

## COMPROMISO DEL ESTUDIANTE DESDE UNA DIMENSIÓN COGNITIVA EN EL USO DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES DE SIMULACIÓN DE PROCESOS DE FLUJO COMPRESIBLE: UN CASO DE ESTUDIO

Flores Castillo, Enrique Vicsael<sup>1</sup>; Luque Godoy, Ángel Eduardo<sup>1</sup> y Gómez Ríos, Marlín Angibel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Térmica y Energética, Facultad de Ingeniería.  
Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

<sup>2</sup>Departamento de Potencia, Facultad de Ingeniería.  
Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

[evflores@uc.edu.ve](mailto:evflores@uc.edu.ve)

**Resumen:** las tendencias actuales en Iberoamérica indican que se requiere un ingeniero que sea capaz de conocer los alcances y limitaciones de las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería, que sea capaz de utilizar y de reconocer sus campos de aplicación y que sea capaz de aprovechar toda la potencialidad que ofrecen. Este trabajo muestra un caso de estudio sobre el compromiso del estudiante desde una dimensión cognitiva en el uso de herramientas computacionales de simulación de fenómenos asociados a los procesos de flujo compresible. Se determina que, dentro de la escala de valoración propuesta por Trowler, los estudiantes se encuentran en el polo de compromiso positivo, lo que representa un indicativo de la conveniencia de la inclusión del uso de herramientas computacionales en el curso de Dinámica de Gases de la Carrera Ingeniería Mecánica en la Universidad de Carabobo, inclusión que es extrapolable a otras asignaturas de ingeniería.

**Palabras clave:** Herramienta computacional, simulación, flujo compresible, dimensión cognitiva

## STUDENT ENGAGEMENT FROM A COGNITIVE DIMENSION IN THE USE OF COMPUTATIONAL TOOLS OF COMPRESSIBLE FLOW PROCESSES SIMULATIONS: A CASE OF STUDY

**Abstract:** Current trends in Ibero-America indicate that is required an engineer who is capable of knowing the scope and limitations of application engineering techniques and tools, who is capable of using and recognizing their fields of application and who is capable to take advantage of all the potential they offer. This work shows a case study about the student's commitment from a cognitive dimension in the use of computational tools to simulate phenomena associated with compressible flow processes. It is determined that, within the scale of assessment proposed by Trowler, students are in the pole of positive commitment, which represents an indication of the convenience of including the use of computational tools in the Gas Dynamics course of the Mechanical Engineering Career at the University of Carabobo, an inclusion that can be extrapolated to other Engineering courses

**Keywords:** Computational tool, simulation, compressible flow, cognitive dimension.

## INTRODUCCIÓN

El término compromiso del estudiante, basado en definiciones dadas en la literatura relacionada con dicho término, se refiere a la interacción que se da entre el tiempo, el esfuerzo y otros recursos invertidos por los estudiantes y sus instituciones con la intención de optimizar la experiencia del estudiante, mejorar los resultados de aprendizaje, el desarrollo de los estudiantes, y el rendimiento y reputación de la institución (Trowler, 2010).

Esta definición de compromiso del estudiante es reconocida y empleada por diversos autores que en los últimos años han teorizado sobre el este tema (Kahn, 2014; Klemenčič, 2017; Tanaka, 2019). Se identifican tres dimensiones en el compromiso del estudiante: dimensión conductual, dimensión emocional y dimensión cognitiva (Fredricks, Blumenfeld y Paris, 2004).

Esta categorización ha sido empleada en investigaciones recientes enfocándose en la dimensión cognitiva (Ibañez, Di-Serio y Delgado-Kloos, 2014). En relación a ésta última dimensión puede afirmarse que estudiantes comprometidos cognitivamente estarían posicionados en su aprendizaje, buscarían ir más allá de los requerimientos y les entusiasmarían los retos (Fredricks, Blumenfeld y Paris, 2004).

Cada dimensión de las indicadas previamente puede ubicarse en dos polos positivo y negativo, separados por una tercera categoría de no-compromiso o apatía de tal forma que desde la dimensión cognitiva se catalogaría como positiva aquella donde los estudiantes alcanzan o superan los determinados requerimientos en una tarea, se catalogaría como de no-compromiso aquellos que cumplen

tardíamente, precipitadamente o no cumplen completamente los requerimientos, y se catalogaría como negativa aquellos que se desvían de los requerimientos (Trowler, 2010).

Diversos autores indican que el compromiso del estudiante está relacionado de alguna manera 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).

En otro orden de ideas, diversos trabajos sobre las competencias que debe desarrollar el Ingeniero en el ámbito de Iberoamérica (dentro del cual se enmarca Venezuela) señalan como competencias específicas, entre otras, el simular procesos de ingeniería, y el utilizar software para la ingeniería (Proyecto Tuning, 2007).

Las simulaciones pueden ser definidas como representaciones computacionalmente correctas de una situación que ofrece al usuario el control sobre el resultado del programa, pudiéndose considerar una clase particular de herramienta para el aprendizaje basada en el computador (Davies, 2002). Bajo este enfoque, el utilizar software para la ingeniería se relaciona estrechamente con el simular procesos de ingeniería.

El logro de la competencia de utilizar software para ingeniería requiere la articulación efectiva de diversas capacidades, entre las cuales se puede detallar la capacidad para identificar y seleccionar herramientas disponibles, la capacidad de conocer e identificar los alcances y limitaciones de las herramientas a

utilizar, de reconocer los campos de aplicación de cada una de ellas, y de aprovechar toda la potencialidad que ofrecen (Documentos de CONFEDI, 2014).

Por otra parte, es de destacar que, en el perfil de egreso vigente del Ingeniero Mecánico de la Universidad de Carabobo, se establece que la orientación de la enseñanza en esta carrera se dirige hacia la formación de un egresado dotado de conocimientos científicos y tecnológicos que les permitan un ejercicio profesional apropiado a las exigencias actuales (Universidad de Carabobo, 1997).

Dentro de los aspectos que caracterizan al profesional de esta carrera, se encuentra el 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 (Universidad de Carabobo, 1997).

La asignatura Dinámica de Gases, contemplada dentro de la malla curricular de la carrera, tiene como uno de sus objetivos proporcionar al estudiante conocimientos básicos en el manejo de fluidos compresibles (Facultad de Ingeniería 2001).

En esta asignatura se contemplan, entre otros aspectos, el estudio de procesos de flujo compresible isoentrópico en ductos de sección transversal variable, flujo compresible adiabático con fricción en ductos de sección transversal constante, flujo compresible sin fricción y con transferencia de calor en ductos de sección transversal constante, y flujo compresible isotérmico en ductos de sección transversal constante. Estos conocimientos en la actualidad se refuerzan mediante la resolución de ejercicios de análisis (dada una configuración, determinar valores de las

propiedades) y de diseño (dado un conjunto de valores de las propiedades, determinar una configuración específica), apelando a los conocimientos teóricos sin el uso de herramientas computacionales. La adquisición de estos conocimientos sirve de soporte para métodos de cálculo que permiten determinar la caída de presión a través de tuberías y equipos relacionados para flujo de gas y vapor, donde usualmente se supone flujo adiabático o flujo isotérmico (PDVSA, 1997).

Desde el año 2011, la Universidad de Carabobo estableció como política el diseño y/o rediseño de los currículos de todas las ofertas académicas de la institución asumiendo el enfoque de competencias (Universidad de Carabobo, 2011).

Para esto, la institución ha asumido el enfoque por competencias Transcomplejo Ecosistémico Formativo de Durant y Naveda en la totalidad de las carreras de las facultades que conforman dicha casa de estudios. Entre las fases que contempla este enfoque se encuentra la reconstrucción del diseño curricular por competencias, siendo una de las estrategias propuestas por dicho enfoque la reconstrucción la interacción de los actores involucrados, con una visión inter y transdisciplinaria de la formación de un profesional en lo complejo de una sociedad global, planetaria y de conocimiento.

Destaca en este enfoque que el desarrollo de competencias implica como saberes necesarios el saber conceptual (teorías, conceptos, argumentaciones, principios, leyes, hechos), el saber procedimental (forma de construir el conocimiento, métodos, procedimientos) y el saber actitudinal (compromiso, normas, actitudes, valores, creencias), y que señala como una de sus competencias genéricas el trabajo en equipo, definida como la actuación en todos

los ámbitos de la vida consecuentemente con los valores morales y las buenas costumbres, asumiendo con responsabilidad las consecuencias de sus propias acciones (Durant y Naveda, 2012).

En el marco de dicha reconstrucción, específicamente en la carrera de Ingeniería Mecánica, Docentes que participan en este proceso han realizado visitas al entorno empresarial en búsqueda de la interacción con uno de los distintos actores involucrados. A través de entrevistas informales, se ha detectado que una de las competencias que se consideran de mucha importancia es la que corresponde al manejo de programas computacionales.

Recientemente se han realizado trabajos sobre el uso de herramientas computacionales para el aprendizaje de la Mecánica de los Fluidos (Contreras y otros, 2016). No obstante, estos no se han centrado en el estudiante, actor fundamental en un proceso de transformación curricular.

En virtud que toda transformación curricular debe orientarse hacia la mejora del proceso de aprendizaje siendo una vía para el logro de esta mejora el compromiso del estudiante, y tomando en cuenta que el uso de herramientas computacionales para la simulación corresponde a una de las competencias que debe desarrollar el profesional de ingeniería en Latinoamérica, el presente trabajo consiste en la evaluación del compromiso del estudiante desde una dimensión cognitiva en el uso de herramientas computacionales que permitan realizar la simulación de procesos de flujo compresible, para el caso particular de un grupo de estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Carabobo cursantes de la asignatura Dinámica de Gases

## **METODOLOGÍA**

El análisis se realizó por medio de un estudio censal sobre un total de 58 estudiantes cursantes de la asignatura Dinámica de Gases correspondiente al séptimo semestre de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Carabobo, durante el primer periodo lectivo de 2016 (Abril-Agosto).

A dichos estudiantes se les asignó una actividad que consistió en buscar y describir el funcionamiento y potencialidades de al menos dos herramientas computacionales que permitiesen resolver problemas de flujo compresible, y emplear al menos una de las herramientas descritas para resolver al menos un problema de flujo compresible con la misma naturaleza de las expuestas en clase o en la bibliografía recomendada para el curso.

La actividad podía desarrollarse en forma individual o en grupos de dos (02) estudiantes, y los resultados del trabajo desarrollado por los estudiantes debía entregarse en la semana final del curso (agosto 2016), a través de un informe donde se plasma lo realizado para el cumplimiento de los requerimientos de la actividad.

Sobre estos informes se analizaron las siguientes variables: Entrega individual o grupal; cantidad de herramientas computacionales descritas; cantidad de herramientas computacionales empleadas para resolver problemas de flujo compresible; cantidad de problemas resueltos tanto con las herramientas computacionales descritas y comparados con las técnicas empleadas en el curso, aspectos de la asignatura abordados en los problemas descritos y tipo de problema resuelto (problema de análisis o problema de diseño).

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La tarea asignada fue entregada por un total de cuarenta y seis (46) estudiantes de los cincuenta y ocho (58) estudiantes inscritos en el curso, lo que representa un 79,31% del total del curso.

Se analizaron un total de veinticuatro (24) informes, que representa la totalidad de los reportes elaborados y entregados por los estudiantes.

El carácter individual o grupal del trabajo realizado se muestra en la tabla N°1. La cantidad de herramientas computacionales descritas por informe se muestran en la tabla N°2.

**Tabla N°1. Carácter individual o grupal del trabajo realizado**

Informes realizados	Individual	Grupal
	2	22

Base: número de informes

**Tabla N°2. Cantidad de herramientas computacionales descritas**

Herramientas descritas	01	02	03
Informes	20	3	1

Base: número de informes

La frecuencia de aparición de herramientas computacionales descritas y empleadas en la resolución de los problemas se muestran en la tabla N°3

**Tabla N°3. Frecuencia de aparición en los informes de las herramientas computacionales descritas y empleadas en la resolución de los problemas**

Herramientas descritas y empleadas	Pipe Flow	Solidworks	EES	AFT Arrow	Autodesk CFD	Compressible Nozzle	Otras (*)
Informes	7	5	2	2	2	2	4

(\*) ANSYS CFX, NASA GLENN, Nozzle 3,7, Nozzle Applet.

Base: número de informes

La cantidad de informes que presentaron problemas resueltos con las herramientas computacionales descritas y comparados con la resolución empleando técnicas empleadas en el curso, se muestran en la tabla N°4

Los aspectos de la asignatura abordados en los problemas realizados se muestran en la Tabla N°5.

**Tabla N°4 Informes que presentaron problemas resueltos con las herramientas computacionales descritas y comparados con la resolución empleando técnicas practicadas en el curso**

Resueltos con comparación	Resueltos sin comparación
8/24	16/24

Base: número de informes

**Tabla N°5. Aspectos de la asignatura abordados en los problemas realizados**

Flujo compresible isoentrópico en ductos de sección transversal variable	Flujo compresible adiabático en ductos de sección transversal constante	Otros (**)
15/24	6/24	3/24

(\*\*) Flujo compresible adiabático en arreglo de ductos de sección transversal variable – ductos de sección transversal constante

**Base: número de informes**

El tipo de problema abordado en los problemas realizados se muestra en la Tabla N°6.

**Tabla N°6. Aspectos de la asignatura abordados en los problemas realizados**

Problema de análisis	Problema de diseño
21/24	3/24

**Base: número de informes**

De la información recogida se desprende la siguiente discusión:

- La mayoría de los estudiantes inscritos en el curso (79,31%) mostraron disposición al uso de herramientas computacionales en la resolución de problemas de flujo compresible prefiriendo realizar la tarea asignada en forma grupal (22 de 24 informes, ver Tabla N°1). Pocos (4 de 24 informes, ver Tabla N°2) cumplieron en buscar y describir el funcionamiento y potencialidades de al menos dos herramientas computacionales que permitiesen resolver problemas de flujo compresible.
- Las herramientas descritas y usadas en la resolución de los problemas con mayor

frecuencia de aparición en los informes presentados fueron Pipe Flow y Solidworks (ver Tabla N°3).

- Un apreciable porcentaje (33,33%) de los estudiantes superaron en cierta medida los requerimientos establecidos en la tarea que se les asignó, en virtud que en 8 de los 24 informes revisados, los problemas resueltos fueron comparados con los resultados obtenidos empleando las técnicas descritas en el curso, pese a que esto no era requerimiento de la tarea asignada (ver Tabla N°4).
- El aspecto de la asignatura que tuvo mayor abordaje en los problemas presentados en los informes fue el que corresponde a Flujo compresible isoentrópico en ductos de sección transversal variable (ver Tabla N°5).
- La gran mayoría (87,50%) de los problemas abordados correspondieron a problemas de análisis (ver Tabla N°6).

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

- Contreras y otros (2016) señalan que la estrategia de emplear Pipe Flow Expert en mecánica 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, sin alcanzar a medir el compromiso que tenían los estudiantes en el uso de estas herramientas, de tal forma que lo determinado en este trabajo representa un aporte en relación al realizado por estos autores, en virtud que se muestra la actitud del estudiante desde otra perspectiva como lo es el compromiso en la realización de la actividad que se les

asigno. Puede decirse que en ambos trabajos se observa una perspectiva positiva del estudiante. A su vez es de destacar que en ambas investigaciones se realizó los estudiantes compararon entre el resultado obtenido a través métodos analíticos y el resultado obtenido mediante el uso de herramientas computacionales.

- Ibañez, Di-Serio y Delgado-Kloos (2014) concluyen en su trabajo que los resultados obtenidos mostraron que la mayoría de los estudiantes continuaron trabajando Incluso después de ganar la cantidad máxima de puntos de calificación, lo que se consideró como evidencia de compromiso cognitivo. En el presente trabajo un apreciable porcentaje de estudiantes superaron lo esperado al comparar lo obtenido a través de la herramienta de simulación con las técnicas de resolución analítica descritas en el curso. De tal forma que se reafirma que el ir más allá de lo que corresponde a los requerimientos de evaluación puede tomarse como evidencia de compromiso desde el punto de vista cognitivo.
- Vergara, G., Avilez, A., y Romero, J. (2016) concluyen en su trabajo que los resultados de su investigación sientan las bases para que, en cada una de las asignaturas de las matemáticas, se implemente no solo el uso de Matlab como software de apoyo a la enseñanza y aprendizaje, sino que docentes y estudiantes hagan uso de distintas herramientas tecnológicas para mejorar sus procesos de enseñanza y aprendizaje en virtud de la motivación que mostraron en el uso de estas herramientas. Al mostrarse en el presente trabajo que los estudiantes se encuentran en el polo positivo de compromiso cognitivo en relación al uso de

herramientas de simulación de procesos de flujo compresible, puede establecerse que es conveniente la inserción del uso de herramientas de simulación en la unidad curricular Dinámica de Gases de la carrera Ingeniería Mecánica de la Universidad de Carabobo.

Como valor agregado a lo hecho en el presente trabajo, se presenta una breve descripción de las características de las herramientas computacionales descritas y usadas por los estudiantes en la asignación que se les dio a resolver:

### **Pipe Flow**

Es utilizado por diseñadores de sistemas de tuberías e ingenieros en más de 100 países en todo el mundo. El software calcula los caudales, caídas de presión en tuberías y rendimiento de algunas turbomáquinas. Puede modelar sistemas de tuberías con múltiples puntos de suministro, tanques de descarga, componentes, válvulas y arreglos de turbomáquinas en serie o en paralelo (Pipe Flow, 2018).

### **Solidworks**

Proporciona gran variedad de herramientas necesarias para abordar los problemas más complejos con el nivel de detalle adecuado con el fin de conseguir un acabado pormenorizado en todos los trabajos. Contiene módulos de solución de dinámica de fluidos computacional (CFD, del inglés "Computational Fluid Dynamics") que permiten simular de forma rápida y sencilla flujos de líquido y gas compresibles e incompresibles, flujos de gases subsónicos,

transónicos y supersónicos (Solidworks, 2018).

### **EES**

Programa general de resolución de ecuaciones que puede resolver numéricamente miles de ecuaciones algebraicas y diferenciales no lineales acopladas. Una característica importante de EES es la base de datos de propiedades de transporte y termodinámica de alta precisión que se proporciona para cientos de sustancias de una manera que permite su uso con la capacidad de resolución de ecuaciones (F-Chart Software, 2018).

### **AFT Arrow**

Herramienta de simulación dinámica de fluidos que se utiliza para calcular la caída de presión y la distribución del flujo en los sistemas de tuberías y conductos de gas. Permite la selección de gases ideales o reales; calcula la caída de presión en tuberías; permite elegir entre condiciones de transferencia de calor isotérmicas, adiabáticas o generalizadas; permite la inserción de válvulas, compresores y/o ventiladores; permite el diseño y análisis de condiciones críticas de flujo; realiza análisis de flujo con altas velocidades (AFT, 2018).

### **Autodesk CFD**

Proporciona herramientas de dinámica de fluidos computacional y herramientas de simulación térmica que ayudan a predecir el rendimiento de dispositivos, optimizar los diseños y validar el comportamiento de

dispositivos antes de su fabricación (Autodesk, 2018).

### **Compressible Nozzle**

Herramienta que resuelve flujo compresible unidimensional en toberas convergentes-divergentes. Verifica si la tobera es subsónica, si existe un choque normal en la tobera, si se encuentra subexpandida o sobreexpandida, para condiciones de operación especificadas. Calcula Empuje, velocidad y temperatura a la salida de la tobera y flujo másico. Permite el diseño de toberas para una relación de áreas o presiones dada. Dibuja gráficos de variaciones de Numero de Mach, Presión y Temperatura en la tobera (GooglePlay, 2018).

### **ANSYS CFX**

Es un programa de dinámica de fluidos de propósito general y alto rendimiento aplicado para resolver problemas de flujo de fluidos. Permite el solucionador moderno, altamente paralelizado, es la base de una abundante selección de modelos físicos que capturan prácticamente cualquier tipo de fenómenos relacionados con el flujo de fluidos (ANSYS, 2018).

### **Compressible Flow Toolbox**

Conjunto de algoritmos que resuelven ecuaciones clásicas de flujo de fluido compresible: Flujo isoentrópico, flujo de Fanno, flujo de Rayleigh, choque normal, choque oblicuo, útiles para el análisis del flujo constante unidimensional con entropía

constante, con fricción, con transferencia de calor o con números de Mach supersónicos (NASA,2018).

### NOZZLE 3.7

Software para el análisis de toberas convergentes-divergentes unidimensional con flujo interno que puede ser completamente subsónico, completamente supersónico o una combinación de subsónico y supersónico, incluidas las ondas de choque en la parte divergente de la tobera (Informer Technologies, Inc., 2018).

### CONCLUSIONES

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, con una apreciable cantidad de estudiantes que superaron dichos requerimientos. Esto a su vez permite realizar la propuesta en el marco de la transformación curricular por competencias que se lleva en este momento en la carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo de incluir como competencia a desarrollar en el curso de Dinámica de Gases el uso de herramientas computacionales para la simulación en la resolución de problemas típicos de flujo compresible contemplados en el curso, actividad que podría desarrollarse en forma grupal de acuerdo a los resultados obtenidos.

Se obtuvo una primera aproximación de una lista de herramientas computacionales que podrían emplearse en el desarrollo de la mencionada competencia. siendo la herramienta de mayor uso la herramienta Pipe Flow.

Finalmente, pese a que la tarea se entregó al final del curso cuándo ya se había cubierto la totalidad de los contenidos del curso, se aprecia que se centraron en dos aspectos particulares del curso, inclinándose más hacia los problemas de análisis que hacia los problemas de diseño.

### REFERENCIAS

- AFT – Applied Flow Technologic (2018). Página web en línea. Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde <https://www.aft.com/products/arrow>
- ANSYS (2018) Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde <https://www.ansys.com>
- Ashwin P., McVitty D. (2015) *The Meanings of Student Engagement: Implications for Policies and Practices. The European Higher Education Area*. Springer.
- Autodesk (2018) Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde <https://www.autodesk.com/products/cfd/overview>
- Chakraborty, M., y Nafukho, F. (2014) *Strengthening Student Engagement: What do Students Want in Online Courses?*.

- European Journal of Training and Development, Vol. 38, Nro. 9, pp. 782–802.
- 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.
- Durant, M. y Naveda, O. (2012). *Transformación curricular por competencias en la educación universitaria bajo el enfoque ecosistémico formativo*. Universidad de Carabobo.
- Davies, C.H.J. (2002) *Student engagement with simulations: a case study*. *Computers & Education*, Vol. 39, Pergamon (ed) Elsevier, pp 271-282.
- Documentos de CONFEDI (2014): Competencias en Ingeniería. Consultado el día 10 de Mayo de 2016 desde [https://confedi.org.ar/download/documentos\\_confedi/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf](https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf)
- FACULTAD DE INGENIERIA (2001) *Programa sinóptico de la asignatura Dinámica de Gases*. Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Carabobo. Consultado el día 10 de mayo de 2016 desde [www.ing.uc.edu.ve/mecanica/materias/07/dinamica%20de%20gases.pdf](http://www.ing.uc.edu.ve/mecanica/materias/07/dinamica%20de%20gases.pdf)
- Fredricks, J., Blumenfeld, P., y Paris, A. (2004) *School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence*. Review of Educational Research Vol. 74 Nro. 1, pp. 59–109.
- F-Chart Software (2018) Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde <http://fchartsoftware.com/ees/>
- Ibañez, 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.
- Informer Technologies, Inc., (2018) Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde <https://nozzle.software.informer.com/3.7/>
- GooglePlay (2018) Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nilyash81.nozzleflowfinal1&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nilyash81.nozzleflowfinal1&hl=en_US)
- Kahn, P. (2014). *Theorising student engagement in higher education*. *British Educational Research Journal*, Vol. 40, No. 6, pp. 1005–1018.
- 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.
- NASA (2018) Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde <https://www.grc.nasa.gov/www/cdtb/software/compressflowtoolkit.html>

Pipe Flow (2018) Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde <https://www.pipeflow.com/>

PDVSA (1997). Manual de diseño de Proceso – Flujo en Fase Gaseosa.

Proyecto Tuning (2007): *Reflexiones y Perspectivas de la Educación Superior en América Latina*. Consultado el día 10 de Mayo de 2016 desde <http://tuning.unideusto.org/tuningal/>

Reschly, A. L., & Christenson, S. L. (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.

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 Septiembre 2006.

Solidworks, (2018) Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde <https://www.solidworks.com/es/product/solid-works-flow-simulation>

Tanaka, M. (2019). *Student Engagement and Quality Assurance in Higher Education: International Collaborations for the Enhancement of Learning*. Routledge.

Trowler, V. (2010) *Student engagement literature review*. Reino Unido: The Higher Education Academy.

UNIVERSIDAD DE CARABOBO (1997). *Perfil de egreso del Ingeniero Mecánico de la Universidad de Carabobo*. Consultado el día 10 de Mayo de 2016 desde [www.ing.uc.edu.ve/mecanica/direccion.htm](http://www.ing.uc.edu.ve/mecanica/direccion.htm)

UNIVERSIDAD DE CARABOBO (2011), *Políticas Académicas Curriculares de la Universidad de Carabobo, 2011*. Consultado el día 10 de Mayo de 2016 desde <http://riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/520/politcurr.pdf?sequence=3>

Vergara, G., Avilez, A., y Romero, J. (2016). *Uso de Matlab como herramienta computacional para apoyar la enseñanza y el aprendizaje del algebra Lineal*. *Revista Del Programa de Matemáticas Universidad del Atlántico*, pp. 83–91-306.

**Fecha de recepción:** 10 de octubre de 2018

**Fecha de aceptación:** 15 de Diciembre de 2018