

**Simulador computacional de fenómenos de mecánica de fluidos como estrategia didáctica:  
Un estudio del compromiso cognitivo del estudiante**

*Computational simulation of fluid mechanics phenomena as didactic strategy:  
A study of the student cognitive engagement*

**Enrique Vicsael Flores Castillo**

<https://orcid.org/0000-0002-7605-3286>

Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela  
[evflores@uc.edu.ve](mailto:evflores@uc.edu.ve)

**Franzyuri Fernando Hernández Fajardo**

<https://orcid.org/0000-0002-2748-8005>

Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela  
[fhernan@uc.edu.ve](mailto:fhernan@uc.edu.ve)

**Zoraida Coromoto Villegas Montero**

<https://orcid.org/0000-0003-1507-446X>

Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela  
[zcvillegas@gmail.com](mailto:zcvillegas@gmail.com)

**Resumen**

La presente investigación aborda la simulación computacional de un conjunto de fenómenos de Mecánica de los Fluidos como estrategia didáctica enfocándose en el compromiso cognitivo del estudiante en la puesta en práctica de dicha estrategia. La postura teórica asumida en esta investigación en lo relacionado con el compromiso cognitivo del estudiante es la señalada por Trowler (2010). El recorrido metodológico seguido en esta investigación contempló la asignación de actividades a un grupo de estudiantes alrededor del uso de un simulador computacional de ensayos experimentales de la Mecánica de los Fluidos donde, a partir de la medición del grado de cumplimiento de estas actividades, se evaluó el compromiso del estudiante desde una dimensión cognitiva, arrojando resultados con tendencia hacia el polo de compromiso positivo, según la escala de valoración propuesta por Trowler.

**Palabras clave:** simulación, mecánica de los fluidos, compromiso estudiantil, dimensión cognitiva.

**Abstract**

The present investigation addresses the computational simulation of a set of Fluid Mechanics phenomena as didactic strategy focusing on student cognitive engagement in the implementation of this strategy. The theoretical position followed in this investigation in relation to student cognitive engagement is the one indicated by Trowler (2010). The methodological journey followed in this investigation contemplated the allocation of activities to a group of students around the use of a computational simulator of Fluid Mechanics experimental essays where, from the measurement of the degree of fulfillment of these activities, the student's commitment was evaluated from a cognitive dimension, yielding results with a tendency towards the pole of positive commitment, according to the evaluation scale proposed by Trowler.

**Keywords:** simulation, fluid mechanics, student engagement, cognitive dimension.

**Recibido:** 26/11/2020

**Enviado a árbitros:** 26/11/2020

**Aprobado:** 18/04/2021



## **Introducción**

El desarrollo y uso herramientas computacionales como estrategia para el aprendizaje en las carreras de ingeniería ha sido motivo de investigación de diversos autores. Recientemente se reporta el uso de estas herramientas en el aprendizaje de diversas áreas de la ingeniería tales como el Álgebra Lineal (Vergara, Avilez y Romero, 2016), la Resistencia de Materiales (Contreras, Trisancho y Fuentes, 2017), la Mecánica de los Fluidos (Contreras y otros, 2016) entre otras. Estos reportes se centran en la propuesta de alternativas innovadoras al modelo tradicional del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ramas mencionadas a partir del abordaje de situaciones problemáticas, donde el papel del estudiante consistió principalmente en la comparativa de los resultados obtenidos a través del uso de una determinada herramienta con los resultados obtenidos a través de los modelos teóricos asociados a la situación abordada, inclusive llegándose a registrar las calificaciones obtenidas por los estudiantes en evaluaciones académicas diseñadas para establecer la efectividad del uso de una determinada herramienta en la comprensión de aspectos teóricos.

Así mismo, se reportan hallazgos en el desarrollo de herramientas computacionales de simulación en ramas de la ingeniería como la Mecánica de Materiales (Vega y Reinoza, 2016), la Transferencia de Calor (Ibarra, 2012) y el Flujo de Fluidos en régimen permanente (Goncalves y Pacheco, 2019) y en régimen transitorio (Rivas y otros, 2019). Los trabajos mencionados se orientan hacia proveer a estudiantes, profesores y profesionales del área de ingeniería de herramientas que permitan la comprensión de distintos fenómenos en la rama respectiva. La participación del estudiante en el desarrollo de estas investigaciones se centró en la percepción del mismo en la usabilidad de la herramienta desarrollada obteniéndose en estos casos resultados exitosos.

En el caso particular de la rama de la mecánica de los fluidos, la inserción de la simulación en el proceso de enseñanza y aprendizaje de esta rama ha sido reportada en publicaciones tales como la de Fraser y otros, (2007), y la de Romero y Martínez (2013). Estos trabajos muestran como resultados una mejora en la comprensión de ciertos fenómenos por parte del estudiante y una respuesta positiva ante la inclusión de esta herramienta en su proceso de aprendizaje.

Los trabajos citados hasta ahora muestran la conveniencia del uso de la simulación en el proceso de aprendizaje de aprendizaje por parte del estudiante en el campo de la ingeniería. No obstante, publicaciones recientes sugieren como horizonte de investigación “estudios que demuestren claramente evidencia directa de los reportes de aprendizaje sobre lo que los estudiantes son capaces de hacer y aprender, a medida que se involucran con modelos y prácticas de simulación” (Magana, y De Jong, 2018, p. 736).

En este sentido, investigaciones previas (Flores, Luque y Gómez, 2018), muestran en las asignaturas de Manejo de Fluidos y Dinámica de Gases, las cuales están enmarcadas en el pensum de estudio vigente de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Carabobo, ante la asignación de una tarea a los estudiantes de cada curso consistente en la búsqueda de herramientas computacionales para la simulación de redes de flujo de fluido incompresible y para la simulación de procesos de flujo compresible respectivamente, y realizada esta indagación luego de usar alguna de estas herramientas para la resolución de al menos un problema tipo en el marco de la asignatura respectiva, los estudiantes se ubicaron en el polo positivo del compromiso del estudiante desde una dimensión cognitiva. Trowler (2010) señala:

El compromiso del estudiante, se refiere a la interacción entre el tiempo, el esfuerzo y otros recursos relevantes invertidos tanto por los estudiantes como sus instituciones destinadas a optimizar la experiencia del estudiante y mejorar los

resultados de aprendizaje, el desarrollo de los estudiantes, el rendimiento y reputación de la institución. (p. 3)

Estudiantes comprometidos cognitivamente “estarían posicionados en su aprendizaje, buscarían ir más allá de los requerimientos y disfrutarían de los desafíos” (Trowler, ob. cit., p. 5).

Por otra parte, el perfil de egreso del Ingeniero Mecánico de la Universidad de Carabobo, se orienta hacia un profesional dotado de conocimientos científicos y tecnológicos que les permita un desempeño laboral apropiado a las exigencias actuales (Perfil de egreso del Ingeniero Mecánico de la Universidad de Carabobo, 1997). Dentro de los aspectos característicos del profesional de esta carrera, se encuentran comprender y aplicar los modelos matemáticos que rigen el comportamiento de las sustancias y sistemas reales en las áreas de termodinámica, transferencia de calor y mecánica de fluidos.

En particular, las asignaturas Manejo de Fluidos y Dinámica de Gases, mencionadas previamente, se enmarcan en el área de la Mecánica de los Fluidos, y son cursadas posterior a la aprobación de la asignatura del mismo pensum de estudio vigente de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Carabobo denominada Mecánica de los Fluidos ubicada en el sexto semestre de la mencionada carrera.

La asignatura Mecánica de los Fluidos, ubicada en el sexto semestre de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Carabobo, contempla entre sus objetivos la aplicación de los conceptos fundamentales de la Mecánica de los Fluidos. Contempla una carga en horas académicas semanales de tres (03) horas de clases teóricas, una (01) hora de clase práctica, y dos (02) horas de laboratorio.

En el caso particular de las horas de laboratorio, las mismas son concebidas para la realización de ensayos experimentales asociados a los conceptos de la Mecánica de los Fluidos. Aunque se cuenta con una sala provista de equipos para la realización de estos ensayos, en los

últimos años algunos de estos equipos han sufrido fallas operativas, imposibilitando la realización de algunos ensayos experimentales.

Barreto y Leo (2009), desarrollaron una herramienta computacional denominada “FluLab” cuyo objetivo es realizar en forma virtual los ensayos experimentales correspondientes a las horas de Laboratorio de la asignatura Mecánica de los Fluidos. Esta herramienta fue concebida con la intención de preparar y familiarizar al estudiante con dichos ensayos experimentales y a mitigar la no disponibilidad de equipos para la realización de los ensayos. Esta herramienta computacional está desarrollada para que funcione en distintas plataformas y viene acompañada de un manual de usuario y del guion de realización de la simulación de cada ensayo experimental disponible en la herramienta.

Si bien se cuenta con resultados de investigaciones recientes realizadas sobre el compromiso del estudiante desde una dimensión cognitiva en el uso de herramientas computacionales de simulación en asignaturas de la rama de la Mecánica de los Fluidos de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Carabobo, estos estudios se realizaron en asignaturas de tipo teórico, sin tener hasta el momento alguna investigación sobre el compromiso del estudiante en el uso de la herramienta computacional “FluLab” para la realización de ensayos experimentales –horas de laboratorio– en la asignatura Mecánica de los Fluidos de la mencionada carrera.

### **Propósito de la investigación**

Evaluar el compromiso del estudiante desde una dimensión cognitiva en el uso de la herramienta computacional “FluLab” para la realización la simulación de los ensayos experimentales de algunos fundamentos de la Mecánica de los Fluidos, para el caso particular de un grupo de estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Carabobo

cursantes de la asignatura Mecánica de los Fluidos.

### **Descripción del enfoque teórico**

La definición de compromiso del estudiante, ha sido reconocida y empleada por diversos autores que en los últimos años han teorizado sobre el tema (Kahn, 2014; Klemenčič, 2017; Tanaka, 2019).

En ese sentido Fredricks, Blumenfeld y Paris, (2004), identifican para este concepto tres tipos o dimensiones de compromiso del estudiante: conductual, emocional y cognitiva; comentando al respecto que: “El compromiso conductual abarca hacer el trabajo y seguir las reglas; el compromiso emocional incluye intereses, valores y emociones; y el compromiso cognitivo incorpora la motivación, el esfuerzo y el uso de estrategias” (p. 65). La dimensión conductual está referida a las conductas observables dentro del contexto educativo, mientras que la dimensión emocional son los lazos afectivos que se tejen en ese contexto tanto con compañeros como con los docentes y por último la dimensión cognitiva, también llamado compromiso cognitivo del estudiante, tiene mayor implicación interna en el individuo puesto que en esta dimensión hay un esfuerzo de parte del educando para lograr determinados aprendizajes. Investigaciones como la de Ibáñez, Di-Serio y Delgado-Kloos, (2014), se enfocan en el estudio de la dimensión cognitiva del compromiso del estudiante.

Trowler (2010) propone que “cada una de estas dimensiones puede tener un polo ‘positivo’ y un polo ‘negativo’, cada uno de los cuales representa una forma de compromiso, separados por un golfo de no compromiso” (p. 5). La dimensión cognitiva del compromiso del estudiante puede ubicarse en el polo positivo cuando el estudiante alcanza o supera los requerimientos en una determinada tarea; puede ubicarse en el polo negativo cuando el estudiante se desvía de los requerimientos en dicha tarea, y puede ubicarse en un polo de no-

compromiso donde el estudiante cumple tardíamente, precipitadamente o no cumplen completamente los requerimientos de la tarea asignada (Trowler, ob. cit.).

Diversas investigaciones arrojan como resultado que el compromiso del estudiante se relaciona de alguna forma con la mejora del proceso de aprendizaje (Trowler, 2010; Reschly y Christenson, 2012; Chakraborty y Nafukho 2014; Ashwin y McVitty, 2015). “Estudiantes comprometidos comparten valores y enfoques de sus estudios, aprenden con otros dentro y fuera del aula de clase, y aprenden a valorar perspectivas distintas de las propias” (Rush y Balamoutsou, 2006, pp. 6-9).

### **Recorrido metodológico**

La presente investigación se categoriza como de tipo cuantitativa no experimental, la cual según Hernández, Fernández y Baptista, (2014), engloba aquellos estudios “que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos” (p. 152); con un diseño transversal descriptivo puesto que se “recopilan datos en un momento único” (Hernández, Fernández y Baptista, ob. cit., p. 154), y cuyo procedimiento “consiste en ubicar en una o diversas variables a un grupo de personas u otros seres vivos, objetos, situaciones, contextos, fenómenos, comunidades, etc., y proporcionar su descripción” (Hernández, Fernández y Baptista, ob. cit., p. 155).

El análisis se realizó sobre un total de diez (10) estudiantes cursantes de una (01) sección de Laboratorio de la asignatura Mecánica de los Fluidos, ubicada en el sexto semestre de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Carabobo, durante el periodo lectivo único de 2019.

A dichos estudiantes se les asignó una primera actividad sin porcentaje de evaluación asignado a realizarse en forma individual, consistente en la lectura del manual de usuario de la

herramienta, la observación de un material audiovisual realizado por el docente del laboratorio sobre la forma como se usaría la herramienta para la realización del ensayo experimental a través de un ejemplo donde se hacía un ensayo experimental distinto a los tres ensayos escogidos, y hecho esto la ejecución del mencionado ejemplo sin supervisión del docente, donde la evidencia de logro de esta actividad previa sería la entrega al docente de un registro fotográfico de la ejecución de la actividad.

Cumplida esta primera actividad, se asignó a continuación la realización en forma individual de la simulación de tres (03) ensayos experimentales del total de diez (10) ensayos experimentales contemplados dentro de las actividades de las horas de laboratorio de la asignatura Mecánica de los Fluidos, usando específicamente la herramienta computacional “FluLab”. Estas simulaciones proporcionan datos que serán plasmados y analizados en el informe de ejecución de los ensayos experimentales, los cuales tienen porcentaje de evaluación asignado. Los ensayos escogidos fueron, en el siguiente orden: Ensayo del Experimento de Reynolds; Ensayo de Flujo en Redes de Tuberías, y Ensayo de Turbina Pelton; ensayos correspondientes a los tres (03) últimos ensayos experimentales de los programados para las horas de Laboratorio.

Se les entregó un guion de realización de cada ensayo donde en primer lugar se les exigió la entrega en forma grupal (grupos de 3 o 4 estudiantes) de una revisión de conceptos teóricos asociados al ensayo a ejecutar (prelaboratorio); se les aplicó un examen en línea en forma individual sobre los contenidos teóricos de la revisión efectuada previamente; a continuación en el guion de elaboración del ensayo se le indicó los pasos a seguir para la simulación del ensayo y cumplida la simulación en forma individual se les exigió la entrega al docente del Laboratorio del registro fotográfico de la simulación hecha. Finalmente, a partir de los resultados de la

simulación se les exigió el procesamiento de estos resultados a través de un informe elaborado en forma grupal (grupos de 3 o 4 estudiantes).

Los resultados obtenidos del cumplimiento de cada actividad asignada son tabulados para su posterior discusión.

## Resultados y discusión

De los diez (10) estudiantes cursantes de la sección de Laboratorio de la asignatura Mecánica de los Fluidos participaron un total de nueve (09) estudiantes, lo que representa un 90 % de participación estudiantil en este estudio. Estos nueve (09) estudiantes se distribuyeron en tres (03) grupos de tres (03) estudiantes cada grupo. Se analizaron un total de cuatro (04) actividades individuales de simulación, tres (03) exámenes en línea individuales, tres (03) revisiones teóricas grupales (prelaboratorios), y tres (03) informes de actividades grupales.

El cumplimiento de las fases de la primera actividad de simulación, la cual es de carácter individual y consiste en familiarizarse con el uso de la herramienta computacional, se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.**

Fases de la primera actividad de simulación

Lectura del Manual de usuario	Observación del material audiovisual	Entrega de registro fotográfico de la realización de la simulación
9/9	9/9	7/9

**Fuente:** Flores, Hernández y Villegas (2020).

El cumplimiento de las fases de las siguientes tres (03) actividades de simulación, las cuales son de carácter individual y corresponden a la simulación de los ensayos experimentales seleccionados para este estudio mediante el uso de la herramienta computacional, se muestra en la Tabla 2, en la Tabla 3, y en la Tabla 4.

**Tabla 2.**

Fases de la segunda actividad de simulación (Experimento de Reynolds)

Lectura del Guión de la Práctica	Entrega de registro fotográfico de la realización de la simulación
9/9	9/9

Fuente: Flores, Hernández y Villegas (2020).

**Tabla 3.**

Fases de la tercera actividad de simulación (Redes de Tuberías) (Actividad individual con porcentaje de evaluación asignado)

Lectura del Guión de la Práctica	Entrega de registro fotográfico de la realización de la simulación
9/9	9/9

Fuente: Flores, Hernández y Villegas (2020).

**Tabla 4.**

Fases de la cuarta actividad de simulación (Turbina Pelton) (Actividad individual con porcentaje de evaluación asignado)

Lectura del Guión de la Práctica	Entrega de registro fotográfico de la realización de la simulación
9/9	6/9

Fuente: Flores, Hernández y Villegas (2020).

Los resultados de los exámenes en línea realizados en forma individual sobre la revisión de conceptos teóricos previos a la simulación de cada ensayo se muestran a continuación (ver Tabla 5). Se considera como cumplidos los requerimientos de la actividad por parte del estudiante cuando obtiene la mínima calificación aprobatoria del examen.

**Tabla 5.**

Actividades de evaluación en línea (Actividad individual con porcentaje de evaluación asignado)

Experimento de Reynolds	Redes de Tuberías	Turbina Pelton
8/9	2/9	5/9

Fuente: Flores, Hernández y Villegas (2020).

Los resultados del cumplimiento de la actividad de revisión de conceptos teóricos asociados al ensayo a realizar (prelaboratorio); actividad de carácter grupal, se muestran a continuación (ver Tabla 6).

**Tabla 6.**

Cumplimiento de las actividades de revisión de conceptos teóricos (Actividad grupal con porcentaje de evaluación asignado)

<b>Experimento de Reynolds</b>	<b>Redes de Tuberías</b>	<b>Turbina Pelton</b>
3/3	3/3	3/3

**Fuente:** Flores, Hernández y Villegas (2020).

Los resultados del cumplimiento de la actividad de elaboración del informe sobre el ensayo realizado; actividad de carácter grupal, se muestran a continuación (ver Tabla 7). Se considera como cumplidos los requerimientos de esta actividad por parte del grupo cuando en la evaluación de lo reportado en el informe se evidencia del procesamiento de los resultados obtenidos a través de las simulaciones y cuando el informe obtiene la mínima calificación aprobatoria.

**Tabla 7.**

Cumplimiento de las actividades de elaboración de informe sobre el ensayo realizado (Actividad grupal con porcentaje de evaluación asignado)

<b>Experimento de Reynolds</b>	<b>Redes de Tuberías</b>	<b>Turbina Pelton</b>
3/3	3/3	3/3

**Fuente:** Flores, Hernández y Villegas (2020).

De la información recogida se desprende la siguiente discusión:

La mayoría de los estudiantes inscritos en el curso (90 %) mostraron disposición al uso del simulador para la realización de los ensayos experimentales contemplados dentro de las actividades de las horas de laboratorio de la asignatura Mecánica de los Fluidos.

Un alto porcentaje de los estudiantes cumplieron con las fases establecidas para familiarizarse con el uso del simulador, actividad sin porcentaje de evaluación, estando los porcentajes de cumplimiento de cada fase siempre por encima del 77 % (ver Tabla 1).

Un alto porcentaje de los estudiantes cumplieron con las fases establecidas en las tres actividades de simulación de los ensayos experimentales contemplados dentro de las actividades de las horas de laboratorio de la asignatura Mecánica de los Fluidos, actividad con porcentaje de evaluación, estando los porcentajes de cumplimiento de cada fase siempre por encima del 66 % (ver Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4).

Los porcentajes de estudiantes que cumplieron los requerimientos en las actividades de evaluación en línea fueron distintos en las tres evaluaciones realizadas, porcentajes comprendidos entre el 22 % y el 88 %, estando por encima del 50 % en dos de las tres evaluaciones realizadas (ver Tabla 5).

Los requerimientos en las actividades grupales fueron cumplidos totalmente (ver Tabla 6 y Tabla 7).

En comparación con trabajos previos realizados y relacionados con este trabajo, se puede indicar que:

Flores, Luque y Gómez, (2018), evalúan el compromiso del estudiante desde una dimensión cognitiva en el uso de herramientas computacionales de simulación de procesos de flujo de fluidos compresibles en el marco de una asignatura de corte teórico, señalando que;

Los resultados obtenidos permiten concluir que en el caso de estudio descrito se observa que desde una dimensión cognitiva el compromiso estudiantil se ubica en el polo positivo, ya que en la mayoría de los casos se alcanzaron los requerimientos de la tarea asignada. (p. 118)

Este mismo hecho es observado en la investigación de Flores y otros, (2016), para el caso de la simulación de redes de flujo incompresibles en otra asignatura también de tipo teórico. Lo determinado en estas dos investigaciones es concordante con los resultados obtenidos en este trabajo aun cuando en este último la investigación se centró en la evaluación del compromiso del estudiante en actividades de tipo experimental sobre tópicos de la Mecánica de los Fluidos.

Contreras et al., (2016), señalan que “La estrategia de emplear Pipe Flow Expert en la Mecánica de los Fluidos logró despertar un mayor interés por parte de los estudiantes para resolver problemas de mayor complejidad a los discutidos en clase de manera analítica” (p. EDU-110), sin abordarse el compromiso del estudiante ante el uso de esta estrategia. Lo observado en el presente trabajo muestra la actitud del estudiante desde la perspectiva del compromiso cognitivo en la realización de las actividades asignadas, compromiso cognitivo ubicado en el polo positivo.

De esta discusión se desprende que en estos trabajos se observa una perspectiva positiva del estudiante en el uso de simuladores para la enseñanza aprendizaje de la mecánica de fluidos, tanto en la resolución de problemas como en el estudio de fenómenos a partir de ensayos experimentales.

Ibáñez, Di-Serio y Delgado-Kloos, (2014), concluyen en su trabajo que “Los resultados obtenidos mostraron una mayoría de estudiantes trabajando continuamente, incluso después de ganar la cantidad máxima de puntos de calificación, aspecto considerado como evidencia de compromiso cognitivo” (p. 300).

Se pudo observar en esta investigación, en actividades asignadas sin porcentaje de evaluación, porcentajes significativos de cumplimiento en los requerimientos. De lo visto en estos trabajos se infiere que el compromiso del estudiante desde el punto de vista cognitivo

puede obtenerse aun en actividades donde no se produzca una acumulación de calificación para el estudiante.

Romero y Martínez, (2013), quienes investigaron sobre los logros de estudiantes de ingeniería en relación al uso de simulaciones interactivas ilustrativas en un curso de Mecánica de los Fluidos, señalan que los estudiantes “disfrutaron interactuando con las simulaciones y las consideraron un buen complemento a las explicaciones teóricas debido a que las simulaciones les ayudaron a revisar los conceptos previamente explicados” (p. 873), a partir de lo cual se observa una respuesta positiva por parte del estudiante ante el uso de simulaciones en el marco de un curso de Mecánica de los Fluidos.

Por otro lado, Fraser y otros, (2007), que estudiaron la mejora del aprendizaje de la Mecánica de los Fluidos usando simulaciones computacionales, indican que; “la retroalimentación de los estudiantes sobre esto como un ejercicio adicional de aprendizaje fue muy positiva” (p. 381).

Los resultados observados en el presente trabajo permiten visibilizar la ubicación del compromiso del estudiante desde el punto de vista cognitivo en el polo positivo, lo que es concordante con la respuesta positiva observada en estos dos trabajos previos.

## **Conclusión**

De lo obtenido en la presente investigación se puede concluir acerca de la estrategia didáctica del uso de un simulador computacional de fenómenos de Mecánica de Fluidos, que el compromiso estudiantil desde la dimensión cognitiva se ubicó en el polo positivo, considerando el cumplimiento de requerimientos por parte de los estudiantes en las distintas tareas asignadas, inclusive en los casos donde la tarea no implicaba una acumulación de calificaciones por parte del estudiante.

Asimismo, en los resultados puede observarse que el compromiso del estudiante desde una dimensión cognitiva es mayor en actividades grupales en comparación a actividades individuales. La comparación con trabajos previos muestra que en casos de asignaturas de corte teórico como de corte experimental en la rama de la Mecánica de los Fluidos puede lograrse una ubicación en el polo positivo de compromiso del estudiante desde una dimensión cognitiva cuando se emplea la simulación computacional como estrategia didáctica.

## Referencias

- Ashwin, P. y McVitty, D. (2015). *The Meanings of student engagement: implications for policies and practices*. The European Higher Education Area. Springer. doi.org/10.1007/978-3-319-20877-0\_23
- Barreto, G. y Leo, P. (2009). *Desarrollo de un laboratorio virtual para la cátedra de mecánica de los fluidos*. [Trabajo Especial de Grado no Publicado. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica, Valencia, Venezuela].
- Chakraborty, M. y Nafukho, F. (2014). *Strengthening student engagement: what do students want in online courses?* European Journal of Training and Development, Vol. 38, No. 9, pp. 782–802. doi.org/10.1108/EJTD-11-2013-0123
- Contreras, J., Taylor, B., Tinoco, R., Yáñez, L., Cortés, M., Hernández, J. y Morales, M. (2016). *Uso de Pipe Flow Expert como una estrategia innovadora de aprendizaje en mecánica de fluidos*. Memorias del XXXVII Encuentro Nacional de la AMIDIQ, pp. EDU-106–EDU-110. <https://amidiq.com/memorias/>
- Contreras, L., Tristancho, J. y Fuentes, H. (2017). *Uso de las herramientas informáticas educativas para la enseñanza de la resistencia de materiales*. Revista Virtual

Universidad Católica del Norte, 50, pp. 299–321.

<https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/825>

Flores, E., Velásquez, J., Martino, L., Cruz, M. y Gómez, M. (2016). *Compromiso del estudiante desde una dimensión cognitiva en el uso de herramientas computacionales de simulación de redes de flujo: Un caso de estudio*. Jornadas de Investigación y Encuentro Académico Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, 14–18 de noviembre de 2016. [Memorias de las Jornadas no publicadas].

Flores, E., Luque, A. y Gómez, M. (2018). *Compromiso del estudiante desde una dimensión cognitiva en el uso de herramientas computacionales de simulación de procesos de flujo compresible: Un caso de estudio*. *Revista Ingeniería y Sociedad UC*, 13(2), pp. 110–120.

<http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/IngenieriaYSociedad/a13n2/art01.pdf>

Fraser, D., Pillay, R., Tjatindi, L. y Case, J. (2007). *Enhancing the learning of fluid mechanics using computer simulations*. *Journal of Engineering Education*, pp. 381–388. doi.org/10.1002/j.2168-9830.2007.tb00946.x

Fredricks, J., Blumenfeld, P. y Paris, A. (2004). *School engagement: potential of the concept, state of the evidence*. *Review of Educational Research*, Vol. 74, No. 1, pp. 59–109. doi.org/10.3102%2F00346543074001059

Goncalves, G. y Pacheco, A. (2019). *Desarrollo de una herramienta didáctica computacional para el estudio de fenómenos asociados al manejo de flujos de fluidos*. [Trabajo Especial de Grado no Publicado. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica, Valencia, Venezuela].

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed). México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. De C.V.

- Ibarra, G. (2012). *Desarrollo de un laboratorio virtual para el estudio de la transferencia de calor por conducción*. [Trabajo Especial de Grado no Publicado. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica, Valencia, Venezuela].
- Ibáñez, M., Di-Serio A. y Delgado-Kloos, C. (2014). *Gamification for engaging computer science students in learning activities: A case study*. IEEE Transactions on Learning Technologies, Vol. 7, No. 3, pp. 291–301. doi.org/10.1109/TLT.2014.2329293
- Kahn, P. (2014). *Theorising student engagement in higher education*. British Educational Research Journal, Vol. 40, No. 6, pp. 1005–1018. doi.org/10.1002/berj.3121
- Klemenčič, M. (2017). *From student engagement to student agency: conceptual considerations of european policies on student-centered learning in higher education*. Higher Education Policy, Vol. 30, pp. 69–85. doi.org/10.1057/s41307-016-0034-4
- Magana, A. y De Jong, T. (2018). *Modeling and simulation practices in engineering education*. Comput Appl Eng Educ., Vol. 26, pp.731–738. doi.org/10.1002/cae.21980
- Universidad de Carabobo. (1997). *Perfil de egreso del ingeniero mecánico*. [Versión electrónica]. <http://www.ing.uc.edu.ve/mecanica/direccion.htm>
- Reschly, A. y Christenson, S. (2012). *Jingle, jangle, and conceptual haziness: Evolution and future directions of the engagement construct*. Handbook of Research on Student Engagement, New York: Springer, pp. 3–19. doi.org/10.1002/cae.21980
- Rivas, A., Díaz, J., Flores, E. y Hornebo, L. (2019). *Desarrollo de una herramienta computacional para la simulación de la dinámica del flujo transitorio en procesos de vaciado y llenado de tanques*. Revista Ingeniería Industrial Actualidad y Nuevas Tendencias, Universidad de Carabobo, Vol. 6, No. 23, pp. 45–56. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/Inge-Industrial/vol6-n23/art03.pdf>

- Romero, C. y Martínez, E. (2013). *Achievements of engineering students on a fluid mechanics course in relation to the use of illustrative interactive simulations*. European Journal of Physics, Vol. 34, pp. 873–885. doi.org/10.1088/0143-0807/34/4/873
- Rush, L. y Balamoutsou, S. (2006). *Dominant voices, silent voices and the use of action learning groups in HE: A social constructionist perspective*. British Educational Research Association Annual Conference, University of Warwick, 6–9. [http://www.leeds.ac.uk/bei/Education-line/browse/all\\_items/161330.html](http://www.leeds.ac.uk/bei/Education-line/browse/all_items/161330.html)
- Tanaka, M. (2019). *Student engagement and quality assurance in higher education: International collaborations for the enhancement of learning*. Routledge. <https://www.routledge.com/Student-Engagement-and-Quality-Assurance-in-Higher-Education-International/Tanaka/p/book/9780367132835>
- Trowler, V. (2010). *Student engagement literature review*. The Higher Education Academy. [https://www.heacademy.ac.uk/system/files/StudentEngagementLiteratureReview\\_1.pdf](https://www.heacademy.ac.uk/system/files/StudentEngagementLiteratureReview_1.pdf)
- Vega, R. y Reinoza, H. (2016). *Desarrollo de un laboratorio virtual para la cátedra de mecánica de materiales*. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología URBE, Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín, Vol. 6, No. 2, pp. 90–100. <http://ojs.urbe.edu/index.php/revecitec/article/view/126>
- Vergara, G., Avilez, A. y Romero, J. (2016). *Uso de MatLab como herramienta computacional para apoyar la enseñanza y el aprendizaje del álgebra lineal*. Revista Del Programa De Matemáticas Universidad del Atlántico, Vol. 3, No. 1, pp. 83–91. <http://investigaciones.uniatlantico.edu.co/revistas/index.php/MATUA/article/view/1512>

***Enrique Vicsael Flores Castillo:***

---

---

*Ingeniero Mecánico, Universidad de Carabobo. Magíster en Matemática y Computación, Universidad de Carabobo. Doctorante en Ingeniería, Universidad de Carabobo. Profesor Titular a Dedicación Exclusiva., Departamento de Térmica y Energética, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo.*

***Franzyuri Fernando Hernández Fajardo:***

---

---

*Licenciado en Educación Mención: Matemática (UC), Licenciado en Matemática Mención: Análisis Numérico (UNA), Especialista en Gerencia Educativa (USM), Magíster en Matemática y Computación (UC). Doctorante en Educación Matemática (UPEL). Profesor Asociado a Dedicación Exclusiva, Departamento de Informática, FaCE, Universidad de Carabobo.*

***Zoraida Coromoto Villegas Montero:***

---

---

*Licenciada en Educación Mención: Matemática, Universidad de Carabobo. Magíster en Educación Mención: Enseñanza de la Matemática, Universidad de Carabobo. Doctora en Educación, Universidad de Carabobo. Profesora Titular a Dedicación Exclusiva, Departamento de Matemática y Física, FaCE, Universidad de Carabobo.*