



LA SIMULACIÓN POR COMPUTADORA COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL EN EL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Sergio Valadez Rodríguez
Instituto Politécnico Nacional
svaladezr@gmail.com

Irma Patricia Flores Allier
Instituto Politécnico Nacional
ipfallier@hotmail.com

Ana María Atencio de la Rosa
Instituto Politécnico Nacional
ana_atencio@hotmail.com

Resumen

El presente documento propone a la simulación por computadora, como una eficaz herramienta para la enseñanza de la unidad de aprendizaje denominada Flujo de Fluidos, la cual se imparte en el cuarto semestre de la carrera de Ingeniería Química Industrial, en la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, del Instituto Politécnico Nacional, en México. La estructura propuesta, permite al estudiante la generación de diversos escenarios de análisis, en donde la variación de la información de entrada conduce a entornos diferentes que deben ser analizados por el mismo estudiante, en la búsqueda de soluciones; esta dinámica se basa en los planteamientos del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Para lograr esto dicho estudiante, dispone de una interface gráfica muy amigable, con la cual puede cambiar a voluntad las condiciones de entrada y observar la repercusión que tiene esto en el desempeño del sistema simulado (variables respuesta) y así replantear las condiciones de entrada cuantas veces sea necesario

Palabras clave: Simulación, Enseñanza, Ingeniería, Flujo de Fluidos.



Los cambios que se han generado con la evolución de la sociedad, particularmente en la segunda parte del siglo XX y lo corrido del presente siglo, han sido la base de profundas transformaciones, la sociedad postindustrial “avanza inexorablemente hacia la primacía de la inteligencia y el saber” como principales factores del progreso social y económico (López Cerezo & Valenti, 2000).

Uno de los sectores más sensibles a estos cambios es el sector educativo que se encuentra inmerso en un proceso de actualizaciones enmarcados en el conjunto de transformaciones sociales, destacándose la innovación tecnológica y el desarrollo de las tecnologías de la información y de la comunicación (TICs), conllevándolo a definir acciones que lo pongan en sintonía con las demandas de la sociedad y el entorno de manera general. De otra parte, las empresas modernas y su necesidad de supervivencia han generado un alto sentido de competencia ocasionando que desde todos los sectores económicos se generen estrategias en la búsqueda de su permanencia y evolución.

El sector educativo y particularmente en nuestro caso, las Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, del Instituto Politécnico Nacional, en México, ha buscado de manera permanente la adopción de estrategias educativas que permitan que la relación docente-estudiante se favorezca y que los niveles de generación y transmisión de conocimiento sean los mayores posibles; en este contexto se ha adoptado como estrategia de enseñanza el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP); la adopción de esta estrategia permite que el estudiante sea partícipe de la construcción del conocimiento, con base en la solución de situaciones planteadas por el docente que cambia su rol de transmisor de conocimiento a guía, en su

construcción por parte del estudiante (Moran Moguel, 2011).

La simulación ha sido una de las herramientas que, debido a su reciente aparición, su potencial de uso y al avance tecnológico, ha penetrado lentamente en el quehacer del Ingeniero Químico Industrial, constituyéndose en una herramienta extremadamente útil para el análisis de sistemas productivos. “El objetivo del modelo de simulación consiste precisamente, en comprender, analizar y mejorar las condiciones de operación relevantes al sistema, su actualidad y la evolución de la tecnología” (García Dunna, García Reyes, & Cárdenas Barrón, 2006).

Es en este contexto, que se desarrolla una estrategia de enseñanza aprendizaje basada en el empleo de la simulación, usando para ello un programa de cómputo (simulador), creado específicamente para tal efecto, que soporta su estructura en lo propuesto en la teoría general de sistemas con entorno (objetivos), entrada (variables de decisión), proceso (escenario de experimentación), salida (variables de desempeño) y retroalimentación (ajustes al modelo); esta estructura permite al usuario (docente / estudiante) estar en un permanente proceso de evaluación de escenarios para la toma de decisiones.

Importancia de la simulación

Una de las modalidades de la Enseñanza Asistida por Computadora que es ideal para el entrenamiento técnico del ingeniero es la simulación. Esta hace uso de la computadora para presentar una escena cambiante en el tiempo. Por lo general esta escena es diseñada mediante animación gráfica, en color y con sonidos, pero no necesariamente. Lo importante de una simulación es tratar de representar un fenómeno real y dinámico (o



cambiante en el tiempo). La simulación permite, por ejemplo: el adquirir la habilidad o el aprender las reglas para manipular un fenómeno, mecanismo o dispositivo dinámico y complejo, también permite el entender la dinámica compleja de una situación y ser entrenado a ese tipo de medio ambiente.

La simulación puede ser empleada para la experimentación de situaciones del tipo que pasa si..., donde se ensayan las hipótesis y más tarde aparece el resultado. Otra forma de emplear esta modalidad didáctica es para ensayar en la computadora experimentos de laboratorios de química, física, etc. La dinámica puede presentarse en gráficas comparativas o dibujos animados.

En fin, la simulación puede resultar de gran utilidad en la enseñanza de asignaturas que conforman la currícula de las diversas ramas de la ingeniería por la versatilidad de situaciones que pueden abordarse con ésta.

Desarrollo

Una forma de promover el desarrollo y uso del software educativo entre los profesionales de la enseñanza de la ingeniería es mostrar los trabajos que se están llevando a cabo para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el ámbito de la formación de ingenieros.

Es por esto que a continuación se presenta un resumen del Manual de Operación de uno de los simuladores, que operan para la enseñanza de la unidad de aprendizaje Flujo de Fluidos, que se imparte en el cuarto semestre de la carrera de Ingeniería Química Industrial, en la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, del Instituto Politécnico Nacional, México.

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS
EXTRACTIVAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL
ACADEMIA DE OPERACIONES UNITARIAS



Figura 1. Portada del manual.

Simulador de Flujo de Fluidos

Este programa, elaborado en Visual Studio 2019, aplica los principios de conservación de la masa y de la energía, simulando e ilustrando el funcionamiento de un sistema en régimen permanente y flujo turbulento, el cual considera el manejo de 12 diferentes fluidos que se transportan a una temperatura de 25°C., por medio de una bomba centrífuga.

Dicho sistema consta de dos tanques, uno de alimentación y otro de almacenamiento, los cuales pueden variar su posición modificando el factor de energía potencial correspondiente, dentro de ciertos límites. Además, es posible controlar la presión a la que está expuesto el nivel del fluido en cada tanque, desde una presión igual a la presión atmosférica, hasta un cierto valor de presión manométrica.

Los tanques se encuentran conectados por tubería de acero grado B 31.1 en cédula 40, con diámetros standard modificables por el usuario tanto para la succión como para la descarga, en un rango de velocidades recomendables.

En lo que corresponde a los accesorios y las válvulas con que cuenta el sistema, se tiene:

Para la succión, una válvula de compuerta totalmente abierta, un codo standard a 90°, una entrada de tubo proyector hacia adentro y



suficiente longitud de tubo recto para ajustar la longitud equivalente dentro de los límites establecidos.

En la descarga se consideró, una válvula de compuerta completamente abierta, una válvula de retención (check), un codo standard a 90°, una salida de tubo proyector hacia adentro y suficiente longitud de tubo recto para ajustar la longitud equivalente dentro de los límites establecidos.

Para la medición del gasto, se encuentra intercalado en el tubo de descarga, un medidor de orificio con las siguientes características:

Orificio de bordes agudos, relación de diámetros (diámetro del orificio/diámetro del tubo) igual con 0.6, manómetro diferencial de tubo en "U", utilizando mercurio como líquido medidor, pérdida permanente de presión del 63% de la presión diferencial.

Aplicando los balances de energía necesarios entre los ejes de referencia, se podrá obtener el valor de la energía que se habrá de suministrar al sistema por medio de la bomba, para un funcionamiento satisfactorio. Dichos balances incluyen los siguientes cálculos:

Gasto volumétrico, número de Reynolds en la succión, factor de fricción de Fanning en la succión, pérdida de presión por fricción en la succión, número de Reynolds en la descarga, factor de fricción de Fanning en la descarga, pérdida de presión por fricción en la descarga, presión diferencial en el medidor, pérdida permanente que ocasiona el medidor, pérdidas de presión en el sistema, altura representativa de la bomba (carga), altura neta de succión del sistema.

El simulador selecciona la bomba adecuada entre las dos disponibles (1 CNF-64 y 1½ CNF-74, fabricadas por Worthington de

México®) y al mismo tiempo ilustra los criterios utilizados a través del uso de la gráfica de Curvas Características correspondiente a cada bomba. Dicha selección incluye los siguientes cálculos:

Altura neta de succión de la bomba (para determinar si la bomba es útil en la succión), altura representativa de la bomba (para determinar si la bomba es útil en la descarga, seleccionando el diámetro del impulsor), potencia real (al freno) del motor standard que acciona la bomba (para la elección del motor standard que satisface los requerimientos del sistema).

El programa incluye las siguientes facilidades para el usuario:

Nomenclatura y descripción de las variables que intervienen en el cálculo, representación simbólica y descripción de los elementos que intervienen en el sistema de flujo, balances de energía y ecuaciones de cálculo, como auxiliares en la explicación del fenómeno, reporte impreso de parámetros del sistema, variables dependientes, selección de la bomba, cálculo del diámetro del impulsor y determinación de la potencia real del motor standard que acciona dicha bomba, instrucciones de uso.



Figura 2. Pantalla de presentación.

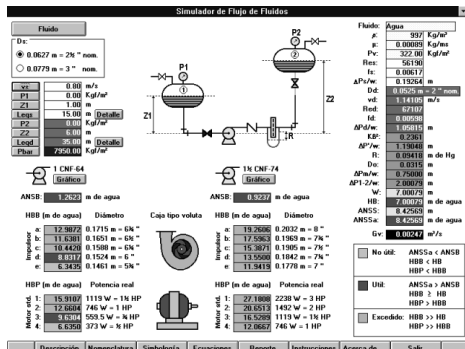


Figura 3. Una de las pantallas operativas del simulador.

conllevan a una retroalimentación, logrando con esto, módulos educativos de mayor calidad.

Referencias

Aguarrón. (1993). *Simulación*. Prensas Universitarias de Zaragoza: Zaragoza, España. Pág. 127, 128, 129, 357, 358.

García Dunna, García Reyes & Cárdenas Barrón. (2006), *Simulación y Análisis de Sistemas con ProModel*. Pearson Educación: México. Pág 2, 3, 4.

Landa (1982), *Algoritmos para la Enseñanza y el Aprendizaje*. Trillas: México. Pág. 122, 132, 345.

López Cerezo & Valenti. (2000). *Educación Tecnológica en el siglo XXI*. Universidad Politécnica de Valencia. Revista Electrónica Polivalencia No. 8, España, <http://www.upv.es/entidades/ABDC/>

Mc Haney. (1991). *Computer Simulation: A Practical Perspective*. Paperback}: U.S. Pág. 1032,1033, 1034.

Mott, (1986). *Applied Fluid Mechanics*, Prentice-Hall Inc: U.S. Pág. 220, 221, 222.

Rivera. (1993). *Las Computadoras en la Educación*, Publicaciones Puertorriqueñas: San Juan, P.R., 125, 245, 246.

Streeter/Wylie. (1986). *Fluid Mechanics*. Mc Graw-Hill: U.S. Pág. 307, 308, 323.

Valadez, Flores y Atencio (2020), Figuras 1, 2 y 3 de elaboración propia, manual de operación y programa de simulación.

Valiente. (1990). *Problemas de Flujo de Fluidos*, Limusa-Noriega: México. Pág. 34, 35, 36.

Reflexiones

- El profesional de la enseñanza de la ingeniería tiene en la computación electrónica, una valiosa herramienta en la formación de los ingenieros del nuevo milenio.
- El diseño, modificación y uso de módulos educativos debe ser considerado por el profesional de la educación, como parte de su formación y actualización docente.
- La simulación es ideal para el entrenamiento técnico del ingeniero, ya que le permite, entre otras cosas, aprender las reglas para manipular fenómenos, mecanismos o dispositivos, así como también entender la dinámica compleja de situaciones, para desenvolverse con éxito dentro de ese medio ambiente.
- La simulación resulta de gran utilidad en la enseñanza de las asignaturas que conforman la currícula de las diversas ramas de la ingeniería.
- La simulación no sustituye al fenómeno, mecanismo o dispositivo real, pero permite ensayar una infinidad de situaciones que sería difícil lograr en el laboratorio.
- La presentación en foros de los trabajos que se llevan a cabo para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, es de gran importancia, ya que en estos eventos se escuchan opiniones y críticas que