

## Diseño de escenarios interactivos para el aprendizaje autogestivo de la Ingeniería Ambiental

Gavilán García Irma Cruz<sup>1</sup>, Lemus Franco Ivana Devi<sup>1</sup>, Gutiérrez Lara Ma. Rafaela<sup>1\*</sup>, Bautista Blanco Luis Yair<sup>2</sup>, Barragán Aroche José Fernando<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Química, UNAM, Av. Universidad 3000, Col. UNAM, CU, Ciudad de México, C.P. 04510, México.

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM, Av. Universidad 3000, Col. UNAM, CU, Ciudad de México, C.P. 04510, México.

\*Autor para correspondencia: rafaclag@unam.mx

### Recibido:

23/mayo/2021

### Aceptado:

09/noviembre/2021

### Palabras clave:

Interactivos,  
autogestivo,  
herramientas virtuales

### Keywords:

Interactive,  
self-managing,  
virtual tools

### RESUMEN

El Escenario Interactivo de Aprendizaje (EIA) es una herramienta que facilita las relaciones multidireccionales entre los actores del proceso de enseñanza y aprendizaje, favoreciendo así un ambiente de compatibilidad con los objetivos pedagógicos que persiga el docente y con las necesidades que requiere cada alumno. Se tiene como objetivo el diseño de una interfaz gráfica (EIA) como un recurso didáctico para el aprendizaje autogestivo de los temas ambientales, combinando una variedad de herramientas virtuales para dar soporte a profesores y estudiantes y optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje. En cuanto a la plataforma seleccionada para ejecutar el EIA, en esta iteración, el rendimiento gráfico demostró operar correctamente en los equipos en que fue probado; por lo que mientras el modelado de nuevos objetos en iteraciones posteriores se mantenga dentro de los parámetros, la herramienta podrá ser aprovechada por la mayoría de los estudiantes.

### ABSTRACT

The Interactive Learning Scenario (EIA) is a tool that facilitates multidirectional relationships between the actors of the teaching and learning process, thus favouring an environment of compatibility with the pedagogical objectives pursued by the teacher and also with the needs that each student requires. This work aims to design a graphical interface EIA as a didactic resource for self-managed learning of environmental issues, combining a variety of virtual tools to support teachers and students, as well as optimize the teaching and learning process. Regarding the platform selected to execute the EIA, in this iteration the graphic performance demonstrated to operate correctly in the equipment in which it was tested; so as long as the modeling of new objects in subsequent iterations remains within the parameters, the tool can be used by most of the target students.

## Introducción

El Escenario Interactivo de Aprendizaje (EIA) se concibe como un espacio donde se realizan las distintas interacciones (Anderson, 2008) que posibilitan el proceso de aprendizaje desde una óptica espacial; es el punto de encuentro de los cuatro factores en el proceso de enseñanza y aprendizaje: docente, estudiante, contenidos y una problemática por resolver (Gvartz y Palamidessi, 2006).

Las experiencias de enseñanza-aprendizaje a través de un EIA se desarrollan en unas coordenadas espacio-temporales que tienen poco y cada vez menos que ver con las manejadas en los sistemas tradicionales de enseñanza y donde se deben considerar los elementos constitutivos que presenta este espacio como el contexto, la interfaz gráfica, contenidos, actividades y canales de comunicación.

En las aplicaciones informáticas educativas, la eficacia de un programa instructivo depende crucialmente del grado en que el sujeto se siente cómodo en la interacción con él y de que pueda concentrarse en el contenido que va aprender (Sánchez Cerezo, 1991). Por tanto, la interacción hombre-máquina se produce a través de una interfaz que le brinde a la vez comodidad y eficiencia al trabajar.

Como afirma Scolari (2004) la mejor interfaz no es tanto aquella que se asemeja a un instrumento que desaparece durante el uso, sino un espacio donde el usuario puede realizar las actividades deseadas como si estuviera en un entorno que le resulta familiar.

Una forma de hacer trascender los aspectos abstractos del software es presentar las interfaces en forma metafórica. Las metáforas interactivas permiten a los usuarios equiparar las funciones de un elemento de la interfaz con algo de la vida cotidiana, presentándola de forma más simple.

Toda propuesta de diseño de metáfora, sobre todo la metáfora espacial, dependerá del contexto que presente el alumno, por lo que se pretende que sea lo suficientemente intuitiva para cumplir con los objetivos pedagógicos que persigue el docente (Miralles, 2007).

Este trabajo tiene como objetivo el diseño de una interfaz gráfica (EIA) como un recurso didáctico para el aprendizaje autogestivo de los temas ambientales que pueda utilizarse en el aula virtual en donde se presenten diversas áreas de interacción, según las distintas metas pedagógicas que se persigan de acuerdo con la práctica docente establecida.

## Metodología

La metodología se sustenta en la definición de tres elementos fundamentales del EIA (Figura 1):

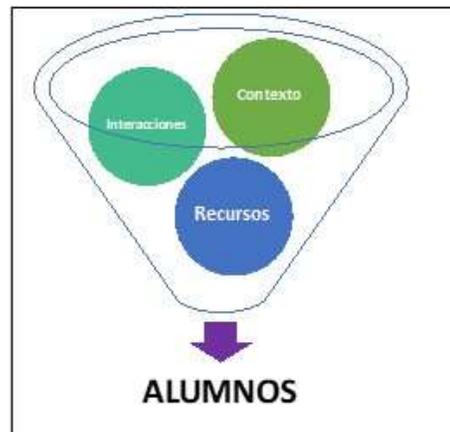


Figura 1. Representación esquemática del EIA.

### Definición del contexto

Comprende los rasgos que constituyen el perfil del alumno, las características que presenta la asignatura para la cual se desarrolla el recurso didáctico, como también el ambiente emocional que establece el docente (motivación a los alumnos, fomento de la búsqueda de la información y el análisis crítico de los temas tratados) para promover el aprendizaje.

### Definición de las interacciones

Contemplan aquellas interacciones que se producen en el proceso de enseñanza-aprendizaje en un entorno virtual, propuestas Anderson (2008): profesor-alumno, alumno-alumno, alumno-contenido, profesor-profesor, profesor-contenido y contenido-contenido.

### Definición de los recursos informáticos

Contempla la selección del software libre que permite añadir objetos 3D, junto con otro tipo de contenido multimedia de una forma sencilla, intuitiva y orientada a la educación (se propone contextualizar los recursos virtuales y así ayudar a los alumnos a comprender lo que están visualizando).

En estos recursos se consideran tanto las herramientas de diseño asistido por computadora para modelar los objetos 3D, el ambiente de programación para la creación de los algoritmos con los que se interactúa, el motor gráfico para la construcción del ambiente virtual, y finalmente la plataforma inmersiva de despliegue que permitirá al alumno acceder al EIA, considerando los dispositivos para ello.

Una vez definidos los elementos antes mencionados, se continuó con una investigación previa del caso de estudio seleccionado para el diseño del EIA, buscando así la contextualización del proceso de enseñanza, y finalmente se procedió con su diseño, obteniendo una herramienta para potenciar la capacidad del alumno y que le permita utilizar estratégicamente el conocimiento que va aprendiendo de manera autónoma y autorregulada.

Nuestra propuesta de aprendizaje combina una variedad de herramientas virtuales con la finalidad de dar soporte a profesores y estudiantes, para optimizar las distintas fases del proceso de enseñanza y aprendizaje.

## Resultados y discusión

### Definición del contexto

En lo que corresponde al contexto para el cual se diseñó la herramienta virtual, ésta se enfoca a los estudiantes del paquete terminal de Protección Ambiental de la Facultad de Química (FQ) de la UNAM, quienes, de acuerdo con el perfil de egreso de la carrera de Ingeniería Química, *“deben tener una actitud crítica, ser capaces de entender la concepción, diseño, construcción, operación y administración de plantas de proceso de la industria química, así como buscar la preservación del medio ambiente y el uso óptimo de los recursos materiales y energéticos y seguridad de operarios y pobladores. Además de poseer una formación básica sólida orientada a la disciplina que le permitirá mantener un aprendizaje constante”*. (Facultad de Química UNAM, 2021).

Los escenarios virtuales se diseñaron para su aplicación didáctica en el siguiente contexto:

Asignaturas: Protección Ambiental I, II y III.

Ciclo: Terminal y de pre-especialización (a partir de 7o Semestre).

Materia previas: Matemáticas, Física, Química, Físicoquímica.

Así como tener las bases curriculares de los cursos teórico-prácticos correspondientes al área de las Ingenierías (Facultad de Química UNAM, 2021).

### Definición de las interacciones

En el proceso de aprendizaje virtual que se plantea en este trabajo, se da pie a diferentes interacciones (Figura 2), tal como se especifican a continuación:

- Profesor-alumno, se propicia con la interacción de manera presencial al abordar los fundamentos teóricos de las diferentes etapas del proceso productivo que aborda el escenario interactivo, en este caso, la producción de Acrilonitrilo.

- Las interacciones profesor-profesor y profesor-contenido se manifestaron mediante un trabajo colegiado para establecer los contenidos y elementos fundamentales que dicho escenario interactivo debía cubrir, de tal manera que se lograran desarrollar las competencias del perfil del ingeniero químico. Aunado a esto, la colaboración docente indujo a las interacciones contenido-contenido al comparar entre las tres asignaturas del paquete terminal la información y definir el contexto en el que se utilizaría el EIA en cada una de ellas de manera que fueran complementarias.
- El escenario interactivo, en su diseño final como plataforma inmersiva, y el material complementario de apoyo, fueron desarrollados de manera que la interacción alumno-contenido permitiera por sí misma propiciar el aprendizaje autogestivo, al igual que la interacción alumno-alumno con el mismo propósito.

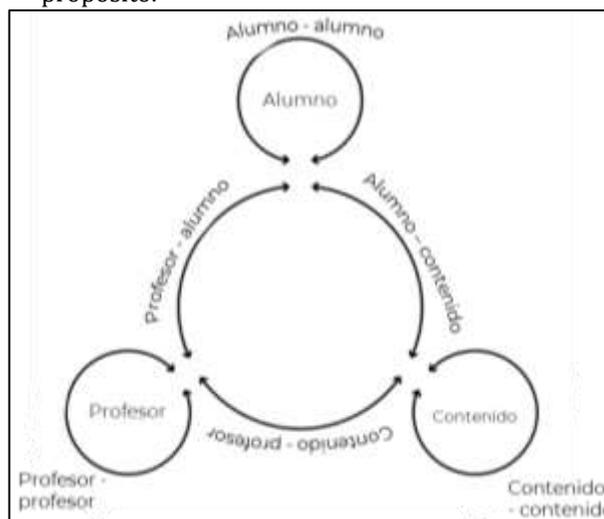


Figura 2. Representación de las interacciones que se producen en un proceso de aprendizaje

### Definición de los recursos informáticos

El software que se utilizó para el diseño del EIA fue Blender 2.92.0 al ser un software de código libre y disponible para su descarga en Internet, el cual permite modelar objetos 3D que posteriormente fueron colocados en una escena virtual predefinida para revisar su relación dimensional respecto a los avatares que utilizarán los alumnos para ingresar a la plataforma de despliegue.

Previo al diseño del EIA, como se mencionó anteriormente, se desarrolló la información técnica correspondiente al estudio del contexto de la planta de producción de Acrilonitrilo, documento que plasma el proceso productivo, disposición de los equipos en la planta y marco normativo. Dicho material sirve como

soporte didáctico al escenario interactivo, situando el estudio en una planta química de un parque industrial en México (Figura 3).

Posteriormente, el diseño de los equipos de la planta se desarrolló en el software Blender; como una primera etapa se familiarizó con el *workspace* y comandos que permitieron el diseño de los equipos en un espacio 3D, así como, la referencia base de las especificaciones de cada equipo. (Badia et al., 2012)



Figura 3. Fragmento de la información técnica que se desarrolló como soporte del escenario interactivo.

Como segunda etapa, se realizó el modelado en bloques de los equipos que conforman la planta con base en sus especificaciones de diseño; para después integrarlos conforme se detalla en el Plot Plant del trabajo que se tomó como referencia (figura 4).

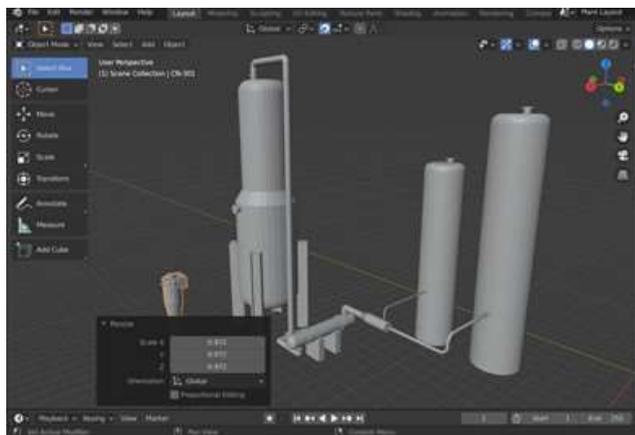


Figura 4. Escenario interactivo en la etapa de diseño.

A continuación, se integraron más detalles de los materiales y texturas al diseño de los equipos y la planta, así como del entorno; se llevó a cabo un proceso de decimado (con las operaciones incluidas en Blender) para asegurar que los polígonos de los modelos fueran óptimos para su posterior despliegue. Una vez cumplido lo anterior, se exportó la planta 3D en el formato estandarizado para transmisión de objetos gráficos GLTF (Figura 5).



Figura 5. Escenario interactivo planta de producción de acrilonitrilo.

Finalmente se procedió a seleccionar una plataforma de despliegue que permitiera probar las diferentes interacciones establecidas entre profesor-alumno, alumno-contenido, alumno-alumno, etc. con el EIA y que tuviera soporte para los elementos gráficos generados, así como representación virtual de los usuarios dentro del entorno; para esto se seleccionó el software gratuito AltSpaceVR (ASVR).

ASVR es una plataforma perteneciente al Metaverso orientada a funciones de productividad que permite que múltiples usuarios ingresen a un entorno virtual inmersivo con contenido generado por los mismos usuarios, en este caso corresponde a los modelos tridimensionales de la planta los cuales contaron con aproximadamente 15,000 polígonos posterior a su optimización haciéndolos compatibles con la plataforma que soporta objetos de hasta 80,000 polígonos. Por otra parte, dentro de ASVR se permite el post escalamiento de los modelos, lo que permite ajustar las relaciones espaciales a conveniencia de las interacciones previstas.

Se llevaron a cabo primeras pruebas de recorridos en la planta, haciendo señalamientos de cada componente y permitiendo una libre navegación del usuario para corroborar su entendimiento sobre las acciones requeridas en el EIA; las propias herramientas de la plataforma hacen posible la comunicación en tiempo real entre los visitantes del escenario lo que permite que los estudiantes puedan externar sus dudas al guía del recorrido y/o al profesor correspondiente, y así

favorecer una comunicación dinámica basada en las propiedades inmersivas de las tecnologías aplicadas para este trabajo (Figura 6).



**Figura 6.** Escenario interactivo en la etapa de diseño.

Gracias al uso de ASVR, se pudo integrar el EIA en un servicio web disponible para los usuarios, profesores y alumnos quienes pueden ingresar con una sencilla y segura instalación de un programa en un equipo de cómputo, ya sea personal o académico, y desde cualquier sitio en el que cuenten con conectividad a internet, favoreciendo su implementación atemporal tanto en un sistema de impartición de clases híbrido, totalmente remoto, o como complemento para clases presenciales. Dicho escenario interactivo permite enfocar temas diversos en torno a la misma instalación (tabla 1), dentro de los cuales se pueden mencionar los siguientes:

**Tabla 1.** Estudios que es posible realizar en el escenario interactivo de la planta de producción de Acrilonitrilo.

No.	ENFOQUE DEL ESTUDIO	EQUIPO
1	Balances de masa y energía	Reactor de lecho fluidizado Columna de absorción Columna de recuperación Intercambiador de calor Calderas
2	Análisis de riesgo	Tanque de almacenamiento de acrilonitrilo Tanque de almacenamiento de cianhídrico Tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico Compresores
3	Contaminación y tratamiento de aguas	Descalcificadora de agua Turbina de vapor Enfriador o Chiller
4	Control de emisiones	Chimenea Ciclón Soplador
5	Flujo de fluidos	Tuberías Bombas Tanques Turbinas

El potencial que el EIA aporta a las asignaturas terminales es la oportunidad para que, tanto el docente como el alumno integre los conocimientos adquiridos a lo largo del currículo.

Como siguiente paso, se pretende desarrollar una biblioteca de escenarios interactivos de diferentes procesos industriales disponibles para cualquier usuario, como un recurso para la enseñanza y el aprendizaje de la ingeniería ambiental, que facilite la comprensión de los conceptos fundamentales del dominio del ingeniero químico.

### Conclusiones

Se reconoció el valor pedagógico y tecnológico del concepto de Escenario Interactivo de Aprendizaje (EIA), en el cual nuestra propuesta incorporó el aprendizaje autogestivo de la Ingeniería Ambiental.

Se pudo comprobar que hoy en día, los recursos informáticos ofrecen la posibilidad de incorporar distintos recursos multimedia de una forma sencilla, así como, la habilidad para contextualizar procesos industriales que serán visualizados por los estudiantes, presentando la posibilidad de recorrer múltiples escenarios, que proporcionan al usuario una retroalimentación instantánea e individualizada sobre los contenidos del recurso.

Las capacidades de construcción de ambientes virtuales permiten que el proyecto pueda escalar posteriormente tomando como base los objetos ya modelados, agregando algunos nuevos identificados en otras plantas de procesos diferentes al utilizado en el presente trabajo; con esto se podría construir un banco de modelos que permita disminuir el tiempo de generación de ambientes posteriores y que los profesores puedan destinar mayor tiempo a la generación de variaciones de escenarios para otros temas de aprendizaje en las materias en cuestión.

### Agradecimientos

Este trabajo fue realizado gracias al proyecto PAPIME PE107221 de la DGAPA de la UNAM.

### Referencias

Anderson T. (Ed.). (2008). The theory and practice of online learning. Athabasca University Press.

Facultad de Química, UNAM (octubre de 2021). Licenciatura de Ingeniería Química. <https://quimica.unam.mx/ensenanza/licenciaturas/ingenieria-quimica/#perfil-de-egreso>

Gvirtz S., Palamidessi M. (2006). El ABC de la tarea docente: currículum y enseñanza. Buenos Aires: Aique.

Badia J., Bellver L., Carpio L., Frau, M. (2012). Planta de producción de acrilonitrilo. Universidad Autónoma de Barcelona.

Miralles F.F. (2008). La Metáfora Interactiva. Arquitectura funcional y cognitiva de la interface. Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València.

Sánchez Cerezo, S. (1991). Léxicos tecnología de la educación. Madrid: Santillana.

Scolari C. A. (2004). *Hacer clic: Hacia una sociosemiótica de las integraciones digitales*. Editorial Gedisa.