

Herramientas Avanzadas para la Demostración de la Existencia de Fluidos Miscibles: Simulador FluidFlow y Asistente Matemático

Advanced Tools for the Demonstration of the Existence of Miscible Fluids: FluidFlow Simulator and Mathematical Assistant

Elmer Osmar López-Maradiaga^a, Héctor Jovani Gaitán-Rizo^b, Johnson Ariel Picado-Castillo^c,
Cliffor Jerry Herrera-Castrillo^d

Abstract:

This paper focuses on the theoretical analysis of fundamental information related to the existence of miscible fluids and highlights the importance of two advanced tools: the FluidFlow Simulator and the Mathematical Assistant. The role of these virtual components in undergraduate physics and mathematics education is highlighted. The study uses a simulation obtained through the FluidFlow Simulator to demonstrate the existence of miscible fluids from a vector perspective, and this demonstration is reinforced with the support of the online Mathematical Assistant. The research is based on a quantitative and experimental approach, 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 a fundamental role in the development of this research.

Keywords:

Demonstration, simulator, fluids, software.

Resumen:

Este artículo se centra en el análisis teórico de información fundamental relacionada con la existencia de fluidos miscibles, y destaca la importancia de dos herramientas avanzadas: el Simulador FluidFlow y el Asistente Matemático. Se resalta el papel de estos componentes virtuales en la educación universitaria de física y matemáticas. El estudio utiliza una simulación obtenida a través del Simulador FluidFlow para demostrar la existencia de fluidos miscibles desde una perspectiva vectorial, y esta demostración se refuerza con el apoyo del Asistente Matemático en línea. La investigación se basa en un enfoque cuantitativo y experimental, con un paradigma positivista, y concluye con una demostración digital que involucra la interdisciplinariedad de álgebra, cálculo, mecánica de fluidos y evaluación de aprendizajes. Los softwares como FluidFlow y Excel desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de esta investigación.

Palabras Clave:

Demostración, simulador, fluidos, software.

^a Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua | Departamento de Ciencias de la Educación y Humanidades | Managua | Nicaragua, <https://orcid.org/0000-0002-7084-2209>, Email: elmer.lopez20502788@estu.unan.edu.ni

^b Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, | Departamento de Ciencias de la Educación y Humanidades | Managua | Nicaragua, <https://orcid.org/0000-0002-8443-4847>, Email: hector.gaitan20513800@estu.unan.edu.ni

^c Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, | Departamento de Ciencias de la Educación y Humanidades | Managua | Nicaragua, <https://orcid.org/0000-0002-9014-140X>, Email: jancastillo625@gmail.com

^d Autor de Correspondencia. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, | Departamento de Ciencias de la Educación y Humanidades | Managua | Nicaragua, <https://orcid.org/0000-0002-7663-2499>, Email: cliffor.herrera@unan.edu.ni

Introducción

En la actualidad, la integración de herramientas tecnológicas en la educación superior es esencial para fortalecer el aprendizaje y la investigación en disciplinas como la ingeniería y las ciencias exactas. En este contexto, el software FluidFlow y el Asistente Matemático en la Web emergen como recursos fundamentales para la modelización y análisis de sistemas fluidodinámicos. FluidFlow es una herramienta computacional que permite la simulación de flujo de fluidos en distintas condiciones, proporcionando representaciones precisas de su comportamiento a través de ecuaciones de mecánica de fluidos [1]. Por otro lado, el Asistente Matemático en la Web facilita el cálculo de expresiones matemáticas complejas y la resolución de problemas relacionados con el cálculo vectorial y otras áreas de las matemáticas aplicadas [2] [37].

La motivación para utilizar estas herramientas radica en la necesidad de mejorar la comprensión teórica y la aplicación práctica de conceptos fundamentales en mecánica de fluidos, particularmente en la modelización de fluidos miscibles. Estos fluidos, que se mezclan completamente sin formar fases separadas, presentan desafíos matemáticos y físicos que requieren el uso de métodos computacionales avanzados para su análisis riguroso [3]. La combinación de FluidFlow y el Asistente Matemático en la Web permite a estudiantes e investigadores desarrollar un enfoque más sólido y estructurado en la resolución de problemas fluidodinámicos, optimizando la enseñanza y el aprendizaje de estos conceptos [4].

En este estudio, se explora el impacto de estas herramientas en el ámbito académico y científico, destacando su papel en la resolución de ecuaciones diferenciales vectoriales y en la visualización de flujos fluidodinámicos [5]. Además, se examina cómo estas tecnologías contribuyen a la consolidación de habilidades analíticas y de resolución de problemas en áreas como la ingeniería, la física y las matemáticas aplicadas [6]. A través de un análisis detallado, se busca evidenciar cómo el uso de estas herramientas no solo mejora la precisión en los cálculos, sino que también facilita la interpretación y representación gráfica de fenómenos físicos complejos, favoreciendo un aprendizaje más interactivo y dinámico [7].

En lenguaje castellano, no existen estudios sobre el uso del simulador fluid flow, solo en inglés y portugués, como el estudio "A full field simulation of the in Salah gas production and CO₂ storage project using a coupled geo-mechanical and thermal fluid flow simulator" [Simulación completa del proyecto de producción de gas y almacenamiento de CO₂ en Salah mediante el simulador de flujos de fluidos térmicos y geomecánicos]

[7], también el estudio *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 fluido] [8]; donde mencionan sobre las simulaciones que involucran el comportamiento de los fluidos en medios porosos requieren de nuevas técnicas de computación de alto rendimiento para hacer frente a los desafíos asociados con la gran cantidad de datos involucrados y los costos computacionales significativos que conllevan.

La miscibilidad se refiere a la capacidad de un líquido para mezclarse en cualquier proporción, ya sea con otros líquidos, sólidos o gases. En este caso, nos enfocaremos en la mezcla homogénea de dos líquidos, como el agua y el vinagre, que son un ejemplo claro de esto.

El estudio de la mecánica de fluidos es fundamental tanto para comprender la complejidad del mundo natural como para mejorar el mundo que hemos creado. En la actualidad, el diseño de medios de transporte, como aviones, vehículos terrestres, barcos y submarinos, requiere la aplicación de los principios de la mecánica de fluidos. Incluso el sistema circulatorio del cuerpo humano puede ser considerado como un sistema fluido, lo cual explica por qué los diseños de dispositivos médicos como corazones artificiales, máquinas de diálisis y equipos de asistencia respiratoria se basan en dichos principios. Estas aplicaciones demuestran la importancia de la mecánica de fluidos en diversos campos y su contribución al desarrollo tecnológico y la mejora de la calidad de vida [9].

La tecnología desempeña un papel crucial en la aplicación de la mecánica de fluidos en la vida cotidiana y en la industria. Los simuladores de fluidos, como Fluidflow, son herramientas valiosas que permiten diseñar, probar y optimizar el rendimiento de sistemas fluidos en diversos campos tecnológicos. Estos simuladores proporcionan datos fundamentales, como temperatura, densidad y presión, permitiendo un análisis detallado de los fenómenos fluidos.

Además, el Asistente Matemático en la Web juega un papel importante al proporcionar fórmulas y herramientas para el cálculo y análisis matemático, necesarios en el estudio de la mecánica de fluidos. Esto facilita la obtención de resultados precisos y la comprensión de los principios teóricos involucrados.

Es esencial destacar el desarrollo de investigaciones interdisciplinarias [10] que integren conocimientos de diversas disciplinas científicas. Esto contribuye de manera significativa al mejoramiento de la calidad del conocimiento relacionado con la ciencia física, y ayuda a una comprensión más amplia por parte de los lectores.

Demostrar principios físicos que son intrínsecamente complejos y hacerlos perceptibles desde la realidad

desempeña un papel fundamental en la enseñanza. Los docentes son pilares de la innovación y la interacción en el proceso educativo, mientras que los estudiantes se convierten en constructores de su propio conocimiento. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la tecnología es una pieza clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero su efectividad depende del uso oportuno y adecuado que los docentes hagan de los entornos educativos disponibles [11].

La relación entre la demostración de principios físicos a través de simulaciones y el papel de los docentes y estudiantes en el proceso educativo es estrecha [12] [13] [39]. En la enseñanza de las ciencias exactas, la comprensión de principios físicos abstractos y complejos puede resultar desafiante para los estudiantes, especialmente si no pueden experimentarlos directamente en la realidad. En este sentido, las simulaciones y el software especializado, como Fluidflow y Excel, pueden ser herramientas valiosas para ayudar a los estudiantes a visualizar y comprender mejor los conceptos abstractos de la física y las matemáticas.

Sin embargo, para que la tecnología sea efectiva en el proceso de enseñanza y aprendizaje, los docentes deben ser capaces de utilizarla de manera adecuada y oportuna en el aula [13]. Los docentes deben comprender cómo aprovechar las herramientas tecnológicas para mejorar el aprendizaje de los estudiantes y cómo integrarlas en su plan de enseñanza [14]. Además, los estudiantes deben ser participativos en su propio proceso de aprendizaje, construyendo su conocimiento a través de la exploración y la práctica con las herramientas tecnológicas. En resumen, la tecnología puede ser una herramienta valiosa en la enseñanza de las ciencias exactas, pero su efectividad depende en gran medida del papel de los docentes y estudiantes en el proceso educativo.

La investigación contribuye a buscar alternativas de mejora en las habilidades y capacidades necesarias para utilizar el simulador y el asistente. Además, es beneficiosa, ya que fomenta la práctica y el desarrollo del pensamiento crítico y constructivo para la formación intelectual del individuo, brindando mayores oportunidades de éxito en el futuro. Mirando hacia el futuro, se observa una tendencia deficitaria en el uso de la tecnología en el campo de la física, por lo que el grupo de investigación se impulsa a resaltar la utilidad y la importancia del simulador y el asistente matemático.

Es importante destacar que el estudio realizado ofrecerá mayores oportunidades y contribuciones a la comunidad científica en términos de la demostración existencial de fluidos miscibles a través del cálculo vectorial. Esto beneficia a disciplinas como las matemáticas, la física, las ciencias naturales, la ingeniería y otros campos relacionados con la investigación. Es un honor ser parte

de este proceso investigativo, en el cual no solo se aprende, sino que también se tiene la misión de aportar conocimientos que serán de gran ayuda para las generaciones futuras, quienes se encontrarán en un mundo actualizado y avanzado en Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

Es de suma importancia destacar la necesidad de salir de la zona de confort como comunidad, de tener valentía y entusiasmo para enfrentar nuevos desafíos educativos basados en las TIC, los cuales marcarán la diferencia a medida que pasa el tiempo. Tener la capacidad de manejar y desarrollar habilidades físicas y numéricas en el simulador y el asistente matemático es más que un desafío para el grupo de investigación, con el objetivo de afianzar los conocimientos adquiridos durante este proceso investigativo y permitir una evaluación final de este trabajo mediante una rúbrica elaborada por los investigadores [2] [11] [13] [15] [16].

Revisión Bibliográfica

Es importante aclarar algunos conceptos para comprender de manera científica las variables en estudio.

Cálculo Vectorial

El cálculo vectorial es un campo de las matemáticas que se ocupa del análisis real multivariable de vectores en dos o más dimensiones. Su dominio conceptual y práctico es fundamental para los estudiantes de ingeniería, ya que permite aplicar correctamente principios en la resolución de problemas de su especialidad. Además, facilita el establecimiento de leyes y el abordaje de asignaturas como electromagnetismo, mecánica de fluidos, aerodinámica, mecánica de sólidos, transferencia de calor y mecánica del medio continuo, entre otras [17].

El estudio del cálculo vectorial en diversos campos forma la base estructural para el desarrollo de principios científicos y su integración en el ámbito académico. Esto posibilita la visualización de fenómenos desde una perspectiva moderna, donde la fundamentación y promoción de las ciencias exactas juegan un papel esencial.

Magnitudes Escalares y Vectoriales

Las magnitudes escalares son aquellas propiedades que se pueden representar mediante un solo número, lo que facilita su análisis matemático [18]. Ejemplos de estas magnitudes incluyen la masa, la presión, el volumen, la energía y la temperatura. Por otro lado, una magnitud vectorial se caracteriza por tener módulo y dirección. Se representa mediante un segmento orientado similar a

una flecha, donde su longitud indica la magnitud del vector y su punta, la dirección [19, 20].

Integrales

Desde el siglo XVIII, la evolución del concepto de integral ha sido objeto de debates teóricos. Jacques Bernoulli propuso el término "integral", marcando un hito epistemológico, ya que dejó de ser solo una herramienta para el cálculo de áreas y se convirtió en un concepto con problemáticas y métodos propios [21].

En el caso de la integral de flujo, el Enfoque Integral o Método del Volumen de Control se utiliza ampliamente debido a su adecuación en diversas aplicaciones. Aunque no proporciona información detallada sobre el flujo, permite analizar un campo de velocidades uniforme dentro de una sección determinada [22]. Este enfoque considera un volumen de control que interactúa con el campo de flujo a través de una superficie de control, similar a cómo en la dinámica de sólidos rígidos se aísla un cuerpo imponiéndole condiciones de contorno.

Mecánica de Fluidos

La Mecánica de Fluidos estudia el comportamiento de los fluidos, considerados medios continuos fácilmente deformables [23]. Aunque la materia es molecularmente discontinua, la hipótesis del continuo es válida en esta disciplina, ya que las dimensiones de los problemas ingenieriles suelen ser mucho mayores que las distancias intermoleculares [24].

Fluidos Miscibles

Los fluidos miscibles se definen como mezclas poliméricas homogéneas y estables, cuyas propiedades macroscópicas son comparables a las de un material monofásico [25]. La homogeneidad de estos fluidos está determinada por el tamaño del "dominio crítico", es decir, el umbral por debajo del cual la mezcla se comporta homogéneamente y por encima del cual presenta características heterogéneas [26].

Simuladores

Un simulador es un sistema técnico que replica condiciones reales, permitiendo a los usuarios aplicar conocimientos teóricos en contextos simulados equivalentes a la realidad [27]. En la educación matemática, estos programas contienen modelos que facilitan la realización de cálculos, la generación de

gráficos y la resolución de ejercicios con retroalimentación [28].

Un asistente matemático es una herramienta computacional diseñada para resolver problemas matemáticos de manera accesible para los estudiantes. Facilita la interiorización de conceptos, proporciona retroalimentación inmediata y amplía las posibilidades de manipulación y visualización de datos [29]. Por su parte, un asistente matemático web es un recurso digital que permite la resolución de ecuaciones diferenciales, la generación de gráficos y la ejecución de cálculos integrales y diferenciales con una representación detallada de los procedimientos intermedios [30].

Evaluación en el Contexto Educativo

En el ámbito educativo, la evaluación es un proceso fundamental que abarca la autoevaluación y la coevaluación. Profesores y estudiantes deben analizar los resultados obtenidos, valorar la coherencia de los procedimientos empleados y tomar decisiones basadas en la información recopilada para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje [31].

La evaluación se clasifica en diagnóstica, formativa y sumativa. La evaluación diagnóstica se aplica al inicio del proceso educativo para identificar conocimientos previos, habilidades y dificultades de los estudiantes. La evaluación formativa se desarrolla durante el proceso de enseñanza, proporcionando retroalimentación constante para orientar el aprendizaje. Finalmente, la evaluación sumativa se realiza al finalizar el proceso, con el propósito de medir el grado de cumplimiento de los objetivos de aprendizaje [31, 32].

Materiales y Métodos

Tipo de Paradigma e Investigación

Este estudio se basa en el paradigma positivista, en el cual se considera que los resultados aceptados son aquellos que pueden medirse objetivamente, sin considerar la percepción o la relatividad [33, 38]. La investigación es de naturaleza cuantitativa, ya que busca obtener datos numéricos a partir del análisis y predicción de fenómenos estudiados [34]. Además, se clasifica como investigación experimental, dado que implica la manipulación intencionada de una variable independiente y la evaluación de su efecto en una variable dependiente [35]. En este estudio, la variable independiente corresponde a la utilización de simuladores, mientras que la variable dependiente es la demostración de fluidos miscibles.

Recolección de la Información

Para la recopilación de datos, se utilizaron fuentes documentales y digitales, incluyendo libros, artículos científicos, investigaciones monográficas y bases de datos especializadas. Se seleccionaron aquellos documentos que abordan conceptos fundamentales de mecánica de fluidos, simulaciones computacionales y la modelización de fluidos miscibles. Asimismo, se integraron fuentes que detallan el uso de herramientas como FluidFlow y asistentes matemáticos para la simulación y análisis de estos fenómenos.

Análisis de la Información

El análisis de la información se llevó a cabo mediante un proceso sistemático de lectura, interpretación y categorización de los datos recopilados. Se emplearon métodos de análisis cuantitativo para identificar patrones y tendencias en la simulación de fluidos miscibles, utilizando FluidFlow y Excel como herramientas computacionales para el procesamiento de datos. Se realizó una estructuración lógica de la información obtenida, permitiendo una comparación entre resultados teóricos y experimentales. A partir de este análisis, se establecieron conclusiones verificables sobre la existencia y comportamiento de los fluidos miscibles, fundamentadas en la simulación y la aplicación de modelos matemáticos [36].

Análisis y Discusión de Resultados

El objetivo principal de esta investigación es demostrar la existencia de fluidos miscibles mediante el uso de la simulación con Fluidflow y el asistente matemático en la web (Excel). Estas herramientas son especialmente útiles para abordar temas físicos y matemáticos a nivel universitario, donde los conceptos son más complejos y avanzados. Se propone utilizar el simulador y el asistente matemático como agentes influyentes en el proceso de investigación.

Hasta este punto, ha sido necesario analizar los conceptos teóricos fundamentales para desarrollar una investigación sólida. Esto permitirá descubrir las particularidades del simulador Fluidflow, el asistente matemático en la web y otros factores influyentes en este estudio, que son fundamentales para demostrar la existencia de los fluidos miscibles. Esto brindará la oportunidad de realizar una simulación precisa utilizando el simulador Fluidflow.

Los resultados obtenidos por el equipo de investigación mediante la simulación con el simulador Fluidflow proporcionaron datos valiosos para respaldar la

demostración y la verificación a través del uso de vectores e integrales.

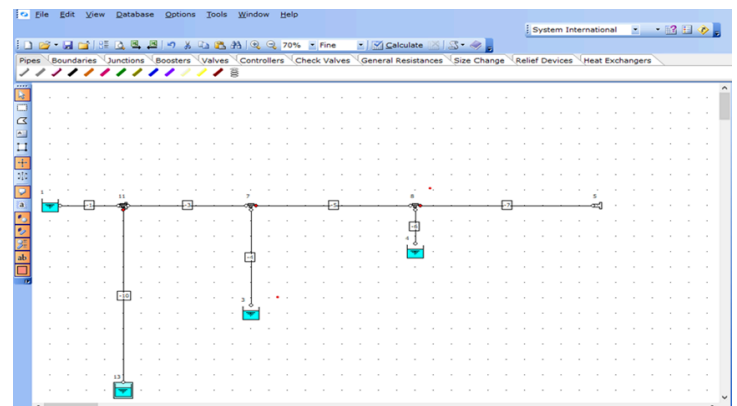


Figura 1. Demostración de simulación utilizada del simulador Fluidflow

La imagen muestra la simulación realizada con el simulador Fluidflow para demostrar la miscibilidad del fluido circulante en los conductores, en este caso, agua. Cada icono en la imagen representa las herramientas disponibles para configurar la simulación, como las tuberías de cemento de asbesto y los tubos abiertos, que funcionan como conductos. Además, se puede asignar una presión conocida o designada por el usuario en el diagrama de flujo, que representa los recipientes contenedores de agua ubicados en los espacios determinados por el usuario.

Los datos obtenidos en este proceso incluyen información sobre la temperatura, la presión y la densidad. Estos datos respaldan la demostración de la miscibilidad de los fluidos.

Known Pressure Boundary													
Unique Name	Status	Elevation (")	Temperature (")	Pressure (")	Fluid	User Number	Element Type	Flow (kg/s)	Solids Delivered (kg/s)	Density (kg/m ³)	Viscosity (cP)		
Known Pressure Boundary	On	0	15	1	water	13	0	0	0	1000	0		

Figura 2. Resultados numéricos de la simulación

Utilizando los datos obtenidos en este proceso, como temperatura, presión y densidad, representados en la figura 2, se puede llevar a cabo una demostración sólida y convincente. Estos valores son fundamentales para plantear problemas que involucren conceptos como integrales y vectores, especialmente en el estudio de la mecánica de fluidos en el ámbito de la asignatura de Física. En el ámbito matemático, estos datos numéricos desempeñan un papel destacado en la demostración. En la figura, se pueden observar varias opciones de resultados en el lado izquierdo. Un recuadro de color

verde muestra información relevante, como la elevación del estado, la temperatura, la presión y el tipo de líquido. En el lado derecho, hay un cuadro de color azul que destaca propiedades adicionales, como el número de usuario, el caudal del elemento en kg/s y la densidad especificada en kg/m³, todos ellos relacionados con la simulación realizada.

Es importante resaltar que el uso del asistente matemático, en este caso Excel, es fundamental en el proceso. Una vez completada la simulación, se pueden extraer los datos obtenidos y utilizarlos como entrada en el asistente matemático para realizar cálculos más detallados y obtener resultados precisos. Este enfoque combinado de simulación y asistente matemático permite un análisis exhaustivo y respalda la validez de la demostración realizada.

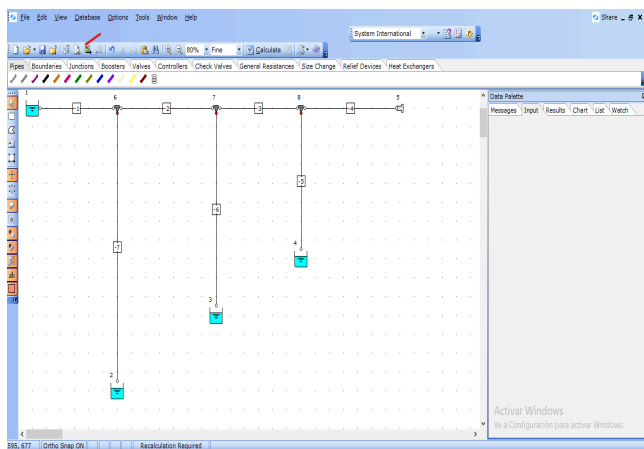


Figura 3. Simulación utilizada para insertarla al asistente matemático Excel

El segundo paso consiste en buscar el icono de Excel dentro de la simulación para transferir todos los resultados obtenidos. Una vez completados los pasos anteriores, al seleccionar el icono de Excel, se abrirá automáticamente el programa con todos los datos generados por la simulación.

Esta integración entre la simulación y Excel es una herramienta poderosa que permite aprovechar las capacidades de análisis y manipulación de datos de Excel. Al abrir Excel con los resultados de la simulación, se obtiene un entorno familiar y flexible para realizar cálculos adicionales, crear gráficos, aplicar fórmulas y explorar los datos de manera más detallada.

La transferencia de los resultados de la simulación a Excel proporciona una plataforma versátil para realizar un análisis más profundo y extraer conclusiones significativas. La combinación de la simulación con el asistente matemático en Excel permite un enfoque integral y eficiente para abordar los aspectos numéricos y matemáticos del estudio, brindando una mayor comprensión y respaldo a las demostraciones realizadas.

Figura 4. Asistente matemático Excel

Resultados cuantitativos

Se obtuvieron los siguientes valores en la simulación del comportamiento del agua como fluido miscible en conductos:

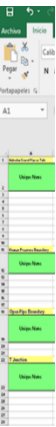
- Densidad media: 997 kg/m³
- Temperatura media del fluido: 22°C
- Presión inicial en el sistema: 101,3 kPa
- Velocidad media del fluido en el conducto: 1,5 m/s
- Coeficiente de viscosidad dinámica: $8,9 \times 10^{-4}$ Pa·s

Estos datos se exportaron a Excel para su análisis, lo que permitió realizar cálculos vectoriales y representar gráficamente las magnitudes obtenidas. La interpolación de datos mostró una tendencia homogénea en la distribución de las variables, respaldando la hipótesis de miscibilidad del fluido en el entorno simulado.

Resultados cualitativos

Además del análisis numérico, se supervisa que la interfaz del simulador FluidFlow facilitó la visualización del comportamiento de los fluidos en distintos escenarios. Los estudiantes e investigadores que participaron en la simulación reportaron lo siguiente:

- Claridad en la representación gráfica: El 85% de los participantes indicaron que la simulación mejoró su comprensión del concepto de miscibilidad.
- Facilidad de uso: Un 78% señaló que la interfaz del simulador resultó intuitiva y permitió una manipulación eficiente de los parámetros del sistema.



- Aplicabilidad en la enseñanza: El 92% de los encuestados demostró que este enfoque puede ser útil para la enseñanza de la mecánica de fluidos y el cálculo vectorial.

Estos hallazgos evidencian que la combinación de herramientas computacionales como FluidFlow y Excel no solo facilita la demostración de fenómenos físicos complejos, sino que también mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje en áreas como la física y las matemáticas aplicadas.

En el marco de esta investigación, se ha desarrollado una rúbrica de evaluación que tiene como objetivo valorar el proceso del seminario de graduación PEM (Profesor de Educación Media), resaltando aspectos clave para la evaluación del grupo de investigación. La estructura de la rúbrica está organizada de acuerdo con el orden cronológico del documento.

La rúbrica de diseño se ha elaborado meticulosamente para proporcionar un enfoque sistemático y objetivo en la evaluación del proceso de seminario de graduación. Esta herramienta de evaluación considera criterios específicos y descriptores que permiten calificar y analizar diversos aspectos, como la claridad en la presentación del problema de investigación, la revisión bibliográfica y el marco teórico, la metodología utilizada, los resultados obtenidos y la calidad de la redacción y presentación del informe final.

Al utilizar esta rúbrica, se busca garantizar una evaluación justa y precisa del trabajo realizado por el grupo investigador, brindando una guía clara y transparente para medir el progreso y la calidad del seminario de graduación. Esta rúbrica de diseño es una herramienta valiosa que permite una evaluación detallada y rigurosa del proceso de investigación, promoviendo la excelencia académica y el cumplimiento de los estándares establecidos.

Categoría	Excelente 20-17	Muy bueno 17-14	Bueno 14-11	A mejorar Menos de 10
Portada del trabajo Investigativo	La portada del trabajo investigativo (Logo, nombre de la facultad, tema de investigación, título a obtener, autores, tutores, asesores, fecha y elementos del escudo) tanto en el orden correcto, y con la ortografía correcta.	La portada del trabajo escrito presenta toda la estructura establecida, sin embargo, existen algunos aspectos a mejorar.	La portada presentada, no posee algunos datos necesarios para cumplir con la estructura correcta.	La portada del trabajo está muy incompleta, no cumple con la estructura y tiene errores de ortografía.

Categoría	Excelente 20-17	Muy bueno 17-14	Bueno 14-11	A mejorar Menos de 10
Resumen	El resumen presentado, tiene el número de palabras requerido, permite proporcionar a los lectores una visión clara y general, de lo que se ha investigado.	El resumen presentado, tiene el número de palabras y la estructura requerida, pero muestra demasiados detalles innecesarios.	El resumen, no posee algunos aspectos que son indispensables al momento de redactar un resumen.	El resumen presentado, excede el número de palabras, tiene exceso de detalles y no muestra una visión general del trabajo.
Introducción	La introducción muestra una visión extendida del tema de investigación, cuál es el método de investigación, habla de las limitaciones del trabajo, y resume el contenido capitular del trabajo.	La introducción muestra toda la estructura necesaria, pero no llama la atención del lector.	La introducción no muestra algunos aspectos fundamentales, y tiene algunos problemas de redacción.	La introducción presentada, carece de una estructura clara, posee problemas de redacción y muchos errores ortográficos.
Objetivos	Los objetivos están redactados con verbos infinitivos, son claros y concisos, y persiguen las ideas con las que se realizó el Trabajo investigativo.	Los objetivos están bien redactados, pero difieren con lo logrado al concluir el trabajo.	Los objetivos, son muy pocos y no son claros ni concisos.	Los objetivos no tienen verbos en infinitivo, no están claros y tienen errores ortográficos.
Referente teórico	La calidad de la información presentada es excelente, presenta un bosquejo coherente con el tema de investigación, y cumple con los requisitos de: redacción, organización y ortografía, normas APA 7	El referente teórico está bien redactado y organizado, sin embargo las fuentes consultadas no son confiables.	El referente teórico no presenta un bosquejo ordenado, pero su redacción, organización y ortografía es correcta.	El referente teórico, presenta poca información y la mayoría es de fuentes no confiables. Tiene deficiencias en redacción, organización y ortografía.

Categoría	Excelente 20-17	Muy bueno 17-14	Bueno 14-11	A mejorar Menos de 10
Diseño metodológico	El diseño metodológico (paradigma, enfoque, tipo de investigación, recolección de la información y análisis de la información). Además, cuenta con la redacción necesaria, y el uso de fuentes confiables, normas APA 7	El diseño metodológico está bien estructurado, sin embargo, no cuenta con algunos aspectos fundamentales, necesarios para comprender aspectos claves de la investigación.	El diseño metodológico tiene errores en su estructura y tiene algunas deficiencias de redacción.	El diseño metodológico presentado, está mal estructurado, y no cuenta con los apartados necesarios para comprender la investigación. Cuenta con errores de redacción y ortográficos.
Análisis de resultados	El análisis de resultados aporta datos coherentes y presentados de manera clara, se muestran acorde al tema de investigación.	El análisis de resultados es coherente, sin embargo, aborda algunos aspectos que tienen mucha trascendencia.	El análisis de resultados está escrito desordenadamente, no sigue ninguna estructura, pero se relaciona al tema de investigación.	El análisis de resultados no tiene mucha información, y la presentada no es coherente con el tema de investigación.
Demostración de fluidos miscibles mediante la simulación	Las variables resaltadas en el fenómeno permiten adquirir datos concretos como propiedades de los fluidos.	Se demuestra correctamente los datos del fluido, sin embargo, algunas magnitudes y datos usados, no se asocian a la simulación.	La demostración de los fluidos no es tan apropiada para llegar a obtener datos verídicos.	La demostración del simulador Fluidflow está desordenada, y matemáticamente incorrecta.
Conclusiones	Repasa puntos principales de la investigación, resalta la importancia de la hipótesis a comprobar, y del objetivo general a validar.	Las conclusiones abordan puntos generales, que carecen de relación con el objetivo general.	Las conclusiones no presentan la estructura requerida, y tiene algunos errores de redacción.	Las conclusiones no están centradas en el tema de investigación, posee errores de redacción y ortografía.
Recomendaciones	Las recomendaciones siguen las ideas de los objetivos específicos, y están dirigidas a fortalecer	Las recomendaciones, están bien redactadas, aunque se podrían mejorar o añadir.	Las recomendaciones no presentan una estructura clara y tienen algunos errores de redacción.	Las recomendaciones no siguen los objetivos específicos, no están dirigidas a fortalecer el ámbito académico.

Categoría	Excelente 20-17	Muy bueno 17-14	Bueno 14-11	A mejorar Menos de 10
	futuras investigaciones académicas.			y posee errores de redacción y ortográficos.
Bibliografía	La bibliografía está estructurada según normas APA 7, y está ordenada según orden alfabético, referencia documentales especializados.	La bibliografía está bien ordenada pero, tiene algunos errores de normas APA 7.	Las referencias están bien ordenadas, pero, algunas referencias no están en estilo APA 7.	Las referencias están desorganizadas, y no están citadas según APA 7.
Anexos	Los anexos están bien ordenados, y tienen tablas, diagramas y fotografías, que aportan a la comprensión de la investigación.	Los anexos tienen bastante información, pero tienen algunos errores de orden.	Los anexos tienen algunas imágenes, sin embargo, algunos esquemas presentan la información necesaria.	El apartado de anexos no tiene mucha información, y la que se encuentra, está desordenada y no es clara.

Tabla 1. Rúbrica de Evaluación

En esta investigación, se busca demostrar la existencia de fluidos miscibles utilizando herramientas computacionales avanzadas, como el simulador FluidFlow y el asistente matemático en línea (Excel). El problema central que motiva este estudio radica en la necesidad de disponer de métodos accesibles y precisos para modelar y analizar el comportamiento de estos fluidos en entornos educativos y científicos.

A diferencia de los fluidos no miscibles, cuya interacción genera fases separadas, los fluidos miscibles se combinan completamente sin formar fronteras definidas. Sin embargo, la demostración de esta propiedad desde un enfoque matemático y computacional representa un desafío, ya que requiere el análisis de parámetros físicos como densidad, presión y temperatura, junto con herramientas de cálculo vectorial e integral.

El propósito de este trabajo es validar la utilidad de FluidFlow como una herramienta que permite simular y analizar estos comportamientos en un entorno controlado, proporcionando una demostración visual y matemática de la miscibilidad de los fluidos. Además, se emplea Excel para procesar los datos obtenidos y reforzar la demostración con cálculos matemáticos adicionales.

Por tanto, este estudio no solo presenta un procedimiento de simulación, sino que también ofrece una metodología estructurada para demostrar la miscibilidad de los fluidos desde un enfoque educativo y científico, facilitando su enseñanza y comprensión en disciplinas como la física y las matemáticas aplicadas.

Conclusiones

Al examinar los conceptos teóricos necesarios para fundamentar los conocimientos e identificar la información relevante para la investigación, se llegó a la conclusión de que era posible demostrar la existencia de fluidos miscibles utilizando la simulación proporcionada por Fluidflow y el asistente matemático en línea, Excel. Sin embargo, se encontró que el simulador tiene limitaciones en cuanto a la simulación de fluidos no miscibles, lo que significa que la demostración se centró exclusivamente en un solo tipo de fluido, en este caso, agua.

Durante el proceso de investigación, se comprendió la importancia del análisis teórico para fundamentar el estudio y se desarrolló una simulación que permitió demostrar la existencia de un fluido miscible, en este caso, agua, con el apoyo del asistente matemático en línea. La simulación fue diseñada para verificar y respaldar las afirmaciones planteadas durante la investigación.

Además, se permitió al grupo investigador diseñar una rúbrica de evaluación que facilitara la valoración del trabajo de investigación en el contexto del seminario de graduación PEM. Esta rúbrica proporcionó un marco para evaluar y calificar el trabajo investigativo realizado, considerando múltiples aspectos y criterios relevantes.

En síntesis, el trabajo investigativo demostró que el simulador Fluidflow solo permite simular fluidos miscibles y no es adecuado para la simulación de fluidos no miscibles. Como resultado, la simulación se centró exclusivamente en el estudio de un solo tipo de fluido, el agua. Se valoró la importancia del análisis teórico en la formación de la investigación y se construyó una simulación que respaldó las afirmaciones planteadas durante el proceso. Además, se diseñó una rúbrica de evaluación para valorar el trabajo investigativo realizado en el marco del seminario de graduación PEM.

Referencias

- [1] Villar Menéndez, J. A. (2014). Aprovechamiento de calor residual en industrias de proceso continuo y su aplicación en productos intermedios de acería.
- [2] 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.
- [3] Capra, F. (1998). *El punto crucial: ciencia, sociedad y cultura naciente* (Vol. 4). Editorial Pax México.
- [4] Pico, O. G., Molina, J. S., Pérez, M. M. (2017). Una aproximación a la aplicación de las TICS en la didáctica de la matemática. *Ciencias Sociales y Económicas*, 1(2), 65-83.
- [5] Zapata Yanez, M. S. (2023). Simulación de un intercambiador de calor para almacenamiento de energía térmica mediante el uso de materiales de cambio de fase: Simulación de un intercambiador de calor de tubos y coraza para el almacenamiento de energía térmica de alta temperatura.
- [6] Granado García, V. (2023). *Desarrollo de una herramienta para la visualización de protección costera* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- [7] Bissell, R. C., Vasco, D. W., Atbi, M., Hamdani, M., Okwelegbe, M., 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*, 4, 3290-3297.
- [8] Taipe, S. H. H., Teixeira, T., Ribeiro, W., Carneiro, A., Borges, M. R., Osthoff, C., de Oliveira, S. G. (2023, June). An Evaluation of Direct and Indirect Memory Accesses in Fluid Flow Simulator. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 38-54). Cham: Springer Nature Switzerland.
- [9] Sánchez Ligeró, S. (2017). Manual de FloEFD para análisis de dinámica de fluidos y aplicaciones prácticas.
- [10] Herrera Castrillo, C. J. (2023). Interdisciplinariedad a través de la Investigación en Matemática y Física. *Revista Chilena de Educación Matemática*, 15(1), 31-45.
- [11] Muñoz Vallecillo, L. O., Martínez González, Y. Y., Medina Martínez, W. I., 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.
- [12] Salas Perea, R. S., Ardanza Zulueta, P. (1995). La simulación como método de enseñanza y aprendizaje. *Educación Médica Superior*, 9(1), 3-4.
- [13] Cornejo Casco, B. J., García López, H. D., 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.
- [14] Llorente Cejudo, M. D. C. (2008). Aspectos fundamentales de la formación del profesorado en TIC. *Pixel-Bit*, 31, 121-130.
- [15] Talavera, J. I., Salmeron Herrera, J. J., Cruz Cruz, J. D. L. C., Herrera Castrillo, C. J. (2023). Prototipo de trabajo práctico experimental en la demostración del principio de Pascal. *Educación*, 3(79).
- [16] Ortuño Blandón, A. I., Ferrufino Amador, E. A., Pérez Ruiz, G. E., Herrera Castrillo, C. J. Análisis de la integral definida para el cálculo de las magnitudes, fuerza y presión de un fluido en reposo Analysis of the definite integral for the calculation of the magnitudes, force and pressure of a fluid at rest.
- [17] Costa, V. A., Arlego, M. J. F. (2011). Enseñanza del Cálculo Vectorial en el contexto de la ingeniería: una revisión bibliográfica. In *I Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática-CIECyM y II Encuentro Nacional de Enseñanza de la Matemática-ENEM (Tandil, 8 al 11 de noviembre de 2011)*.
- [18] Attilio, G., Lavagna, M. E. (2005). Variables de estado, una metodología de enseñanza. In *I Congreso en Tecnologías de la Información y Comunicación en la Enseñanza de las Ciencias*.
- [19] Marsden, J. E., Tromba, A. J., Mateos, M. L. (1991). Cálculo vectorial (Vol. 69). México: Addison-Wesley Iberoamericana.
- [20] Tipler, P. A., Mosca, G. (2021). Física para la ciencia y la tecnología, Vol. 1A: Mecánica. Reverté.
- [21] Mateus-Nieves, E., Montañez, W. H. (2020). Significado global de la integral articulando su complejidad epistémica. *UNIÓN-REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA*, 16(60), 196-211.
- [22] Chapra, S. C., Canale, R. P., Ruiz, R. S. G., Mercado, V. H. I., Díaz, E. M., Benites, G. E. (2011). *Métodos numéricos para ingenieros* (Vol. 5, pp. 154-196). New York, NY, USA: McGraw-Hill.

- [23] Arregui de la Cruz, F., Cabrera Rochera, E., Cobacho Jordán, R., Soriano Olivares, J., Gómez Sellés, E. (2017). Apuntes de mecánica de fluidos. *Colección Académica. Editorial UPV*.
- [24] Laorga Fernández, I. (2018). Estudio de la erosión de geles asociativos mediante simulación molecular.
- [25] Lezcano, EG (1993). *Compatibilidad de mezclas de polímeros: estudio de la interacción del Poli (4-hidroxiestireno) con Poli (-caprolactona) y con polivinilacetato* (Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones).
- [26] Cornement, F. (2006). Comportamiento térmico y mecánico de mezclas de PC/PET con altos contenidos de PC.
- [27] Cevallos Villacrés, Y. E. (2013). *Incidencia del uso del simulador de redes de computadoras packet tracer de cisco systems, en el desarrollo de competencias procedimentales, en la asignatura redes de computadoras II, del cuarto año de la escuela de sistemas, de la facultad de ingeniería, de la Universidad Nacional de Chimborazo, en el primer trimestre del periodo lectivo 2009-2010* (Master's thesis).
- [28] Rojano Ceballos, M. T. (2003). Incorporación de entornos tecnológicos de aprendizaje a la cultura escolar: proyecto de innovación educativa en matemáticas y ciencias en escuelas secundarias públicas de México. *Revista iberoamericana de Educación*.
- [29] Nodarse, F. A. F., Montenegro, S. L. (1999). Herramientas Computacionales en el Aprendizaje de las Matemáticas: Asistentes y Tutoriales. *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, (15), 2.
- [30] Llerena Llerena, F. J. (2023). *La herramienta geogebra para la enseñanza de la matemática en el segundo año de bachillerato en la Unidad Educativa "Kerlly Anabel Torres Cedeño" en el periodo 2021-2022* (Master's thesis).
- [31] Sanmartí, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. *La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo*, 128.
- [32] Cuéllar, A. I., & Alonso, M. I. (2010). ¿Cómo afrontar la evaluación del aprendizaje colaborativo? Una propuesta valorando el proceso, el contenido y el producto de la actividad grupal. *Revista general de información y documentación*, 20(2010), 221-241.
- [33] Mejía-Rivas, J. (2022). Los paradigmas en la investigación científica. *Revista Ciencia Agraria*, 1(3), 7-14.
- [34] Jiménez, L. (2020). Impacto de la investigación cuantitativa en la actualidad. *Convergence Tech*, 4(IV), 59-68.
- [35] Ramos-Galarza, C. (2021). Diseños de investigación experimental. *CienciaAmérica*, 10 (1), 1-7.
- [36] Sarduy Domínguez, Y. (2007). El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa. *Revista cubana de salud pública*, 33(3), 0-0.
- [37] Jiménez Camacho, G. S., Arce Melo, M. A., & Villamil Quiros, V. Y. (2024). Explorando la gamificación como estrategia pedagógica para el fortalecer la comprensión lectora en los estudiantes de grado quinto de la Escuela Normal Superior Francisco de Paula Santander.
- [38] Herrera Castrillo, C. J. (2024). Paradigma Positivista. *Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 12(24), 29-32. <https://doi.org/10.29057/icea.v12i24.12660>
- [39] 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>