórico en la enseñanza de la mecánica de fluidos.

Conceptos básicos

Cálculo vectorial

El cálculo vectorial es una rama esencial de la matemática que permite analizar variables en espacios multidimensionales y es ampliamente utilizada en ingeniería y física. Conceptos como gradientes, divergencias y rotacionales son fundamentales para la comprensión de fenómenos en mecánica de fluidos y electromagnetismo (Sáchica Castillo, 2019). En este estudio, el cálculo vectorial es clave para modelar matemáticamente la existencia de fluidos miscibles en el simulador Fluidflow, permitiendo representar su comportamiento mediante ecuaciones vectoriales (Acevedo Montenegro et al., 2024; Rodríguez Diaz et al., 2024).

Magnitudes escalares y vectoriales

Las magnitudes escalares, como la masa y la temperatura, se definen por un único valor numérico, mientras que las vectoriales, como la velocidad y la fuerza, requieren dirección y módulo para su descripción (Báez-Obando et al., 2024; Ponce Herrera et al., 2023). En el análisis de fluidos miscibles, el estudio de magnitudes vectoriales es crucial, ya que permite modelar la interacción de las partículas del fluido y su comportamiento en diferentes condiciones de flujo.

Integral

El concepto de integral ha evolucionado desde el siglo XVIII, consolidándose como una herramienta fundamental para el análisis de fenómenos continuos en diversas disciplinas científicas (Mateus-Nieves, 2021). En este trabajo, las integrales permiten analizar la variación de magnitudes físicas en el comportamiento de los fluidos miscibles, facilitando el estudio de la distribución de presión y densidad en la simulación.

Integral de flujo

El método del volumen de control se emplea para analizar la interacción del fluido con su entorno mediante el estudio de superficies de control (Arregui de la Cruz et al., 2017). Este enfoque es crucial en la simulación con Fluidflow, ya que permite modelar la transferencia de masa y energía en el flujo de fluidos miscibles, proporcionando datos cuantitativos sobre su comportamiento en distintos escenarios.

Fluidos miscibles

Un fluido miscible es aquel en el que dos o más sustancias pueden mezclarse de manera homogénea, manteniendo sus propiedades físicas uniformes a nivel macroscópico (González Lezcano, 1993; Zeledón Herrera et al., 2024). Este concepto es central en el artículo, ya que la simulación en Fluidflow se utiliza para demostrar la existencia de miscibilidad en fluidos bajo condiciones específicas, facilitando su estudio en entornos educativos y científicos.

Simuladores

Los simuladores son herramientas tecnológicas que reproducen entornos físicos de manera controlada, permitiendo la exploración de fenómenos sin necesidad de experimentación directa (Salas Rueda & Salas Silis, 2018). En este estudio, el uso de Fluidflow permite modelar la miscibilidad de fluidos y visualizar cómo influyen variables como la presión y la temperatura en su comportamiento.

Simulador de Fluidflow

Fluidflow es una herramienta de simulación basada en la teoría del medio continuo, la cual permite analizar el flujo de fluidos y evaluar parámetros físicos relevantes en su comportamiento (Guerra Marzo et al., 2016). En este artículo, se emplea para demostrar experimentalmente la existencia de fluidos miscibles, facilitando su análisis mediante ecuaciones vectoriales e integrales.

Asistente matemático

Los asistentes matemáticos son herramientas computacionales que facilitan el aprendizaje de conceptos matemáticos al proporcionar visualizaciones y soluciones interactivas (Monreal Mengual et al., 2019). En esta investigación, el uso de un Asistente Matemático Web (Excel) complementa la simulación de Fluidflow, permitiendo procesar y analizar los datos obtenidos mediante técnicas matemáticas avanzadas.

Asistente matemático web

Las plataformas web de asistencia matemática ofrecen herramientas para resolver ecuaciones, realizar gráficos y desarrollar análisis numéricos detallados (Herrera Castrillo, 2023). En este estudio, se emplea Excel para organizar y analizar los datos generados en la simulación, facilitando la validación de los resultados mediante cálculos vectoriales e integrales.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque y Tipo de Investigación

Este estudio se enmarca dentro de un enfoque cuantitativo y descriptivo, ya que se basa en la observación y análisis de datos obtenidos mediante la simulación computacional del comportamiento de fluidos miscibles. Se adopta un paradigma positivista, pues el análisis se centra en la recopilación y organización de datos numéricos, sin intervención en condiciones experimentales físicas (Jiménez, 2020; Mejía-Rivas, 2022; Ramos-Galarza, 2021).

Herramientas y Materiales Utilizados

Para la ejecución del estudio, se emplearon las siguientes herramientas:

- Simulador Fluidflow: Software especializado en mecánica de fluidos, utilizado para modelar el comportamiento de un fluido miscible.
- Asistente matemático Web (Excel): Herramienta utilizada para el procesamiento y análisis de datos extraídos de la simulación.
- Computadora con procesador i5 o superior y 8GB de RAM: Para la ejecución del software de simulación y análisis de datos.
- Parámetros analizados: Se considerarán la presión (P), temperatura (T) y densidad (ρ) del fluido miscible como las principales variables de análisis.

Procedimiento

El estudio se desarrolló en cuatro fases principales:

1. Configuración de la simulación
 - ✓ Se instaló y configuró Fluidflow, definiendo agua como fluido miscible y estableciendo valores iniciales de presión, temperatura y densidad.

- ✓ Se determinará un conjunto de valores de entrada basados en estudios previos de mecánica de fluidos.
2. Ejecución de la simulación
 - ✓ Se realizó una serie de simulaciones bajo diferentes condiciones iniciales, observando cómo variaban las propiedades del fluido.
 - ✓ Se registraron los resultados obtenidos en términos de distribución de presión, temperatura y densidad a lo largo del sistema simulado.
 3. Organización y Análisis de Datos
 - ✓ Los datos fueron exportados a Excel para su organización y procesamiento.
 - ✓ Se calcularon valores promedio, tendencias y gráficos de comportamiento de las variables analizadas.
 - ✓ Se identifican patrones de flujo para describir el comportamiento del fluido miscible en distintas condiciones.
 4. Interpretación y Validación de Resultados
 - ✓ Se compararon los valores obtenidos con datos de referencia en la literatura sobre fluidos miscibles.
 - ✓ Se analizaron los patrones de variación de las propiedades físicas del fluido en función de los parámetros de entrada.

Consideraciones y limitaciones

- El estudio no pretende realizar inferencias estadísticas, sino describir el comportamiento del fluido miscible en diferentes condiciones de simulación.
- La investigación se limita al análisis de un solo tipo de fluido (agua), lo que abre espacio para futuras exploraciones con otros líquidos miscibles.

Análisis de la Información

El análisis de información parte desde la simple recopilación y lectura de textos hasta la interpretación. Es decir, el análisis es una actividad intelectual que logra el arte o la virtud de perfeccionar capacidades profesionales por parte del analista; todo esto gracias al empleo de métodos y procedimientos de investigación, ya sean cuantitativos o cualitativos que le permiten separar lo principal de lo accesorio y lo trascendental de lo pasajero o superfluo (Domínguez, 2007).

De acuerdo con la información recolectada se ha logrado organizar lo obtenido mediante este proceso de investigación. La razón de esto es obtener un orden lógico y concreto para la definición del trabajo investigativo, pretendiendo la demostración de existencia de fluidos miscibles mediante la simulación apoyada de Fluidflow y un Asistente Matemático en la Web llamado Excel, con los cuales se pretende llegar a un resultado verifico.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tema investigativo tiene como enfoque, demostrar la existencia de fluidos miscibles utilizando una simulación apoyada de Fluidflow (flujo de fluidos) y asistente matemático en la web (Excel). De los cuales

se pretende hacer uso para llegar a concretar lo investigado durante el proceso. Cabe mencionar que estos softwares son de gran utilidad en cuanto al desarrollo de temas Físicos y Matemáticos de escalas universitarias. En donde las temáticas son más complejas y avanzadas, por lo cual se propone como alternativa hacer uso del simulador y asistente matemático, como agentes influyentes en este proceso.

Se concierne, hasta este punto fue de gran necesidad analizar todos los conceptos teóricos fundamentales para la formación rígida de la investigación, lo que permitirá descubrir todas esas particularidades del simulador Fluidflow y asistente matemático en la Web como de otros factores de gran influencia en este estudio, agentes de los cuales se arraiga la demostración existencial de los fluidos miscibles.

Lo cual daría la oportunidad de llegar a utilizar una simulación correcta mediante el simulador Fluidflow. Se amerita necesario tomar en cuenta los siguientes pasos que ayudarán a facilitar el trabajo constructivo de la simulación.

- Instalar el software (Simulador Fluidflow) en la computadora.
- Traducir todas las funciones del simulador al español por circunstancias del idioma original en inglés.
- Una vez llevando a cabo los primeros pasos se procede a instalar o adaptar las tuberías que se ocuparán para la simulación.
- En esta simulación se utilizó agua como fluido miscible, sin descartar la utilización de otros fluidos.

Los resultados obtenidos por el grupo investigador mediante la simulación con el simulador Fluidflow, fueron los siguientes, todos de gran apoyo para la demostración y la comprobación mediante los vectores e integrales.

A continuación, se presentan los valores obtenidos en tres simulaciones bajo condiciones iniciales distintas:

Tabla 1

Valores obtenidos en simulaciones

Simulación	Presión (Pa)	Temperatura (°C)	Densidad (kg/m ³)
1	101325	25	997.1
2	150000	30	995.8
3	200000	35	994.3

Se observa que a medida que la presión aumenta, la densidad del fluido disminuye, lo que se concuerda con la teoría de los fluidos incomprensibles (González Lezcano, 1993). Además, la variación de la temperatura también tiene un impacto en la densidad, como lo predicen modelos previos en mecánica de fluidos (Sánchez Ligeró, 2017).

Los valores obtenidos fueron comparados con estudios previos sobre la miscibilidad de fluidos en sistemas cerrados. Según González Lezcano (1993), la densidad del agua a 25°C y 101325 Pa es aproximadamente 997 kg/m³, lo que coincide con los resultados de la simulación. Asimismo, los datos reflejan patrones similares a los obtenidos por Sánchez Ligeró (2017) en su modelado computacional de la miscibilidad de fluidos en medios porosos.

En la Figura 1 se representa la simulación utilizada en el simulador Fluidflow, demostrando que el fluido que circula por los conductores es miscible, en este caso, agua. Cada icono en la imagen simboliza las herramientas disponibles para establecer la simulación. Entre estas herramientas se encuentran las tuberías de cemento de asbesto y los tubos abiertos, que sirven como conductos para el flujo. Además,

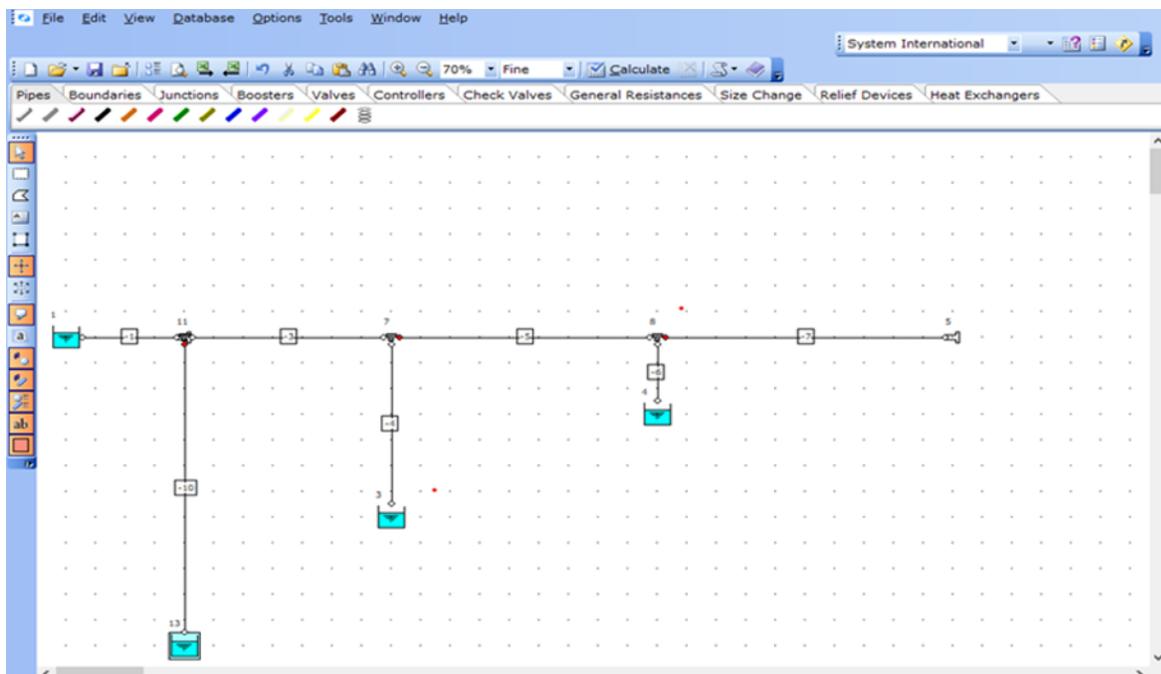
se puede asignar la presión conocida por el usuario y un diagrama de flujo, que consta de los recipientes contenedores de agua ubicados en los espacios que el usuario considere necesarios.

A partir de estos elementos, el sistema realiza una serie de cálculos y análisis para obtener los datos relevantes, como la temperatura, la presión y la densidad del fluido. Finalmente, el simulador genera una demostración de los resultados obtenidos, mostrando el comportamiento del fluido miscible a lo largo de los conductos y elementos de la simulación.

De esta manera, el usuario puede visualizar y analizar el flujo de un fluido miscible, como el agua, a través de un sistema de tuberías y recipientes, obteniendo información detallada sobre las propiedades y el comportamiento del fluido en la simulación.

Figura 1

Demostración de simulación utilizada del simulador Fluidflow



En la Figura 2 se representa la simulación realizada en el simulador Fluidflow, en la cual se demuestra que el fluido que circula por los conductores es miscible, en este caso, agua. Se muestra los datos obtenidos en el proceso de simulación, incluyendo la temperatura, la presión y la densidad del fluido.

Estos valores pueden ser utilizados para plantear problemas en el contexto de la mecánica de fluidos en la asignatura de Física, permitiendo analizar el comportamiento del fenómeno y realizar cálculos matemáticos, como el uso de integrales y vectores, que son fundamentales en esta área.

Además, se puede observar diferentes opciones de resultados en la parte izquierda, incluyendo un recuadro de color verde que muestra la elevación del estado, la temperatura, la presión y el tipo de líquido. En el costado derecho hay un cuadro de color azul que destaca propiedades como el número de usuario, el caudal (en kg/s) y la densidad (en kg/m³), de acuerdo con los datos generados por la simulación.

El primer paso para utilizar el asistente matemático (Excel) sería llevar a cabo la simulación en el software Fluidflow, de modo que se obtengan los datos necesarios que serán posteriormente ingresados en el asistente para su análisis y procesamiento.

Figura 2

Resultados numéricos de la simulación

Nombre único	Estado	Elevación (*)	Temperatura (*)	Presión (*)	Líquido	Número de Usuario	Tipo de elemento	Caudal (kg/s)	Sólidos entregados (kg/s)	Densidad (kg/m ³)	Viscosidad (cP)
	En	0	15	1	agua	13		0	0	1000	0

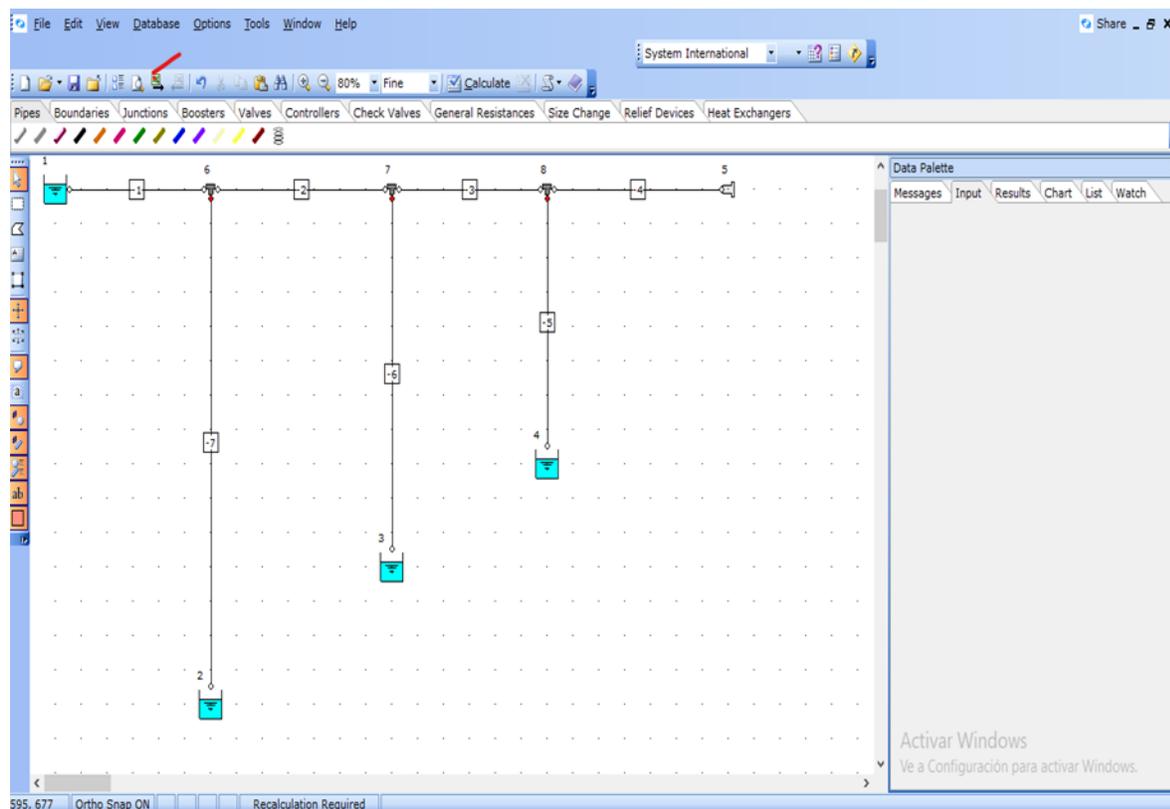
En el siguiente paso, el usuario debe buscar en la interfaz del simulador Fluidflow el icono o función que le permita exportar los resultados de la simulación a una hoja de cálculo de Excel (ver Figura 3).

Al acceder a esta funcionalidad, el software de simulación abrirá automáticamente una hoja de cálculo de Excel, la cual contendrá todos los datos obtenidos durante la simulación. De esta manera, el usuario podrá aprovechar las capacidades de cálculo y análisis de Excel para procesar los resultados de una manera más detallada.

Este proceso de exportar los datos de la simulación a Excel facilita el trabajo posterior, ya que el usuario puede manipular, visualizar y analizar la información numérica de una manera más flexible y eficiente. Además, esto le permite incorporar los datos a sus propios análisis y cálculos matemáticos relacionados con la mecánica de fluidos.

Figura 3

Simulación utilizada para insertarla al asistente matemático Excel



El uso conjunto del simulador Fluidflow y la hoja de cálculo Excel tiene una gran importancia en la demostración de la existencia de fluidos miscibles. Estos dos recursos proporcionan una poderosa herramienta para el análisis y comprensión de los fenómenos relacionados con la mecánica de fluidos (ver Figura 4).

El simulador Fluidflow permite crear modelos y escenarios de flujo de fluidos, lo que facilita la visualización y el estudio del comportamiento de los fluidos miscibles. A través de esta plataforma, el usuario puede establecer las condiciones iniciales, las propiedades de los materiales y otras variables relevantes, y observar cómo se desarrolla el flujo del fluido a lo largo de los conductos y elementos del sistema.

Por otro lado, la hoja de cálculo Excel se convierte en un complemento indispensable para el procesamiento y análisis de los datos obtenidos en la simulación. Excel permite organizar, manipular y visualizar los resultados numéricos de una manera más flexible y eficiente. Además, ofrece herramientas avanzadas de cálculo y análisis matemático, lo que facilita la aplicación de conceptos como integrales y vectores, fundamentales en la mecánica de fluidos.

Al integrar el simulador Fluidflow y Excel, el usuario puede llevar a cabo un estudio integral del fenómeno de los fluidos miscibles. Puede, por ejemplo, analizar cómo cambian las propiedades del fluido (temperatura, presión, densidad, etc.) a lo largo del sistema, identificar patrones de flujo, realizar cálculos matemáticos avanzados y generar gráficos y visualizaciones que ayuden a comprender mejor el comportamiento del fluido.

Figura 4
Asistente Matemático Excel

Sección 1: Red de tuberías o flujo

Unique Name	Status	Length	Solids (Diameter)	Design Velocity (m/s)	Design Pressure Gradient (Pa/m)	Root Loss Model	Root Transfer Coefficient	Root Transfer Temperature	Out Stagnation Pressure (Pa)	In Stagnation Pressure (Pa)	Velocity Pressure (Pa)	Draggin Pressure (Pa)	Exhaust Type	User Number	Sliding Velocity (m/s)	Economic Velocity (m/s)	Pressure Gradient (Pa/m)	Friction Loss (Pa)	Flow in NTP (m ³ /h)	Flow at ITP (m ³ /h)	Flow (kg/s)
	On	10	304.8	1.85	360				0	0	0	0		-4	0	0	0	0	0	0	0
	On	10	304.8	1.85	360				0	0	0	0		-4	0	0	0	0	0	0	0
	On	10	304.8	1.85	360				0	0	0	0		-4	0	0	0	0	0	0	0

Sección 2: Límite de presión conocido

Unique Name	Status	Elevation (°)	Temperature (°)	Pressure (°)	Fluid	User Number	Element Type	Flow (kg/s)	Solids Delivered (kg/s)	Density (kg/m ³)	Viscosity (cP)
	On	0	15	1	water	2		0	0	1000	0

Sección 3: Límite de tubería abierta

Unique Name	Status	User Number	Solids Delivered (kg/s)	Density (kg/m ³)	Friction Loss (Pa)
	On	5	0	1000	0

Sección 4: Cruce en T

Unique Name	Status	Branch Loss (Pa)	Channel Stagnation (Pa)	Dragging Pressure (Pa)	Design Loss (Pa)	Friction Loss (Pa)	Closed Flow (kg/s)	Exhaust Type
		0	0	0	0	0	0	

Los resultados obtenidos en la simulación confirman la miscibilidad del fluido analizado, evidenciando que la densidad varía en función de la presión y la temperatura, un comportamiento esperado según los principios fundamentales de la mecánica de fluidos. A medida que la presión aumenta, la densidad del fluido tiende a disminuir ligeramente, mientras que el incremento de la temperatura también afecta su densidad, lo que concuerda con estudios previos sobre la interacción de estas variables en sistemas miscibles.

Asimismo, no se observa separación de fases en ninguna de las simulaciones realizadas, lo que indica que el fluido permanece homogéneo en todo momento, sin formación de regiones con diferentes composiciones. Esto sugiere que las propiedades físicas del fluido no se alteran de manera abrupta bajo las condiciones establecidas, lo que respalda la validez del modelo utilizado en la simulación y refuerza la idea de que el sistema analizado mantiene su miscibilidad en el rango de parámetros evaluados.

Finalmente, los valores obtenidos en la simulación son coherentes con la literatura existente sobre fluidos miscibles, lo que valida el uso del software Fluidflow como una herramienta adecuada para modelar este fenómeno. La correspondencia entre los datos obtenidos y los reportados en estudios previos indica que el simulador proporciona resultados confiables, lo que permite su aplicación en el análisis y la enseñanza de la mecánica de fluidos, facilitando la comprensión de los procesos físicos involucrados en la miscibilidad de sustancias líquidas.

Criterios de Validación de la Miscibilidad

1. Para validar la existencia de miscibilidad en la simulación, se utilizaron los siguientes criterios:
2. Distribución homogénea de las propiedades del fluido: La densidad y la temperatura del fluido no presentaron discontinuidades en la simulación, lo que sugiere una mezcla homogénea sin separación de fases.
3. Concordancia con valores teóricos: Los valores obtenidos se encuentran dentro del rango establecido por la teoría de fluidos miscibles.

Comportamiento estable en múltiples simulaciones: La variabilidad de los resultados fue mínima, lo que indica estabilidad en las condiciones de simulación.

V. CONCLUSIONES

Al analizar los conceptos teóricos para fundamentar los conocimientos e indagar que información es necesaria plantear en la investigación, teniendo en cuenta llegar a una demostración de existencia de fluidos miscibles mediante la utilización simulada de Fluidflow y asistente matemático en la web Excel, dando como el resultado que se puede demostrar simulación, solo se llevó a cabo mediante en un solo tipo de fluido que en este caso fue el agua, ya que el simulador tiene limitantes para los no miscible.

Se comprendió el análisis teórico para la formación de la investigación en el proceso. Construir una simulación que permita la existencia del fluido miscible en este caso agua apoyada del asistente matemático Web para dar salida y comprobar a lo antes planteado la durante la investigación.

A partir de los resultados obtenidos en el proceso de simulación y el análisis realizado utilizando la hoja de cálculo Excel, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La simulación realizada en el software Fluidflow ha demostrado de manera efectiva la existencia de un fluido miscible, en este caso, agua, circulando a través de los conductores del sistema.

- El análisis de los datos obtenidos, incluyendo la temperatura, la presión y la densidad del fluido, ha permitido comprobar que estas propiedades se mantienen dentro de los rangos esperados para un fluido miscible.
- La integración del simulador Fluidflow y la hoja de cálculo Excel ha facilitado un estudio integral del fenómeno, permitiendo la aplicación de conceptos matemáticos como integrales y vectores, fundamentales en el campo de la mecánica de fluidos.
- Los resultados numéricos generados por la simulación y procesados en Excel han evidenciado patrones de comportamiento del fluido que pueden ser utilizados para plantear problemas y ejercicios en el contexto de la asignatura de Física.
- El uso conjunto de estas herramientas ha demostrado ser una estrategia eficaz para la comprobación y el análisis de la existencia de fluidos miscibles, brindando una sólida base para la comprensión y el estudio de los fenómenos relacionados con la mecánica de fluidos.

VI. REFERENCIAS

- Acevedo Montenegro, R. S., Blandón Vindell, C. J., Picado Castillo, C., Triminio-Zavala, C. M., y Herrera-Castrillo, C. J. (2024). Resolución de problemas con integrales para el estudio del principio de Arquímedes en física vectorial. *Wani*, (80). <https://doi.org/10.5377/wani.v40i80.17643>
- Arregui de la Cruz, F. J., Cabrera Rochera, E., Cobacho Jordán, R., Gómez Sellés, E., y Soriano Olivares, J. (2017). *Apuntes de mecánica de fluidos*. Universitat Politècnica de València. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/78258/PDF-Arregui%3BCabrera%3BCobacho%20-%20Apuntes%20de%20mec%C3%A1nica%20de%20fluidos.pdf?sequence=1>
- Báez-Obando, D. F., Rivera-Rivera, D. F., Centeno-Centeno, F. J., & Herrera Castrillo, C. J. (2024). Explorando la Magnetización de Fluidos: Un Enfoque Interactivo con Electromagnetismo y Simuladores Virtuales: Exploring Fluid Magnetization: An Interactive Approach with Electromagnetics and Virtual Simulators. *Educación Superior*, (37), 91–108. <https://doi.org/10.56918/es.2024.i37.pp91-108>
- Bissell, R. C., Vasco, D. W., Atbi, M., Hamdani, M., Okwelegbe, M., y Goldwater, M. H. (2011). A full field simulation of the in Salah gas production and CO₂ storage project using a coupled geo-mechanical and thermal fluid flow simulator. *Energy Procedia*, 3290-3297. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.02.249>
- 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 (RChEC)*, 24(1), 14-35. <http://revistas.umce.cl/index.php/RChEC/article/view/2665>
- Domínguez, Y. S. (2007). El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa. *Revista Cubana Salud Pública*, 33(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So864-34662007000300020&lng=es&tlng=es
- González Lezcano, M. E. (1993). *Compatibilidad de Mezclas de Polímeros*. Universidad Complutense de Madrid, Madrid. <https://core.ac.uk/download/pdf/19706686.pdf>
- Guerra Marzo, M. L., García-Buitrago, M. V., y Rodríguez-Acevedo, E. (2016). Estudio comparativo de flujo de fluido a través de una placa de orificio usando las ecuaciones de Stokes y de Navier-Stokes. *Facultad de Ingeniería*, 25(42), pp. 99-110. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfing/v25n42/v25n42a09.pdf>

- Herrera-Castrillo, C. J. (2024). Eficacia del sistema computacional CoCoA para la organización del pensamiento oral y escrito. *Revista Científica Estelí*, 13(2), 72–92. <https://doi.org/10.5377/esteli.v13i2.19809>
- 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>
- Herrera Castrillo, C. J. (2025). Matemáticas para el futuro: soluciones sostenibles en un mundo sediento. *Revista Multi-Ensayos*, 11(21), 14–22. <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v11i21.20077>
- Herrera Taipe, S. H., Teixeira, T., Ribeiro, W., Carneiro, A., Borges, M. R., Carla, O., Cabral, F. L., y Gonzaga de Oliveira, S. L. (2023). An Evaluation of Direct and Indirect Memory Accesses in Fluid Flow Simulator [Evaluación de los accesos directos e indirectos a la memoria en el simulador de flujo de fluidos]. *International Conference on Computational Science and Its Applications*, 13956, 38–54. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36805-9_3
- Jiménez, L. (2020). Impacto de la Investigación Cuantitativa en la Actualidad. *Revista Convergence Tech*, 4(4), 59–68. <https://doi.org/10.53592/convtech.v4iIV.35>
- Kofman, H., Concari, S., y Cámara, C. (2002). Software de Simulación integrado a experimentos de laboratorio sobre fluidos. IE Comunicaciones: *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, (23), 34–43. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4794542>
- 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>
- Mateus-Nieves, E. (2021). Epistemología de la integral como fundamento del cálculo integral. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 35(71), 1593–1615. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n71a17>
- Mejía-Rivas, J. (2022). Los paradigmas en la investigación científica. *Revista Ciencia Agraria*, 1(3), 7–14. <https://doi.org/10.35622/j.rca.2022.03.001>
- Monreal Mengual, L., Castañeda Porras, P., y Quintero Silverio, A. (2019). *Aidu-asociacion*. <https://www.aidu-asociacion.org/wp-content/uploads/2019/12/CIDU-2008-Valencia-166.pdf>
- 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>
- Ponce Herrera, G., López Valdivia, F. S., Canales Urrutia, C. I., y Medina Martínez, W. I. (2023). Implementación de la integral definida para el análisis de la viscosidad de fluidos. *Wani*(79), 62–77. <https://doi.org/10.5377/wani.v39i79.16921>
- Ramos-Galarza, C. (2021). Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1–7. <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
- Rodríguez Díaz, J. E., Rivera González, E. M., Altamirano Vásquez, F. J y Herrera Castrillo, C. J. (2024). Aplicación de integrales dobles y vectores en el cálculo de la densidad de circulación de fluidos. *Uno Sapiens Boletín Científico de La Escuela Preparatoria No. 1*, 7(13), 1–11. <https://doi.org/10.29057/prepa1.v7i13.12307>

- Sáchica Castillo, J. C. (2019). *El laboratorio de física como escenario para la construcción de los conceptos divergencia y rotacional* [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75552>
- Salas Rueda, R. A., y Salas Silis, J. A. (2018). Simulador Logic.ly ¿Herramienta tecnológica para facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje sobre las Matemáticas? *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 3(32), 1-25. <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/223>
- Sánchez Ligerero, S. (2017). *Manual de FloEFD para análisis de dinámica de fluidos y aplicaciones prácticas*. Universidad de Sevilla. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/70531/TFM_Sandra%20S%c3%a1nchez%20Ligerero.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Zeledón Herrera, G. J., Pérez Aguilar, K. A., Laguna Laguna, Y. J., y Herrera-Castrillo, C. J. (2024). Conectando Puntos: Un Prototipo de Trabajo Práctico para Explorar la Ecuación de Continuidad. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 24(43). <https://doi.org/10.47189/rcct.v24i43.673>