

Implementación de una herramienta de enseñanza-aprendizaje para el curso de modelación ambiental de la Universidad Mariana

Jeimy Patricia Pinzón Figueredo

Estudiante del Programa de Ingeniería Ambiental
Universidad Mariana

Francisco Javier Caicedo Messa

Docente Asesor de proyecto de grado
Universidad Mariana

Resumen

La presente investigación se desarrolla con el objetivo elaborar una guía técnica para la evaluación hidrodinámica de reactores como herramienta de enseñanza-aprendizaje para el curso de Modelación Ambiental de la Universidad Mariana. En esta nota se describe el proyecto y se muestran los resultados del primer objetivo, ya que la investigación no ha llegado a su fin.

Descripción de la situación actual y formulación del problema

En la Universidad Mariana, las estrategias de enseñanza-aprendizaje que se lleva a cabo dentro de las aulas de clase son magistrales, ya que durante el desarrollo de las clases, la transmisión y adquisición de los conocimientos dados por los docentes facilitan procesos de participación activa, reflexión, análisis de propia práctica y aplicación, de conceptos en talleres, parciales y demás evaluaciones que posibilitan la validación y confrontación de la práctica con los fundamentos teóricos.

Así mismo,

Furlán (1999) sostiene que '... el estudio de las estrategias de enseñanza docente se remite necesariamente a la búsqueda de una clave significativa para comprender los grandes modos de transmisión que se hacen a través de la escuela y la universidad, de tal modo que la transmisión del conocimiento se caracteriza por tener una serie de dispositivos, que en conjunto forman un gran mecanismo característico de cada época histórica'. (Chinche, 2009, p. 1).

Dentro de la facultad de Ingeniería y demás programas, se utiliza modelos matemáticos, con el fin de analizar, evaluar y predecir el comportamiento de diferentes procesos ambientales, es por esto que dentro de la formación de un ingeniero es relevante estudiar bioprocesos ambientales mediante modelos matemáticos con ayuda de las estrategias de enseñanza-aprendizaje, debido al nivel de complejidad que manejan estas asignaturas.

Por último, según González (como se citó en Yucra, 2018):

La importancia de estas técnicas y estrategias es directamente proporcional a lo útiles que son para el aprendizaje de cada alumno. Tener buenas herramientas de aprendizaje es esencial, de la misma manera que es esencial dominar determinados conceptos, utilizar procesos y procedimientos de trabajo adecuados, disponer de determinadas capacidades, destrezas y habilidades y contar con determinadas actitudes y valores ligadas al proceso de aprendizaje-enseñanza. (p. 22).

Por lo tanto, a partir de la situación actual, se formuló el siguiente interrogante ¿es factible el planteamiento de una guía para la evaluación hidrodinámica de reactores como herramienta de enseñanza-aprendizaje para el curso de modelación ambiental de la Universidad Mariana?

Objetivo general. Desarrollar una guía técnica para la evaluación hidrodinámica de reactores como herramienta de enseñanza-aprendizaje para el curso de modelación ambiental de la Universidad Mariana.

Objetivos específicos

- Definir conceptos generales y fundamentos teóricos para reactores ideales.
- Implementar los sistemas ideales a escala piloto.
- Validar el funcionamiento de los sistemas implementados a través de la modelación matemática mediante el análisis de distribución de tiempos de residencia.

Diseño metodológico de la investigación

Para la ejecución del objetivo general se planteó 3 objetivos específicos y un marco lógico, los cuales se explicarán a continuación:

Objetivo 1. Definir conceptos generales y fundamentos teóricos para reactores ideales. Para darle solución al primer objetivo, se realizará una búsqueda de información secundaria de literatura científica en bases de datos como: *Google Scholar*, *World Wide Science* (WorldWideScience.org), *ScienceDirect* (www.sciencedirect.com), *Scielo* (www.scielo.org.co), *BASE* (*Bielefeld Academia Search Engine*), entre otras. Según los autores Jurado y Mercado (2017), estas son plataformas de fácil acceso, además, contienen investigaciones a nivel internacional, nacional y local. La finalidad de esta búsqueda es llevar a cabo la elaboración de una guía metodológica de los sistemas ideales.

Objetivo 2. Implementar los sistemas ideales a escala piloto. Para la implementación del segundo objetivo, se iniciará con la elaboración de los diseños de los planos de los reactores, los cuales serán: completamente mezclado, completamente mezclado en serie y flujo pistón mediante la herramienta AutoCAD. Después se procederá a seleccionar el material y se hará la construcción de los sistemas ideales, una vez construidos se los implementará en la sede del campus reactores y se elegirá el material acorde para la construcción de estos.

Objetivo 3. Validar el funcionamiento de los sistemas implementados a través de la modelación matemática mediante el análisis de distribución de tiempos de residencia. Para el desarrollo de este objetivo, se hará una validación de los tres reactores mediante el análisis del comportamiento hidráulico de cada reactor y la distribución de tiempos de residencia y modelación matemática, como resultado final, se sintetizará toda la información recolectada a lo largo de la investigación en una guía técnica.

Presentación, análisis y discusión de resultados

Dentro del curso de modelación matemática se habla de la hidrodinámica de reactores, la cual estudia el comportamiento del movimiento de los fluidos, principalmente los incomprensibles, es decir, los líquidos en movimiento que carecen de viscosidad y su flujo puede ser estacionario o estable (Hernández, 2014).

Es así cómo, a través del estudio de la hidrodinámica de reactores y la amplia gama de problemas ambientales, estos pueden ser modelados matemáticamente mediante diferentes simulaciones, ya que todos los bioprocesos físicos, químicos y biológicos de tratamiento de aguas y aguas residuales ocurren dentro de un compartimiento comúnmente denominado reactor (Valle, 2010).

Dentro de este mismo contexto, los fluidos pueden ser clasificados de acuerdo a su movimiento a través de los sistemas naturales como: ríos, lagos, océanos, etc., y en sistemas construidos como: sistemas de aguas residuales, sistemas de agua potable, etc., clasificándose así en flujos intermitentes o discontinuos y continuos (Fogler, 2016). Así mismo, los reactores se pueden clasificar en función del tipo de flujo presente, siendo así: reactor con flujo intermitente o continuo, si el proceso que se realiza dentro del reactor es por carga; o reactor con flujo ininterrumpido de alimentación y descarga, también existen reactores semicontinuos (Sperling, 2007).

Tipos de reactores

Al respecto, los modelos de reactores más utilizados en Ingeniería Ambiental y demás, para modelar y simular diferentes fenómenos de transporte y destino de contaminantes o sistemas para el control de la contaminación, son: a) los modelos de reactores de Flujo Continuo y Mezcla Completa (CSTR), b) los modelos de reactores de Tipo Flujo Pistón (PFR), y c) los reactores de Tipo Mezcla Intermedia o de Flujo Arbitrario (MFR).

a) **Reactores de Flujo Continuo y Mezcla Completa (CSTR).** Se considera un tanque de líquido con flujos entrando y saliendo, si el tanque está bien mezclado, las concentraciones y la densidad del contenido del tanque son uniformes. Esto significa que las propiedades de la corriente de salida son idénticas a las propiedades del tanque, en este caso la concentración y la densidad.

b) Reactores de Tipo Flujo Pistón (PFR). En este tipo de reactores, las concentraciones de los productos y los reactivos varían continuamente a lo largo de la longitud del reactor, incluso, cuando este está funcionando en estado estable. Para el caso ideal de PFR sin mezcla axial, esta variación puede considerarse como equivalente a la del tiempo de paso del material a medida que fluye a lo largo del reactor y es equivalente al tiempo disponible para que se produzca la reacción. En condiciones de estado estable, la concentración en cualquier posición a lo largo del reactor será constante con respecto al tiempo, aunque no con la posición.

También, al ser un reactor con flujo continuo o estable se describe como aquel en el que todas las partículas de fluido que entran a la unidad permanecen en ella el mismo tiempo. De esta manera, los elementos de fluido pasan a través del sistema y son descargados en la misma secuencia en que fueron introducidos y no hay ningún tipo de mezcla entre el fluido que ingresa y el fluido que está en la unidad.

c) Reactores de Flujo Continuo y Mezcla Completa (CSTR) en serie. El modelo de flujo en un reactor real se encuentra en algún punto entre las condiciones de mezcla de los reactores CSTR y RFP. Las variaciones del comportamiento hidráulico pueden ser evaluadas experimentalmente, pero a menudo su correcta interpretación no es posible. Uno de los modelos que describen las desviaciones del flujo ideal es el CSTR en serie, este implica la hipótesis de que el volumen del reactor puede ser representado por un conjunto de n números de reactores de mezcla completa de igual tamaño conectados en serie.

Además, en el reactor con flujo mezclado en serie, todo elemento que ingresa al reactor se dispersa inmediatamente dentro de él. Donde se cumplirá que la concentración de una sustancia a la salida de la unidad es igual a la existente en todo el reactor.

Análisis Hidrodinámico

En el análisis del comportamiento real de reactores en el ámbito del control de la contaminación ambiental, en Ingeniería Ambiental se realiza en reactores ya construidos, en este análisis se debe conocer cómo es el patrón del flujo (mezcla completa, flujo pistón o flujo

intermedio), para realizar dicho análisis en los reactores, se hace a través de un estudio con trazadores mediante el análisis hidrodinámico de los reactores (Fogler, 2016)

Trazador. Es una sustancia no reactiva, fácilmente detectable, completamente soluble, su fin es hacer una marca sobre el fluido para ser medible o detectable, en este caso se supondrá que los sistemas no llevan a cabo reacciones químicas, es decir, dicha sustancia no se transformará química o biológicamente (Fogler, 2016).

La inyección del trazador puede ser: **señal en pulso**, es decir, se inyecta una cantidad de trazador a la entrada del reactor una sola vez en el menor tiempo posible, y luego se mide su concentración a la salida; o **señal en escalón**, donde se comienza a inyectar un flujo molar constante del trazador a la entrada del reactor a partir de un instante $t = 0$, y luego se mide que su concentración a la salida sea igual a la de entrada (Fogler, 2006).

Ahora bien, la marca de un trazador permite medir el **tiempo de residencia (τ)**, el cuál es el tiempo necesario para procesar un volumen de fluido del reactor, basado en las condiciones de entrada y su distribución, es una característica del mezclado que ocurre dentro del sistema, es decir, es el tiempo que permanece un volumen de mezcla igual al volumen de fluido dentro del reactor.



Donde:

τ : Tiempo de residencia.

V : Volumen del reactor

v_0 : Caudal volumétrico que ingresa al reactor.

Distribución de Tiempos de Residencia (DTR). Si se logra determinar el tiempo de residencia de cada porción de la alimentación que entra a un reactor, se puede obtener la curva de Distribución de Tiempos de Residencia (DTR), que representa la información real sobre el comportamiento hidrodinámico del reactor (Sperling, 2007).

Es así como la distribución de tiempos de residencia se obtiene a partir de la curva de concentración en función del tiempo (C vs t), la cual permite la determinación del tiempo medio de residencia real (t_m) (ver Figura 1).

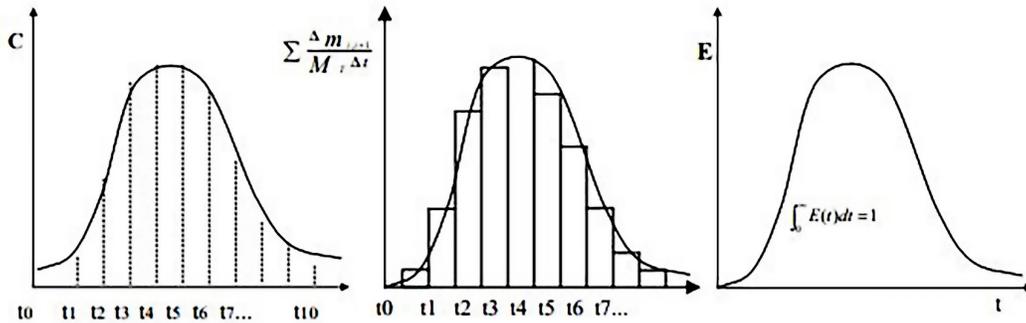


Figura 1. Procedimiento para llegar a la curva E(t).

Fuente: Valle, 2010.

Entonces:

$$C(t) = \frac{C_0}{\sum_{i=0}^{\infty} E(t) \Delta t} \quad (1)$$

Donde:

C(t): Concentración en el instante t.

E(t): Distribución de tiempos de residencia.

$$C(t) = \frac{C_0}{\sum_{i=0}^{\infty} E(t) \Delta t} \quad (2)$$

Como $\int_0^\infty E(t) dt = 1$, el tiempo medio de residencia se puede calcular como se representa en la ecuación 3 y 4.

$$C(t) = \frac{C_0}{\sum_{i=0}^{\infty} E(t) \Delta t} \quad (3)$$

Conclusión

La investigación pretende mostrar que a partir de la revisión documental se busca instaurar una herramienta de enseñanza-aprendizaje para los estudiantes del curso de modelación ambiental, en la cual se han venido trabajando una serie de diseños con el fin de llevarlos a escala piloto y poder complementar esta guía, ya que es un elemento que abre la posibilidad de vincular el conocimiento académico, propio de las aulas.

Referencias

Chinche, S. (2009). *Significado que otorgan los estudiantes a las metodologías de enseñanza desarrolladas por los docentes de la carrera de psicología de la Universidad Mayor de San Simón, de la ciudad de*

Cochabamba-Bolivia (tesis de maestría). Universidad de Chile, Santiago de Chile. Recuperado de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/105741/cs-chinche_s.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Fogler, H. (2016). *Elements of Chemical Reaction Engineering* (5.ª ed.). Boston: Prentice Hall.

Hernández, E. (2014). Hidrodinámica. Recuperado de <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16715/LECT147.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Jurado, M. y Mercado, I. (2017). Revisión sistemática de técnicas no convencionales para la evaluación de la calidad del agua de ríos contaminados con plaguicidas. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 11(21), 56–65.

Sperling, M. (2007). *Basic principles of wastewater treatment* (Vol. 2). London: Iwa Published.

Valle, U. del. (2010). Comportamiento Hidráulico de Reactores. *Exp*, 13(3), 576.

Yucra, D. (2018). *Influencia de las estrategias metodológicas de enseñanza en el logro de competencias del área de historia, geografía y economía en los estudiantes del 2 grado de las I.E.S. San Francisco de Asis de Puno-2018* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8407/Yucra_Quispe_Delia_Mariela.pdf?sequence=1&isAllowed=y