

Dinámica de fluidos computacional (CFD): una herramienta para atender la demanda educativa y laboral en el campo de la ingeniería

Angie Lizeth Espinosa Sarmiento

Estudiante de doctorado en Ingeniería Mecánica, Universidade Federal de Itajubá

Itajubá, MG, Brasil

Docente del Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

Rio de Janeiro, RJ, Brasil

angieespinosa.sar@gmail.com; angie.sarmiento@cefet-rj.br

La predicción y representación del comportamiento de diversos sistemas, así como la relación entre las variables de este, son objeto de estudio de la ingeniería. El análisis anterior permite un mejor diseño del proceso en cuestión, teniendo siempre como objetivo la optimización de su operación. Usualmente, los ingenieros realizan experimentos que les posibilitan comprender el sistema directamente o construyen modelos matemáticos que lo representen.

La elaboración de modelos matemáticos está basada en la comprensión de fenómenos físicos básicos que gobiernan el comportamiento del problema estudiado. Resolviendo tales modelos para un conjunto de condiciones dado, es obtenida una solución matemática del sistema de ecuaciones resultante. Este procedimiento es conocido como método analítico.

Existe una tercera forma de abordar estos sistemas: el uso de métodos propios de la dinámica de fluidos computacional (*computational fluid dynamics*, CFD). Su concepto básico consiste en encontrar los valores de las variables asociadas al flujo de un determinado sistema en un gran número de puntos. Estos puntos están generalmente conectados entre sí en lo que se denomina dominio computacional. El sistema de ecuaciones diferenciales que representan el problema analizado —compuesto por las expresiones de conservación de la masa, momento y energía— se convierte mediante algún procedimiento en un sistema de ecuaciones algebraicas que representan la interdependencia del flujo en esos puntos y sus puntos vecinos. La solución de este último conjunto se traduce en el conocimiento de

estas variables en todos los puntos de la malla¹.

De este modo, la CFD puede definirse como el área de la computación científica que estudia métodos computacionales para la simulación de problemas que comprenden fluidos en movimiento, con o sin transferencia de calor², así como sus fenómenos asociados, tales como reacciones químicas. Esta técnica es muy poderosa y se aplica en un gran número de áreas: procesos industriales, aerodinámica de aviones y vehículos, hidrodinámica de barcos, motores de combustión interna y turbinas a gas, turbomáquinas, refrigeración de microcircuitos eléctricos, calefacción o ventilación, distribución de contaminantes en el aire, ingeniería biomédica (patrones de flujo de la sangre a través de arterias y venas), entre otros³.

Con el desarrollo y la validación de métodos numéricos rápidos, el continuo aumento de la velocidad de los computadores y disponibilidad de memoria de forma económica, diversos problemas de la ingeniería se están resolviendo usando CFD, los cuales implican costos menores y análisis más veloces, reemplazando en muchos casos a los métodos experimentales y analíticos.

Es importante resaltar que deben llevarse a cabo algunas suposiciones y aproximaciones numéricas durante el desarrollo de modelos CFD. Por lo tanto, una comprensión adecuada del rango de aplicación del fenómeno y de las variables que intervienen, así como de las limitaciones de los métodos CFD, son esenciales para permitir el uso correcto de estas herramientas.

Además de la rapidez y reducción de costos de los métodos CFD en comparación con los procedimientos experimentales, estos también ofrecen un conjunto de informaciones más completas en la mayoría de las aplicaciones de la ingeniería. Por lo general, son proporcionados todos los datos relevantes sobre el flujo en el dominio de interés estudiado. Los métodos experimentales se limitan principalmente a las mediciones de variables en determinados lugares, los cuales deben ser accesibles por el equipo de medición.

Otro hecho importante a destacar es que las simulaciones CFD permiten analizar los sistemas en escala real con sus respectivas condiciones de funcionamiento. Por su parte, en la mayoría de las

¹ Abdulnaser Sayma, *Computational Fluid Dynamics* (London: bookboon.com Ltd, 2009), en línea, Internet, 8 de octubre de 2015, <<http://bookboon.com/es/computational-fluid-dynamics-ebook>>

² Armando de Oliveira Fortuna, *Técnicas computacionais para dinâmica dos fluidos: conceitos básicos e aplicações* (São Paulo: Edusp, 2000). Impreso.

³ Henk Kaarle Versteeg y Weeratunge Malalasekera, *An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method* (London: Pearson Education Limited, 2007). Impreso.

ocasiones en los métodos experimentales se hace necesario la creación de prototipos con dimensiones diferentes del sistema original; las condiciones reales no se pueden representar de manera económica y, por lo tanto, deben extrapolarse los resultados. Este problema no existe cuando se utiliza CFD.

En los últimos años, se pueden encontrar en el mercado muchos programas basados en técnicas CFD. La aparición de tales paquetes computacionales ha significado que estos métodos ya no se utilicen únicamente en el mundo de la investigación por parte de especialistas altamente capacitados, sino que también diversas organizaciones industriales se valgan de ellos como una herramienta de diseño. En consecuencia, los ingenieros que no poseen los conocimientos necesarios en CFD se han visto en la necesidad de conocer y aprender esta área del conocimiento con el objetivo de atender la alta demanda tanto educativa como laboral en el campo de la ingeniería⁴.

⁴ Chris T. Shaw, *Using Computational Fluid Dynamics* (Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1992). Impreso.