

Implementación de Material Educativo Computarizado (MEC) 2.0 para la enseñanza de cinética  
y diseño de fermentadores para la asignatura bioprocesos II en Ingeniería Química

Sharon Jhulieth Calzada Barrera y María Victoria Rojas Pedraza

Trabajo de Grado para optar el Título de Ingeniero Químico

Modalidad: Práctica en docencia

Director

Luis Javier López Giraldo (Doctor en Química, Bioquímica y Ciencia de Alimentos)

Codirector

Lilia Carolina Rojas Pérez (Doctora en Ingeniería)

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas

Escuela de Ingeniería Química

Bucaramanga

2025

### **Dedicatoria**

*Dedico este trabajo de grado, en primer lugar, a mis padres, quienes han sido mi guía y sostén incondicional. Este logro académico es el reflejo de su incansable esfuerzo por brindarme una educación sólida, de sus sacrificios diarios, su amor infinito y su fe inquebrantable en mis sueños. Cada decisión que tomaron y cada día de trabajo duro han sido el fundamento de mi éxito, y por ello, les estoy profundamente agradecida. A mi hermana, por ser un apoyo constante y una fuente inagotable de inspiración. A mis 17 tías y tíos, quienes, con su cariño, sus sabios consejos y sus palabras de aliento han dejado una huella imborrable en mi vida. Gracias por inculcarme la importancia del trabajo duro y la educación. Los amo profundamente.*

*A mis amigos cercanos, por brindarme su amistad, por las risas compartidas y por ser mi refugio en los momentos más desafiantes. A mis docentes, quienes no solo me transmitieron conocimientos, sino también valores y enseñanzas que llevaré conmigo siempre.*

*A todas aquellas personas que, de alguna manera, estuvieron presentes en este recorrido, ofreciéndome su ayuda, apoyo y palabras de ánimo cuando más lo necesite, les agradezco de corazón. Y a quienes no fueron buenas ni estuvieron presentes, gracias a ellos entendí el valor que merezco y lo grande que soy sin su presencia.*

*De manera especial, agradezco a mi compañera Sharon Jhulieth Calzada Barrera, por su dedicación, compromiso y apoyo durante todo este proceso.*

*Gracias a todos ustedes por ser parte de este sueño hecho realidad. Cada logro obtenido es también suyo. Con cariño y eterna gratitud, dedico esta meta a todos ustedes.*

**María Victoria Rojas Pedraza**

### **Dedicatoria**

*Dedico este logro a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza llenándome de sabiduría, fe y perseverancia para superar cada desafío. A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y esfuerzos, siendo siempre mi mayor inspiración para alcanzar este sueño. También quiero dedicar unas palabras a mis hermanos menores, con la esperanza de ser para ustedes un ejemplo de que los sueños se alcanzan con esfuerzo, fe y dedicación. Que este logro les inspire a creer en sí mismos y a luchar por lo que anhelan.*

*A mi compañera de tesis, gracias por compartir conmigo este camino lleno de retos, aprendizajes y risas. Tu compromiso, apoyo y amistad hicieron de este proceso una experiencia inolvidable.*

*Y a una persona especial, cuya compañía, aliento y confianza en mí han sido fundamentales para llegar hasta aquí.*

*Este logro es fruto de su amor, confianza y su presencia en mi vida. Con todo mi corazón, les dedico este triunfo.*

**Sharon Jhulieth Calzada Barrera**

### **Agradecimientos**

*Finalmente, extendemos nuestros más profundos agradecimientos a nuestro director de trabajo de grado y codirectora, el Dr. Luis Javier López Giraldo y Dr. Lilia Carolina Rojas Pérez. Este trabajo de grado es el resultado de un esfuerzo colectivo, su guía y colaboración fueron fundamentales para su realización.*

*A la Escuela de Ingeniería Química por habernos formado profesional y personalmente.*

*Gracias a todos ustedes por ser parte de este sueño hecho realidad. Cada logro obtenido es también suyo. Con cariño y eterna gratitud, les dedicamos esta meta a todos ustedes.*

***Sharon Jhulieth Calzada Barrera y María Victoria Rojas Pedraza***

### Tabla de contenido

Introducción .....	11
1. Objetivos .....	13
1.1. General .....	13
1.2. Específicos .....	13
2. Marco Conceptual .....	14
2.1. Material Educativo Computarizado (MEC) .....	14
2.2. Objetivos Virtuales de Aprendizaje (OVA) .....	14
2.3. Cinética de Fermentaciones .....	14
2.4. Fermentadores .....	15
2.5. Aprendizaje Significativo y Gamificación .....	15
3. Estado del arte .....	16
4. Metodología .....	18
4.1. Etapa 1. Diseño .....	18
4.2. Etapa 2. Desarrollo .....	19
4.3. Etapa 3. Evaluación .....	21
5. Resultados .....	22
5.1. Fase de diseño .....	22
5.1.1. Diseño del Material Educativo Computarizado (MEC) 2.0 .....	22
5.1.2. Diseño de la estructura haciendo uso de softwares libres .....	23
5.2. Fase de desarrollo .....	25
5.2.1. Identificación de temas claves y desarrollo de módulos .....	25
5.2.2. Desarrollo de la plataforma y contenido interactivo .....	26
5.2.3. Pruebas con expertos y estudiantes .....	27
5.3. Fase de evaluación .....	28
5.3.1. Análisis de resultados por categorías .....	29
5.3.1.1. Contenido .....	29
5.3.1.2. Interactividad .....	31
5.3.1.3. Percepción .....	34

5.3.1.4. Preguntas abiertas .....	35
6. Conclusiones .....	38
7. Recomendaciones .....	39
Referencias bibliográficas.....	40
Apéndices.....	41

**Lista de Tablas**

Tabla 1. Descripción de la metodología Etapa 1. Diseño .....	19
Tabla 2. Descripción de la metodología Etapa 2. Desarrollo .....	20
Tabla 3. Descripción de la metodología Etapa 3. Evaluación .....	21
Tabla 4. Softwares libre usados para el diseño de la estructura del OVA .....	24
Tabla 5. Resumen de preguntas abiertas.....	35

**Lista de Figuras**

Figura 1. Pantalla de bienvenida del OVA con acceso a los módulos principales. ....	26
Figura 2. Módulo sobre cinética con presentación gráfica del contenido.....	27
Figura 3. Diagrama de torta pregunta 3: ¿Se encontró el contenido del OVA claro y fácil de comprender?.....	29
Figura 4. Diagrama de torta pregunta 9: ¿El orden y organización del OVA contribuyeron a la comprensión de los conceptos?.....	29
Figura 5. Diagrama de torta pregunta 11: ¿La evaluación y/o retroalimentación posibilitaron la medición del progreso en el aprendizaje?.....	30
Figura 6. Diagrama de torta pregunta 2: ¿El OVA ofreció una experiencia de aprendizaje interactiva y cautivadora? .....	31
Figura 7. Diagrama de torta pregunta 4: ¿Se incorporaron imágenes, grabaciones de audio y videos en el OVA apropiados para ilustrar los contenidos abordados?.....	31
Figura 8. Diagrama de torta pregunta 7: Los estilos de aprendizaje comúnmente se categorizan en tres grupos principales: kinestésico, visual y auditivo. Aunque cada persona tiende a tener un estilo de aprendizaje dominante con el que se encuentra más a gustos, es frecuente que también presenten rasgos de los otros estilos. ¿Cuál considera que es su estilo de aprendizaje principal? 32	
Figura 9. Diagrama de torta pregunta 8. ¿Resultado sencillo utilizar y desplazarse por el OVA? ..	32
Figura 10. Diagrama de torta pregunta 10. ¿Fueron considerados todos los estilos de aprendizaje en el OVA? .....	33
Figura 11. Diagrama de torta pregunta 5: ¿Recomendarías este OVA a otros compañeros de estudio? .....	34

## Resumen

**Título:** Implementación de Material Educativo Computarizado (MEC) 2.0 para la enseñanza de cinética y diseño de fermentadores para la asignatura bioprocesos II en Ingeniería Química\*

**Autor:** Sharon Jhulieth Calzada Barrera y María Victoria Rojas Pedraza\*\*

**Palabras Claves:** Material educativo computarizado (MEC), cinética, Bioprocesos, Fermentadores, Genially, Objetivos virtuales de aprendizaje (OVA).

### Descripción:

Este trabajo tiene como objetivo principal diseñar e implementar un Material Educativo Computarizado (MEC) 2.0 en formato de Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA), orientado a la enseñanza del ajuste de parámetros cinéticos en procesos de catalizados por microorganismos y el diseño de fermentadores en la asignatura Bioprocesos II del programa de Ingeniería Química. Ante las dificultades comunes que presentan los estudiantes para comprender estos temas y hacer uso de herramientas computacionales para resolver los problemas planteados, se desarrolló un recurso didáctico digital en la plataforma Genially, que integra modelos interactivos, recursos gráficos, videos animados y una narrativa creativa con dinosaurios como elementos motivadores.

La metodología empleada consistió en una fase de diseño instruccional basada en el modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), acompañada por una revisión bibliográfica exhaustiva sobre los contenidos clave: modelos de crecimiento celular, modelos estructurados y segregados, parámetros de diseño de fermentadores y fundamentos de cinética. Posteriormente, se construyó el OVA con un enfoque interactivo, aplicando principios de aprendizaje significativo y gamificación.

Los resultados de la encuesta muestran una alta aceptación del OVA, con un 87% de los participantes valorándolo positivamente. Se destaca su utilidad para reforzar conceptos complejos, mejorar la comprensión de modelos cinéticos y favorecer el aprendizaje autónomo. En conclusión, el desarrollo del MEC 2.0 demuestra ser una herramienta pedagógica efectiva para apoyar la enseñanza de contenidos científicos avanzados, promoviendo el uso de tecnologías educativas innovadoras en el ámbito universitario.

---

\*Trabajo de grado

\*\*Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director Luis Javier López Giraldo. Codirectora Lilia Carolina Rojas Pérez.

### Abstract

**Title:** Implementation of Computerized Educational Material (CEM) 2.0 for the teaching of kinetics and fermenters design for the subject bioprocesses II in Chemical Engineering\*

**Author:** Sharon Jhulieth Calzada Barrera and María Victoria Rojas Pedraza\*\*

**Keywords:** Computerized Educational Material (CEM), kinetics, Bioprocesses, Fermenters, Genially, Virtual Learning Objectives (VLO).

#### Description:

The main objective of this work is to design and implement a Computerized Educational Material (CEM) 2.0 in Virtual Learning Object (VLO) format, oriented to the teaching of the adjustment of kinetic parameters in processes catalyzed by microorganisms and the design of fermenters in the Bioprocesses II course of the Chemical Engineering program. Given the common difficulties that students have in understanding these topics and in using computational tools to solve the problems posed, a digital didactic resource was developed on the Genially platform, which integrates interactive models, graphic resources, animated videos and a creative narrative with dinosaurs as motivating elements.

The methodology employed consisted of an instructional design phase based on the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation), accompanied by an exhaustive bibliographic review of the key contents: cell growth models, structured and segregated models, fermenter design parameters and kinetics fundamentals. Subsequently, the OVA was built with an interactive approach, applying principles of meaningful learning and gamification. The material was validated by means of surveys applied to students and teachers of Bioprocesses II, evaluating criteria such as clarity, usefulness, motivation and ease of navigation.

The results show a high acceptance of the OVA, with 87% of the participants valuing it positively. Its usefulness in reinforcing complex concepts, improving the understanding of kinetic models and favoring autonomous learning is highlighted. In conclusion, the development of SCM 2.0 proves to be an effective pedagogical tool to support the teaching of advanced scientific content, promoting the use of innovative educational technologies at the university level.

---

\*Bachelor Thesis

\*\*Faculty of Physical and Chemical Engineering. School of Chemical Engineering. Director: Luis Javier López Giraldo. Co-director: Lilia Carolina Rojas Pérez.

## Introducción

La enseñanza del ajuste de parámetros cinéticos y el diseño de fermentadores es fundamental en la formación de los estudiantes de Ingeniería Química, ya que cada vez más productos que antes se obtenían mediante catálisis tradicional están migrando hacia procesos mediados por microorganismos o enzimas. Ejemplos de esta transición incluyen la modificación enzimática de grasas y aceites, que solía realizarse por hidrotatamiento o catálisis ácida, y la producción de monómeros como el ácido láctico para la obtención de plásticos biodegradables. Sin embargo, el aprendizaje de estos conceptos se ve limitado por la predominancia de métodos tradicionales de enseñanza, basados en clases magistrales y textos planos que a menudo carecen de ejemplos relevantes para el contexto regional y nacional. Dado lo abstracto de los conceptos, esto dificulta su comprensión y aplicabilidad práctica frente a problemas reales de la ingeniería de bioprocesos.

La falta de herramientas educativas interactivas que faciliten el aprendizaje de estos temas puede generar deficiencias en la formación de futuros ingenieros químicos, afectando su capacidad de abordar los desafíos de los bioprocesos modernos. En este contexto, resulta pertinente explorar técnicas y herramientas que mejoren la enseñanza de la asignatura Bioprocesos II, incorporando recursos interactivos y tecnologías de la información.

Sánchez y Contreras (2005) han demostrado que los Materiales Educativos Computarizados (MEC) son herramientas eficaces para complementar el aprendizaje en asignaturas de ingeniería. Su estudio destaca el diseño, desarrollo, prueba y ajuste de recursos interactivos, así como la importancia de integrar teorías de aprendizaje y herramientas multimedia

en los materiales educativos. Aunque estos recursos no reemplazan por completo los métodos tradicionales, ofrecen una experiencia de aprendizaje más amena y didáctica.

A partir de esta base, surge el interrogante: ¿Cuáles herramientas didácticas basadas en TIC pueden facilitar el aprendizaje en la asignatura Bioprocesos II? Este trabajo propone la implementación de Materiales Educativos Computarizados (MEC) como una estrategia para resolver la problemática identificada y mejorar la comprensión de los conceptos relacionados con la ingeniería de bioprocesos.

## 1. Objetivos

### 1.1. General

Implementar un material educativo computarizado (MEC) 2.0 para la enseñanza de la cinética y el diseño de fermentadores para la asignatura de Bioprocesos II del programa en Ingeniería Química.

### 1.2. Específicos

- Proponer estrategias de enseñanza apoyadas en el MEC 2.0 para fomentar el aprendizaje autónomo y práctico de los estudiantes en temas relacionados con el ajuste de parámetros cinéticos y el diseño de fermentadores.
  
- Desarrollar un material educativo computarizado (MEC) 2.0 que integre conceptos teóricos y prácticos sobre cinética de bioprocesos y el uso de fermentadores.
  
- Evaluar el grado de aceptación del MEC en los usuarios de la asignatura Bioprocesos II.

## **2. Marco Conceptual**

### **2.1. Material Educativo Computarizado (MEC)**

El Material Educativo Computarizado (MEC) es un recurso digital diseñado con fines pedagógicos que integra contenido teórico, actividades interactivas, multimedia y evaluación para facilitar el aprendizaje autónomo y significativo. Este tipo de material permite a los estudiantes avanzar a su propio ritmo, consolidar conceptos clave y aplicar conocimientos a través de experiencias inmersivas. La versión 2.0 del MEC implica el uso de tecnologías actuales, como herramientas de autor, recursos animados y plataformas interactivas que mejoran la presentación del contenido y la experiencia del usuario (Area Moreira, 2009).

### **2.2. Objetivos Virtuales de Aprendizaje (OVA)**

Los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) son unidades digitales estructuradas para abordar contenidos específicos mediante el uso de recursos multimedia, actividades interactivas y herramientas de evaluación. Su diseño modular y reutilizable favorece el aprendizaje autónomo, adaptativo y accesible, convirtiéndolos en herramientas clave para la educación superior, especialmente en contextos virtuales. Un OVA puede adaptarse a distintas asignaturas, niveles de dificultad y estilos de aprendizaje (Chiappe & Segovia, 2009).

### **2.3. Cinética de Fermentaciones**

La cinética de fermentaciones estudia las tasas de crecimiento microbiano, el consumo de sustrato y la formación de productos. Este campo se apoya en modelos matemáticos como el de Monod, los modelos de inhibición, estructurados y segregados, los cuales permiten representar con

precisión el comportamiento de los sistemas biológicos. Estos modelos son fundamentales para comprender, predecir y optimizar procesos fermentativos, especialmente en el contexto del diseño y control de bioprocesos (Shuler & Kargi, 2017; Bailey & Ollis, 2010).

#### **2.4. Fermentadores**

Los fermentadores son reactores biológicos utilizados para llevar a cabo procesos de fermentación en condiciones controladas. Su diseño incluye aspectos como la relación altura-diámetro (H/D), la aireación, la agitación, la transferencia de oxígeno y el control de variables como temperatura y pH. Una adecuada comprensión de estos parámetros es fundamental para garantizar la eficiencia y la estabilidad de los procesos productivos en biotecnología (Stanbury et al., 2016; Doran, 2013).

#### **2.5. Aprendizaje Significativo y Gamificación**

El aprendizaje significativo, según Ausubel (2002), ocurre cuando el nuevo conocimiento se relaciona con las estructuras cognitivas previas del estudiante, lo cual facilita una comprensión duradera. La gamificación, por su parte, aplica elementos característicos de los juegos (niveles, recompensas, desafíos) en contextos educativos con el objetivo de aumentar la motivación, la participación y el compromiso. El uso de recursos creativos como dinosaurios y narrativas lúdicas fortalece el vínculo emocional del estudiante con el contenido, promoviendo una experiencia de aprendizaje más dinámica y efectiva (Zichermann & Cunningham, 2011; Gee, 2003).

### 3. Estado del arte

Un MEC es una herramienta que permite el desarrollo del proceso de aprendizaje y refuerza el proceso de enseñanza (Ruiz, E., & Mayo, M. 2018, mayo). Uno de los elementos primordiales de los MECs, es el desarrollo de un ambiente de aprendizaje netamente participativo, donde el estudiantado pueda construir el conocimiento según su interacción con este.

Para que un MEC cumpla con su función de reforzar los procesos de enseñanza y aprendizaje, ésta debe desarrollarse de tal manera que se siga aproximaciones constructivistas y participativas para la generación y apropiación del conocimiento (Galvis, A. 1997). Así las cosas, los MECs se caracterizan porque es el alumno quien lleva la dirección del aprendizaje en cuestión de ritmo, la cantidad de ejercicios, temas y tiempo que está dispuesto a dedicar, cuando abandonar y cuándo reiniciar.

El MEC 2.0 propuesto en este proyecto busca mejorar la enseñanza de la cinética y diseño de fermentadores en la asignatura Bioprocesos II, permitiendo a los estudiantes interactuar con simulaciones y visualizaciones dinámicas y profundizar en el análisis de sistemas biológicos y reacciones químicas.

La cinética es un pilar fundamental en la ingeniería de bioprocesos, ya que permite entender y predecir el comportamiento de reacciones en diferentes condiciones. La enseñanza de modelos cinéticos tales como el de Monod, Tesier, Moser, Contois entre otros, presentan desafíos debido a su naturaleza matemática (Fogler, 2016). Tradicionalmente, estos conceptos se explican a través de clases magistrales y ejercicios de resolución de ecuaciones diferenciales. Sin embargo, este enfoque tiende a desconectar a los estudiantes de la aplicación práctica de estos modelos.

En estudios previos, se ha demostrado que los estudiantes tienen un mayor entendimiento de la cinética cuando interactúan con simulaciones que muestran el comportamiento de las reacciones en tiempo real (Montgomery et al., 2018). Por ejemplo, herramientas como MATLAB y Python ofrecen simuladores para resolver sistemas de ecuaciones que representan el comportamiento cinético de sistemas de fermentación, pero estas no están diseñadas específicamente para entornos educativos, lo que crea la oportunidad para el desarrollo de un MEC especializado en estos temas.

Los fermentadores son equipos fundamentales en la ingeniería de bioprocesos, donde se llevan a cabo procesos como la producción de bioetanol, antibióticos, y otros productos biotecnológicos. Los estudiantes deben comprender diferentes modos de operación, lo cual implica un manejo riguroso de variables como la tasa de crecimiento microbiano, consumo de sustrato y producción de biomasa (Shuler & Kargi, 2017).

El MEC 2.0 puede ser una herramienta clave en la transformación de la enseñanza de bioprocesos, proporcionando una plataforma accesible y efectiva para que los estudiantes de ingeniería química comprendan la cinética y el diseño de fermentadores.

#### 4. Metodología

La metodología propuesta para este proyecto se estructura en tres fases: Diseño, Desarrollo y Evaluación, que corresponden directamente a los objetivos específicos planteados. Durante el proceso, se emplearán herramientas tecnológicas, simulaciones y estrategias de gamificación para fomentar el aprendizaje autónomo en los estudiantes, mientras que el grado de aceptación del Material Educativo Computarizado (MEC) 2.0 se evaluará a través de instrumentos cuantitativos y cualitativos.

Así mismo, se aplicó un procedimiento sistemático para garantizar la validez de los resultados:

- **Búsqueda bibliográfica:** Se emplearon las bases de datos Scopus, Science Direct y Google Scholar, utilizando las ecuaciones de búsqueda: (“Kinestics” AND “bioreactors” AND “OVA” “OR” “educational software” OR “computer-based learning”). El filtro aplicado incluyó publicaciones en inglés y español de los últimos 10 años, relacionadas con educación en bioprocesos y enseñanza de cinética y diseño de fermentadores.
- **Criterios de inclusión:** Artículos de investigación revisados por partes, experiencias en educación en ingeniería, reportes sobre objetos virtuales de aprendizaje (OVA) y material educativo computarizado.

##### 4.1. Etapa 1. Diseño

En la primera fase (Diseño), se llevará a cabo una revisión bibliográfica para identificar las mejores prácticas en la enseñanza de la cinética de bioprocesos y el diseño de fermentadores, y se diseñarán actividades interactivas basadas en la gamificación. Estas actividades se implementarán

mediante simulaciones y problemas prácticos utilizando herramientas como SuperPro Designer, Canva y Genially, con seguimiento a través de plataformas educativas como Moodle.

**Tabla 1.**

*Descripción de la metodología Etapa 1. Diseño*

<b>Etapa 1. Diseño</b>		
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>	<b>Entrega</b>
Revisión bibliográfica sobre enfoques recientes de enseñanza y aprendizaje autónomo.	Se analizarán estudios publicados en los últimos cinco años relacionados con tecnologías educativas y gamificación, identificando las mejores prácticas para la enseñanza de cinética y el diseño de fermentadores.	Informe de análisis curricular con identificación de competencias y contenidos clave. Revisión bibliográfica.
Diseño de actividades didácticas basadas en MEC 2.0.	Se desarrollarán ejercicios prácticos y simulaciones que promuevan el aprendizaje autónomo y práctico, integrando herramientas de gamificación como simulaciones con <b>SuperPro Designer</b>	Propuesta de estrategias pedagógicas y tecnologías seleccionadas. Plan de actividades interactivas detallado.
Integración de estrategias de gamificación.	Se aplicarán elementos de juego (retos, logros, recompensas) en las actividades académicas para motivar a los estudiantes.	Estrategia de gamificación definida.
Esquema de elaboración MEC 2.0	Revisión y realización de diseños del MEC 2.0	Idea preliminar de diseño del MEC 2.0
Recopilación de información para el MEC 2.0	Recopilación de toda la información necesaria para transmitir y evaluar los diferentes temas	Banco de ejercicios y banco de información

#### **4.2. Etapa 2. Desarrollo**

En la segunda fase (Desarrollo), se creará el MEC 2.0, que integrará módulos teóricos y prácticos sobre cinética y diseño de fermentadores. Los estudiantes usarán el MEC 2.0 durante el

semestre como parte de su aprendizaje autónomo. Al finalizar cada módulo, se implementarán actividades de gamificación que fomenten la interacción y refuercen los conocimientos adquiridos.

**Tabla 2.**

*Descripción de la metodología Etapa 2. Desarrollo*

<b>Etapa 2. Desarrollo</b>		
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>	<b>Entrega</b>
Identificación de temas clave y desarrollo de módulos.	Determinar los conceptos esenciales de cinética de bioprocesos y el diseño de fermentadores, estructurándolos en módulos interactivos que integran teoría y práctica.	Documento con la estructura de contenido y los módulos del MEC 2.0.
Desarrollo de la plataforma y contenido interactivo.	Se creará el MEC 2.0, compuesto por módulos interactivos que cubren los conceptos teóricos y prácticos sobre cinética y el diseño de fermentadores. Se utilizará una herramienta en línea como Genially para generar el contenido multimedia.	Versión funcional del MEC 2.0 con acceso a simulaciones y contenido interactivo.
Pruebas con expertos y estudiantes.	Validar el contenido teórico y las simulaciones con expertos, y realizar pruebas técnicas del sistema con estudiantes para garantizar la versatilidad y funcionalidad del MEC 2.0.	Informe de validación y ajustes necesarios en el sistema.
Capacitación a estudiantes en el uso de la plataforma	Capacitar a los estudiantes en el uso del MEC 2.0 para maximizar su comprensión de los conceptos de cinética y el diseño de fermentadores a través de simulaciones y ejercicios interactivos.	Registro de capacitación con el número de estudiantes capacitados y el plan de implementación del MEC 2.0.
Recolección de comentarios y ajustes	Recoger retroalimentación constante de estudiantes y docentes para mejorar el contenido y funcionalidades del MEC 2.0, adaptándolo a avances científicos y tecnológicos.	Informe de retroalimentación y plan de actualización del MEC 2.0.

### 4.3. Etapa 3. Evaluación

Finalmente, en la tercera fase (Evaluación), se aplicó una encuesta con una muestra de 103 estudiantes. Este instrumento midió la percepción de los estudiantes en cuanto a la facilidad de uso, utilidad y motivación, además de entrevistas en profundidad para capturar detalles cualitativos sobre su experiencia.

**Tabla 3.**

*Descripción de la metodología Etapa 3. Evaluación*

<b>Etapa 3. Evaluación</b>		
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>	<b>Entrega</b>
Aplicación de una encuesta final y análisis de resultados.	Al finalizar el semestre, se aplicará una encuesta final para medir la aceptación final del MEC 2.0, y se analizarán los resultados cualitativos y cuantitativos.	Informe final con análisis de aceptación del MEC 2.0 y sugerencias de mejora.

## 5. Resultados

Estas secciones describen y analizan los resultados obtenidos en las etapas descritas en la metodología.

### 5.1. Fase de diseño

#### 5.1.1. *Diseño del Material Educativo Computarizado (MEC) 2.0*

El desarrollo del MEC 2.0 para la asignatura Bioprocesos II se enfocó en el diseño de un entorno educativo digital que facilitara el aprendizaje de los temas asociados con el ajuste de parámetros cinéticos y el diseño de fermentadores. Esta fase respondió a la necesidad de ofrecer un recurso educativo moderno y efectivo, enmarcado dentro del contexto académico de Ingeniería Química, específicamente para estudiantes que se encuentran cursando asignaturas avanzadas en su plan de estudios.

El proceso de diseño partió del análisis de los contenidos programáticos del curso, así como de las competencias que se espera que el estudiante desarrolle al finalizar la asignatura. Se identificaron como ejes temáticos principales: fundamentos de cinética en procesos biológicos, tipos de fermentadores, criterios de diseño, escalado y análisis de operación. Estos temas fueron estructurados en módulos interactivos, permitiendo una navegación secuencial o libre, de acuerdo con las preferencias y necesidades del usuario.

El diseño instruccional se fundamentó en modelos pedagógicos actuales, combinando elementos del constructivismo y del conductismo. De esta manera, el MEC no solo presenta información estructurada de forma lógica, sino que también incorpora actividades que promueven

la construcción activa del conocimiento, como simulaciones, ejercicios interactivos y retroalimentación inmediata.

Además, se contemplaron principios de accesibilidad y usabilidad, asegurando que el material pudiera ser utilizado tanto en computadoras como en dispositivos móviles. Se emplearon herramientas de diseño gráfico y software de autor que permitieron la creación de un entorno visualmente atractivo, intuitivo y funcional, favoreciendo la autonomía del estudiante en su proceso de aprendizaje.

Durante esta etapa, se elaboraron y validaron los contenidos teóricos, los recursos multimedia (videos y animaciones) y las actividades de evaluación. Este proceso fue realizado en colaboración con docentes del área de bioprocesos, garantizando la rigurosidad académica y la pertinencia del material desarrollado.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta fase permitió la estructuración integral del MEC 2.0, con base en necesidades educativas reales y criterios didácticos sólidos, orientados a mejorar la comprensión de los temas complejos que aborda la asignatura Bioprocesos II, contribuyendo así al fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en el programa de Ingeniería Química.

### ***5.1.2. Diseño de la estructura haciendo uso de softwares libres***

Para implementar y fortalecer el material educativo contenido dentro del MEC, se realizó una búsqueda de las diferentes plataformas que permitieran desarrollar y unificar los aspectos teóricos y prácticos de una manera audiovisual e interactiva de las diferentes temáticas a tratar. En la siguiente tabla se presentan algunas herramientas y/o programas de acceso libre y/o en línea que fueron usados en la elaboración de la herramienta.

**Tabla 4.***Softwares libre usados para el diseño de la estructura del OVA*

<b>Herramienta</b>	<b>Uso</b>
<b>Word</b>	Es una herramienta de texto de fácil acceso en la cual se plasmaron en borrador las diferentes historias que se desarrollaron a lo largo de la herramienta, así como los enunciados de cada uno de los ejercicios dispuestos para los usuarios.
<b>Excel</b>	Es una herramienta de manejo de datos, de acceso gratuito en la cual se realizaron los ejercicios de manera programada, esto con el fin de que se pudieran crear de un mismo enunciado diferentes ejercicios para que fueran dispuestos al usuario de manera aleatoria.
<b>Genially</b>	Es un software empleado para crear contenidos especialmente interactivos. Permite crear imágenes, presentaciones, infografías, actividades interactivas y la posibilidad de incursionar material audiovisual dentro de estas. Este software es el motor de la interfaz, ya que sobre este se realizó el montaje de los contenidos y la vinculación del material multimedia adicional.
<b>Canva</b>	Es una web de diseño gráfico y composición de imágenes. La cual fue utilizada para crear en parte, el contenido visual que adorna la interfaz de la herramienta.
<b>Google Imágenes</b>	Es la funcionalidad que ofrece Google para encontrar imágenes, fotografías, dibujos, ilustraciones, renders y otros elementos visuales. Por medio de esta herramienta, se buscaron imágenes libres para apoyar la construcción de la interfaz del MEC.
<b>Vidnoz</b>	Aplicativo web el cual permite modificar la voz del usuario usando filtros de distorsión a medida que desarrolla la grabación. Lo cual fue de gran utilidad para construir material auditivo que se usó durante el desarrollo del MEC para crear una atmósfera acorde al diseño gráfico.
<b>Youtube</b>	Sitio web con la capacidad de almacenar videos y ser reproducidos por los usuarios que ingresen a su dominio. Gracias a esta página, fue posible la implementación de videos como material adicional en el MEC, el cual consiste en fundamentos necesarios para el desarrollo de las actividades dentro de este.
<b>Moodle</b>	“Es una plataforma de aprendizaje diseñada para dar a los educadores, administradores y estudiantes un sistema integrado único, robusto y seguro para crear ambientes de aprendizaje” (Moodle.org, 2022) . El uso de Moodle permitió tener acceso directamente al MEC diseñado en genially así como la posibilidad de mantenerse intercomunicados y estar al tanto de las actividades a desarrollar.

La conjunción de las herramientas anteriormente descritas permitió la creación del MEC en su totalidad, ya que, a través de la investigación realizada, se ha demostrado que son plataformas

competentes para la elaboración de MEC, con la ventaja de ser softwares y aplicativos webs de acceso gratuito, lo cual permite una mayor accesibilidad.

## **5.2. Fase de desarrollo**

La segunda fase del proyecto correspondió al diseño, creación y validación del Material Educativo Computarizado (MEC) 2.0, orientado a la enseñanza de conceptos clave de cinética de bioprocesos y diseño de fermentadores, temas centrales del curso Bioprocesos II en el programa de Ingeniería Química. Esta etapa implicó el desarrollo progresivo de contenidos estructurados en módulos interactivos, integrando fundamentos pedagógicos, tecnología educativa y diseño gráfico.

### ***5.2.1. Identificación de temas claves y desarrollo de módulos***

En la etapa inicial se definieron los contenidos clave del OVA, basados en los objetivos del curso y los resultados de una evaluación diagnóstica. Se estructuró en dos ejes principales: cinética aplicada a procesos biológicos y diseño de fermentadores, organizados en módulos temáticos con teoría, gráficos e interactividad.

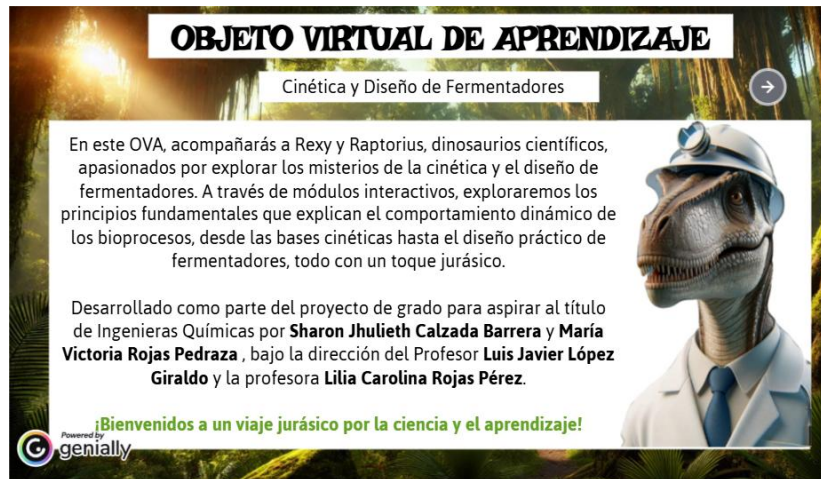
Se optó por un enfoque pedagógico que combina lo conductista y lo constructivista, facilitando tanto la transmisión estructurada de contenidos como la participación del estudiante. A partir de bocetos conceptuales, se diseñó una narrativa visual con una interfaz intuitiva y accesible. Se creó un escenario ficticio donde el usuario asume el rol de un ingeniero biotecnológico enfrentando desafíos relacionados con la producción industrial de un bioproducto.

El resultado fue el MEC 2.0, implementado como un Objeto Virtual de Aprendizaje con temática jurásica. Personajes como Rexy y Raptorius acompañan al usuario a lo largo del recorrido,

guiando el aprendizaje a través de simulaciones y contenidos interactivos centrados en la cinética y el diseño de fermentadores.

**Figura 1.**

*Pantalla de bienvenida del OVA con acceso a los módulos principales.*



**5.2.2. Desarrollo de la plataforma y contenido interactivo**

Con la estructura definida, se procedió a desarrollar el OVA utilizando la herramienta Genially, la cual permite la creación de contenidos visualmente atractivos, interactivos y de fácil navegación. El resultado fue una plataforma educativa que simula un recorrido temático con un enfoque visual tipo “jurásico”, generando un ambiente inmersivo para el estudiante.

- Link del OVA:

<https://view.genially.com/677fe7e2cea63a0415bf979a/interactive-content-ova-jurassic-bioprocess>

Cada módulo del OVA contiene:

- Contenido teórico simplificado con ayudas visuales.
- Animaciones y simulaciones didácticas.

- Actividades interactivas como selección múltiple, clasificación y retroalimentación inmediata.

Uno de los módulos del OVA está dedicado al estudio de la cinética de producción de la biomasa, abordando los fundamentos del crecimiento celular en cultivos microbianos. Este contenido se presenta de manera gráfica e interactiva, facilitando la comprensión de conceptos clave como la velocidad específica de crecimiento, el tiempo de duplicación y las etapas del crecimiento celular en un cultivo batch. Además, se introduce el modelo de reacción autocatalítica para representar el comportamiento cinético de los microorganismos (Figura 2).

### Figura 2.

*Módulo sobre cinética con presentación gráfica del contenido.*

**CINÉTICA DE LA BIOMASA**

Describe cómo varía la concentración celular en función del tiempo en un cultivo microbiano. Depende de la disponibilidad de sustrato, la tasa de crecimiento específica y las condiciones ambientales del sistema.

En la mayoría de los casos, el crecimiento celular se modela como una **reacción autocatalítica**:

$$Y_x = \mu x$$

$x$  = Concentración de biomasa [=]  $\frac{kg}{m^3}$

$\gamma_x$  = Velocidad volumétrica de formación de biomasa [=]  $\frac{kg}{m^3 \cdot s}$

$\mu$  = Velocidad específica de crecimiento [=]  $s^{-1}$

- Tiempo de duplicación
- Etapas del Crecimiento celular en un Cultivo Batch

Powered by genially

### 5.2.3. Pruebas con expertos y estudiantes

Para asegurar la funcionalidad y pertinencia del MEC 2.0, se realizaron pruebas con docentes expertos en bioprocesos, así como con estudiantes que ya habían cursado o estaban

cursando Bioprocesos II. Se aplicaron pruebas de navegación, revisión del contenido, evaluación del lenguaje utilizado y análisis de la interactividad.

Estas pruebas permitieron identificar ajustes necesarios en aspectos como los tiempos de navegación, la precisión conceptual y el diseño gráfico. Por ejemplo, en cuanto al diseño gráfico, se mejoró la visibilidad de los botones de navegación aumentando su tamaño y contraste, y se reorganizaron los íconos para hacer más intuitiva la interfaz. Además, se simplificaron las instrucciones en pantalla para mayor claridad.

### **5.3. Fase de evaluación**

Al finalizar el semestre, se aplicó una encuesta final para medir el nivel de satisfacción, la aceptación general del MEC 2.0 y el impacto percibido en el proceso de aprendizaje. El instrumento utilizado fue una encuesta mixta con preguntas cerradas y preguntas abiertas que permitieron recoger tanto datos cuantitativos como cualitativos. Este enfoque permitió obtener una visión más integral de la experiencia del estudiantado con el recurso.

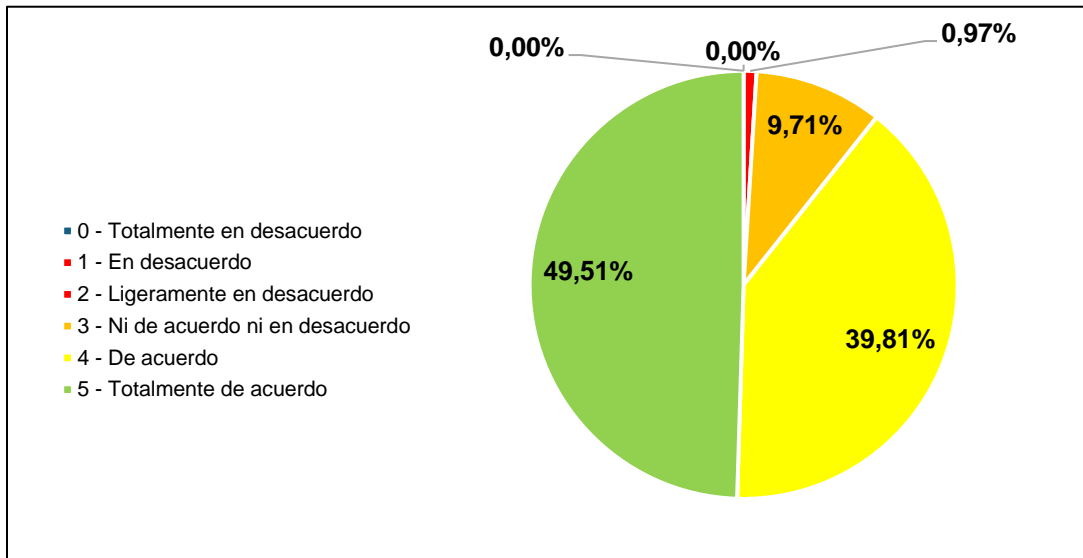
Los resultados fueron analizados en profundidad según las categorías temáticas definidas, agrupando las preguntas de la siguiente manera:

### 5.3.1. Análisis de resultados por categorías

#### 5.3.1.1. Contenido

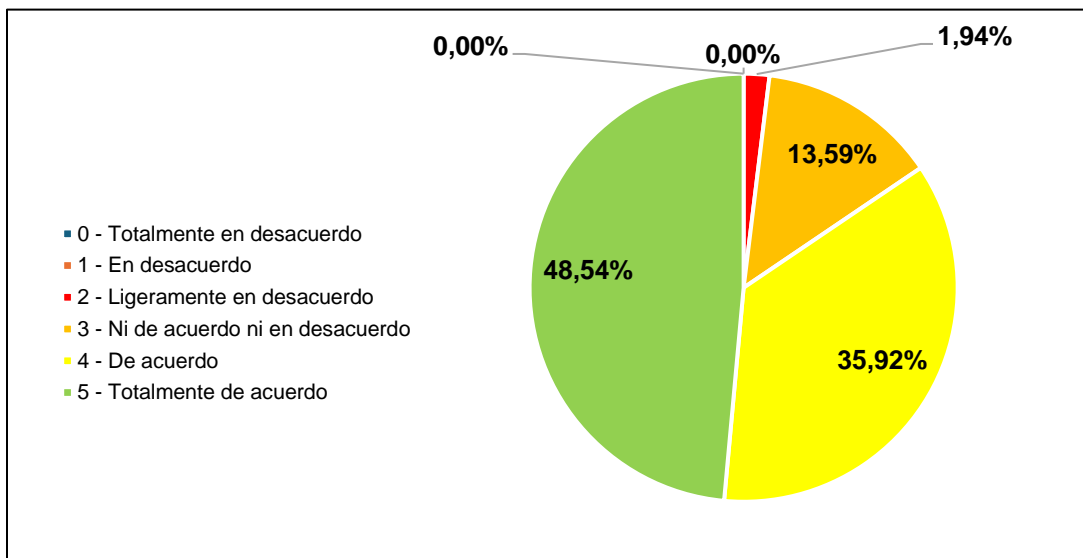
**Figura 3.**

Diagrama de torta pregunta 3: ¿Se encontró el contenido del OVA claro y fácil de comprender?



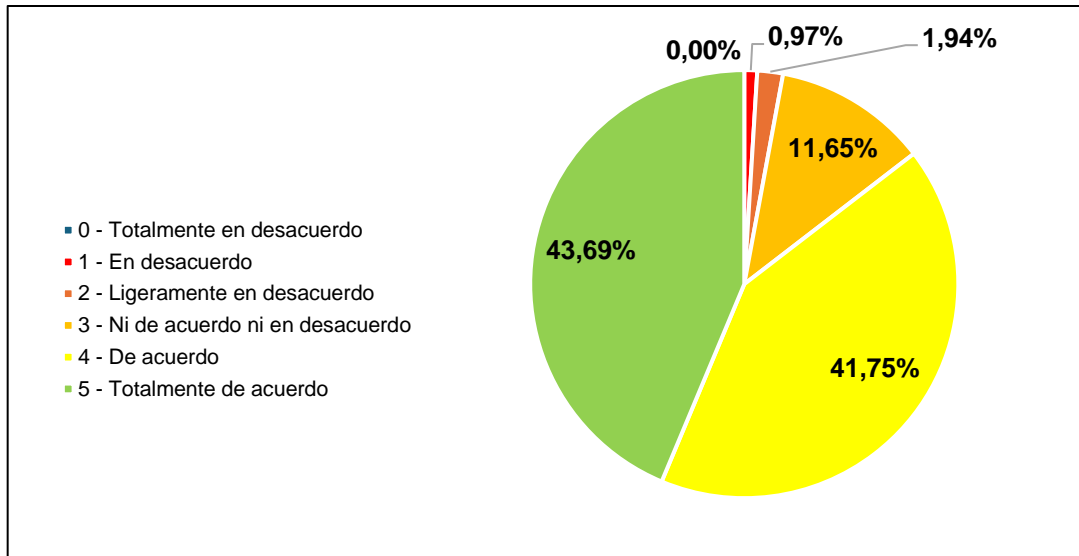
**Figura 4.**

Diagrama de torta pregunta 9: ¿El orden y organización del OVA contribuyeron a la comprensión de los conceptos?



**Figura 5.**

Diagrama de torta pregunta 11: ¿La evaluación y/o retroalimentación posibilitaron la medición del progreso en el aprendizaje?



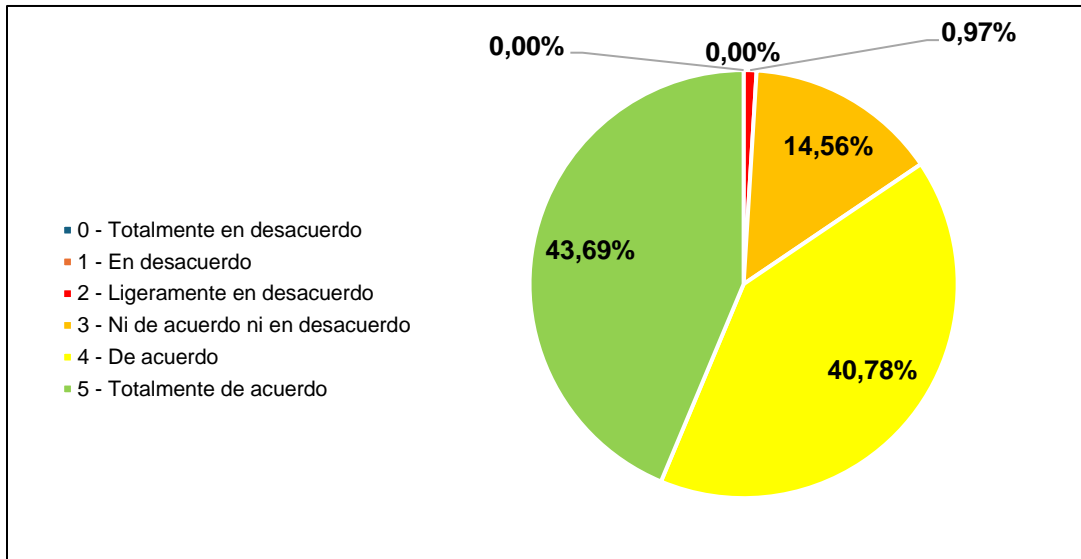
El análisis cuantitativo revela que el 84,47 % consideró que el contenido del OVA fue claro y fácil de comprender (Figura 3). Asimismo, un 84,46 % indicó que la organización contribuyó a la comprensión de los conceptos (Figura 4). En cuanto a la evaluación y retroalimentación, el 85,44 % manifestó que estas herramientas facilitaron la medición del aprendizaje (Figura 5). Estos porcentajes fueron obtenidos de las respuestas agrupadas en las categorías más favorables de cada ítem (“de acuerdo” y “totalmente de acuerdo”), reflejando una percepción positiva sobre la estructura y claridad del recurso.

Por otro lado, una minoría expresó que el uso de la temática de dinosaurios no les pareció pertinente para el contexto de la cinética microbiana. Esta observación es valiosa para futuras versiones del OVA, ya que resalta la importancia de establecer conexiones claras entre el contenido académico y la narrativa propuesta.

### 5.3.1.2. Interactividad

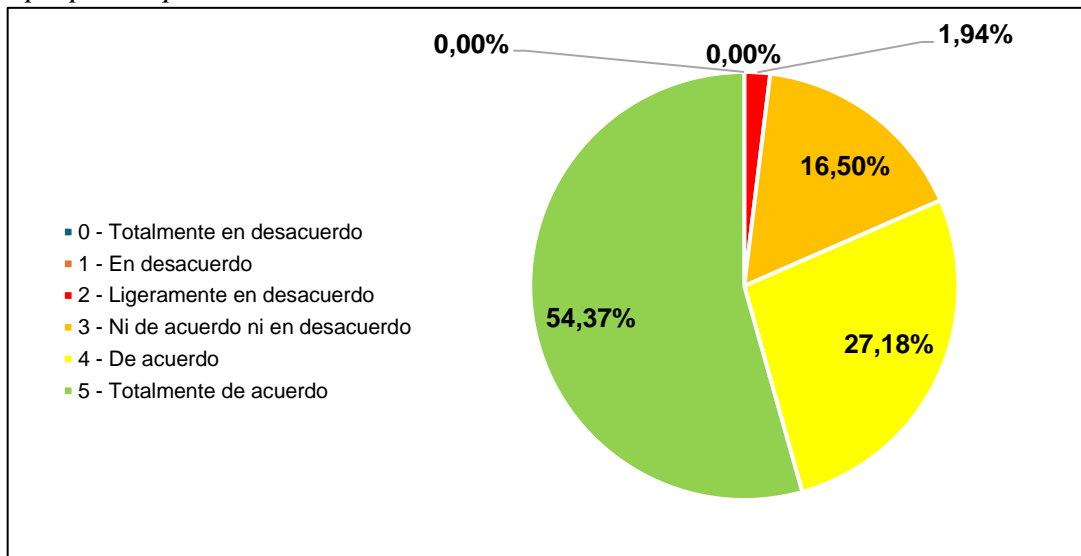
**Figura 6.**

*Diagrama de torta pregunta 2: ¿El OVA ofreció una experiencia de aprendizaje interactiva y cautivadora?*



**Figura 7.**

*Diagrama de torta pregunta 4: ¿Se incorporaron imágenes, grabaciones de audio y videos en el OVA apropiados para ilustrar los contenidos abordados?*



**Figura 8.**

Diagrama de torta pregunta 7: Los estilos de aprendizaje comúnmente se categorizan en tres grupos principales: kinestésico, visual y auditivo. Aunque cada persona tiende a tener un estilo de aprendizaje dominante con el que se encuentra más a gustos, es frecuente que también presenten rasgos de los otros estilos. ¿Cuál considera que es su estilo de aprendizaje principal?

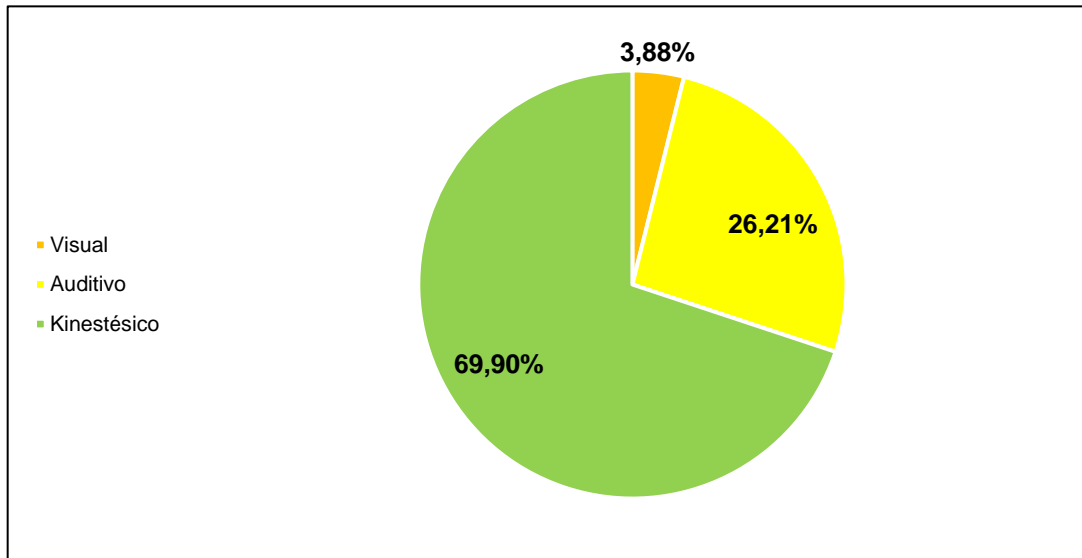
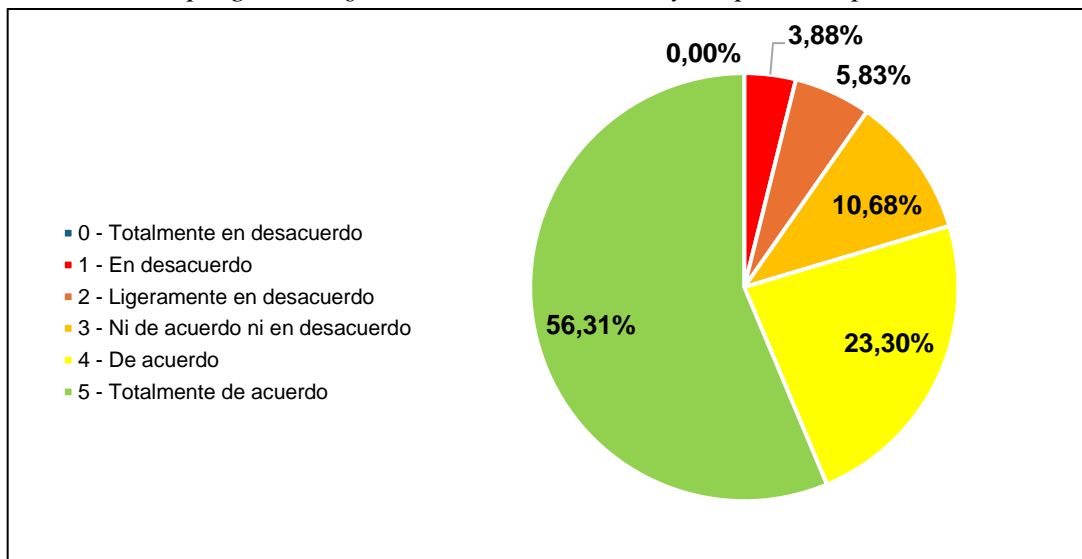
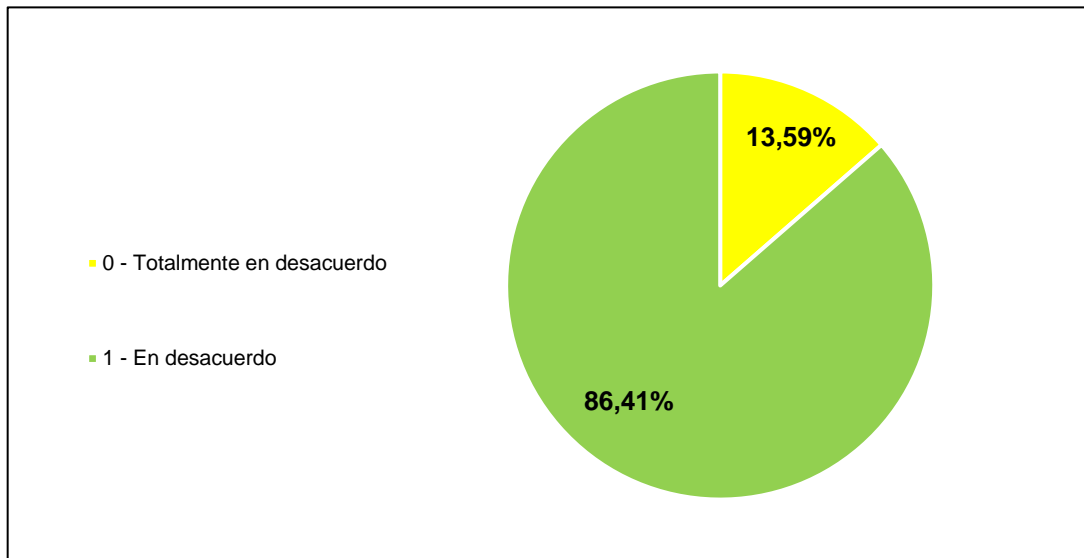
**Figura 9.**

Diagrama de torta pregunta 8. ¿Resultado sencillo utilizar y desplazarse por el OVA?



**Figura 10.**

Diagrama de torta pregunta 10. ¿Fueron considerados todos los estilos de aprendizaje en el OVA?



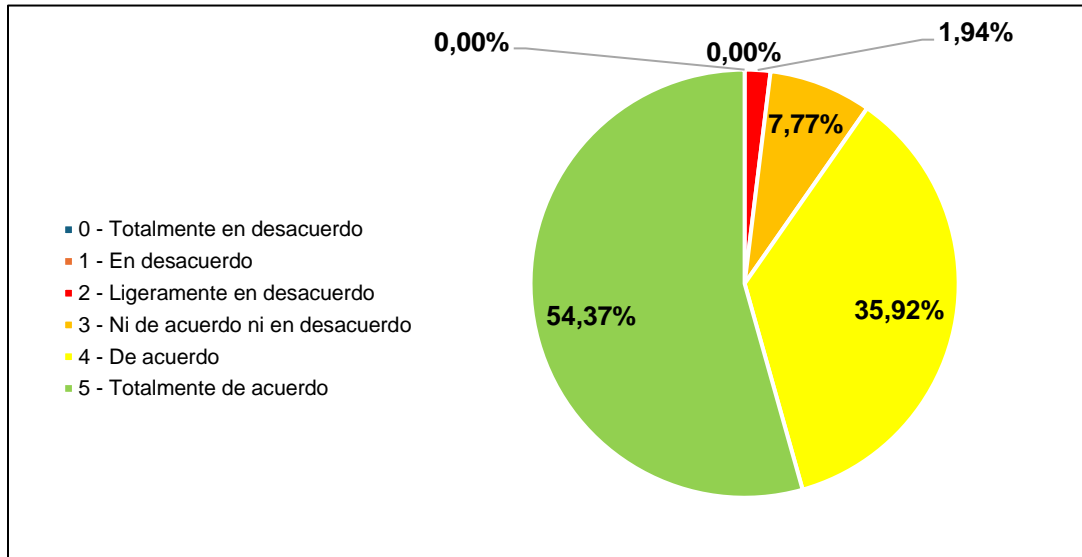
Los resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes reflejan una valoración mayoritariamente positiva del OVA. El 69,90% del estudiantado se identificó con un estilo de aprendizaje visual, seguido de un 26,21 % kinestésico y un 3,88 % auditivo (Figura 8), lo que evidencia la necesidad de priorizar recursos visuales sin descuidar otros enfoques. En cuanto a la experiencia de uso, el 85,44 % consideró que el OVA fue interactivo y cautivador, el 79,61 % lo percibió como sencillo de utilizar y navegar (Figura 9), y el 81,55 % valoró positivamente la inclusión de recursos multimedia como imágenes, audios y videos (Figura 7). Finalmente, el 86,41 % afirmó que el recurso contempló todos los estilos de aprendizaje (Figura 10). Estos porcentajes corresponden a la suma de las respuestas agrupadas en las categorías más favorables ("de acuerdo" y "totalmente de acuerdo"), lo cual respalda la efectividad e inclusividad del diseño instruccional.

De esta forma, el OVA promueve un aprendizaje más accesible, autónomo y significativo, adaptándose a las necesidades de distintos estilos y asegurando una mayor inclusión educativa.

### 5.3.1.3. Percepción

**Figura 11.**

*Diagrama de torta pregunta 5: ¿Recomendarías este OVA a otros compañeros de estudio?*



La mayoría de los estudiantes mostró una percepción positiva sobre el recurso, con un 54,37% que respondió "Totalmente de acuerdo" y un 35,92% "De acuerdo", indicando un alto nivel de satisfacción general. Solo un 9,71% se distribuyó entre respuestas neutrales o ligeramente negativas, y no se presentaron valoraciones en desacuerdo total. Estos resultados reflejan que el OVA fue bien recibido y considerado útil, lo cual respalda su efectividad y aceptación como herramienta educativa entre los estudiantes.

#### 5.3.1.4. Preguntas abiertas

Con el objetivo de evaluar la percepción de los estudiantes frente al OVA, se incluyeron preguntas abiertas en la encuesta aplicada. Estas permitieron recopilar opiniones cualitativas sobre los aspectos más valorados, las oportunidades de mejora y posibles recomendaciones para futuras versiones. A continuación, se presentan algunas de las respuestas obtenidas para cada pregunta.

**Tabla 5.**

*Resumen de preguntas abiertas.*

Número	Pregunta	Respuesta
1	¿En qué aspecto se podría mejorar este ova?	<p>La calidad del sonido.</p> <p>En ninguno, me parece que está muy completo en información y muy bien organizado.</p> <p>No solo preguntas sino también ejercicios más complejos.</p> <p>Navegación libre entre las zonas de la presentación</p> <p>Me parece que este OVA está muy estructurado, presenta la información de manera entendible y explícita, me gusta la dinámica que aplican, ya que así se facilita un poco más el aprendizaje de este tema.</p>
6	¿Qué elementos del OVA disfrutó más y cuáles destacaría?	<p>Las interacciones me parecían interesantes y entretenidas</p> <p>Algunos sonidos y las imágenes</p> <p>La verdad la metodología es muy interesante, toda la información está en el OVA, es fácil seguir el proceso para así llegar a la meta.</p> <p>La forma de enseñar por un método cautivador</p> <p>La creatividad que se tuvo para introducir los temas.</p>

12	¿Cuáles temas o aspectos recomendarían reforzar en una futura versión del OVA?	<p>Audio en las partes de video</p> <p>A mi parecer todo está excelente, lo único sería agregar la retroalimentación por opción.</p> <p>Para mí los aspectos fueron muy claves así que no tendría una recomendación.</p> <p>Abarca bien los temas que se trabajan en clase de una forma clara y sencilla</p> <p>Recomendaría reforzar la parte de preguntas y ejercicios agregando más.</p>
13	¿Cuáles errores tipográficos, en imágenes o conceptuales encontró en el OVA sobre Cinética y Diseño de Fermentadores?	<p>No percaté ninguno destacable</p> <p>Principalmente en el audio en el primer video que se presenta, el cual puede causar molestia al momento de ver el video.</p> <p>Únicamente que en la parte de las preguntas algunas respuestas no tienen punto final, en general todo está bien.</p> <p>No hay errores.</p> <p>Todo se veía muy estético visualmente, muy lindo, no vi errores.</p>

Este OVA fue valorado positivamente por su creatividad, estructura y utilidad para el aprendizaje. La narrativa jurásica, los videos explicativos y las ilustraciones facilitaron la comprensión de temas complejos y generaron mayor motivación.

Entre las oportunidades de mejora se destacan la calidad del audio en algunos videos, la necesidad de una navegación más intuitiva y una mayor retroalimentación personalizada. También se sugirió incluir más ejercicios prácticos, ejemplos aplicados y profundizar en temas como cinética enzimática y diseño de fermentadores.

En resumen, el OVA es un recurso educativo atractivo y funcional, que puede fortalecerse mejorando aspectos técnicos, aumentando la interactividad y reforzando el vínculo entre teoría y práctica.

## 6. Conclusiones.

Se diseñó, creó e implementó un MEC para la enseñanza de la asignatura de bioprocesos II en Ingeniería Química, la cual contó con un diseño atractivo, agradable y de fácil navegación. Esta complementa los procesos de enseñanza, ya que posee material teórico-práctico con el cual los estudiantes pueden complementar, repasar y afianzar los ejes temáticos de la asignatura.

Por medio de la encuesta de satisfacción y según el análisis de los resultados se infiere que el grado de aceptación de la herramienta fue del 87%. Entre los aspectos que los estudiantes destacaron se encuentran la interfaz, la claridad en las temáticas, el hilo conductor a lo largo de la herramienta, así como la posibilidad de poner en práctica los conocimientos en ejercicios evaluativos que le permiten al estudiante conocer el grado de entendimiento de la temática y la retroalimentación de los exámenes para identificar sus fallas y trabajar en ellas antes de afrontar los exámenes propuestos por el docente de la asignatura.

Como resultado de la implementación del MEC 2.0, se logró fomentar en los estudiantes un aprendizaje más autónomo y práctico, permitiéndoles explorar los contenidos de forma independiente y significativa. Las estrategias de enseñanza integradas en el material promovieron el análisis, la reflexión y la aplicación de conceptos a través de actividades dinámicas y contextualizadas, lo cual contribuyó al fortalecimiento de competencias clave en el ajuste de parámetros cinéticos y el diseño de fermentadores, enmarcándose en un enfoque educativo centrado en el estudiante.

## 7. Recomendaciones

- Se recomienda para posteriores proyectos de grado de este tipo, realizar pruebas progresivas del material durante el desarrollo para identificar mejoras significativas e ir evolucionando los contenidos hasta lograr el producto deseado.
- Para proyectos donde la herramienta pedagógica será publicada en web, se recomienda que el contenido se pueda visualizar en dispositivos móviles, ya que en la actualidad muchos usuarios ingresan a la web mediante estos.
- Esta herramienta pedagógica complementa los procesos de aprendizaje de la asignatura de Bioprocesos II, es por ello por lo que debe considerarse como un material de apoyo a las clases y no como única fuente o medio de estudio.
- Se sugiere incluir ejercicios con un mayor grado de complejidad, que permitan al estudiante enfrentar retos más avanzados y reforzar el desarrollo de competencias específicas en el área.

### Referencias bibliográficas

Area Moreira, M. (2009). *Los medios y las tecnologías en la educación: la alfabetización digital*. Editorial Síntesis.

Ausubel, D. P. (2002). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.

Bailey, J. E., & Ollis, D. F. (2010). *Biochemical Engineering Fundamentals* (2nd ed.). McGraw-Hill.

Chiappe, A., & Segovia, Y. (2009). Objetos virtuales de aprendizaje: génesis, definición y características. *Educación y Educadores*, 12(2), 75–90.

Doran, P. M. (2013). *Bioprocess Engineering Principles* (2nd ed.). Academic Press.

Gee, J. P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. Palgrave Macmillan.

Shuler, M. L., & Kargi, F. (2017). *Bioprocess Engineering: Basic Concepts* (3rd ed.). Prentice Hall.

Stanbury, P. F., Whitaker, A., & Hall, S. J. (2016). *Principles of Fermentation Technology* (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.

Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly Media.

E. Ruiz and M. Mayo, “Desarrollo de una Estrategia Didáctica Mediada por MEC para el Estudio de Oscilaciones y Ondas,” Duitama, May 2018.

A. Galvis, *Ingeniería de Software Educativo*. Santa Fé de Bogotá, 1997.

Shuler, M. L., & Kargi, F. (2017). *Bioprocess Engineering: Basic Concepts* (3rd ed.).

## Apéndices

### Anexo A. Implementación del MEC

Link directo al contenido: <https://view.genial.ly/60f73004d1e5180d9f249b3c>

**Anexo B.** Cuestionario de análisis preliminar (Encuesta) para identificar aspectos de la necesidad educativa y las características del usuario.

Link directo al contenido:

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc6USTcqzTZWIVnB\\_jIm9BBGU93BguFXD-Uo6bx-Bq8i0XSsQ/viewform?usp=header](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc6USTcqzTZWIVnB_jIm9BBGU93BguFXD-Uo6bx-Bq8i0XSsQ/viewform?usp=header)

### Encuesta

**“Implementación de Material Educativo Computarizado (MEC) 2.0 para la enseñanza de cinética y diseño de fermentadores para la asignatura bioprocesos II en Ingeniería Química”**

El objetivo de la siguiente encuesta es estudiar la experiencia referida por los estudiantes que cursaron la asignatura Bioprocesos II en la escuela de ingeniería Química en la Universidad Industrial de Santander, con el fin de implementar herramientas educativas que apoyen el proceso de enseñanza- aprendizaje en el curso.

1. **¿En qué aspecto se podría mejorar este OVA?** \_\_\_\_\_

2. **¿El OVA ofreció una experiencia de aprendizaje interactiva y cautivadora?**

- a) Totalmente en desacuerdo
- b) En desacuerdo
- c) Ligeramente en desacuerdo
- d) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- e) De acuerdo
- f) Totalmente de acuerdo

**3. ¿Se encontró el contenido del OVA claro y fácil de comprender?**

- a) Totalmente en desacuerdo
- b) En desacuerdo
- c) Ligeramente en desacuerdo
- d) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- e) De acuerdo
- f) Totalmente de acuerdo

**4. ¿Se incorporaron imágenes, grabaciones de audio y vídeos en el OVA apropiados para ilustrar los contenidos abordados?**

- a) Totalmente en desacuerdo
- b) En desacuerdo
- c) Ligeramente en desacuerdo
- d) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- e) De acuerdo
- f) Totalmente de acuerdo

**5. ¿Recomendarías este OVA a otros compañeros de estudio?**

- a) Totalmente en desacuerdo
- b) En desacuerdo
- c) Ligeramente en desacuerdo
- d) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- e) De acuerdo
- f) Totalmente de acuerdo

**6. ¿Qué elementos del OVA disfrutó más y cuáles destacaría? \_\_\_\_\_****7. Los estilos de aprendizaje comúnmente se categorizan en tres grupos principales: kinestésico, visual y auditivo. Aunque cada persona tiende a tener un estilo de**

**aprendizaje dominante con el que se encuentra más a gusto, es frecuente que también presenten rasgos de los otros estilos.**

**¿Cuál considera que es su estilo de aprendizaje principal?**

- a) Kinestésico
- b) Visual
- c) Auditivo

**8. ¿Resultó sencillo utilizar y desplazarse por el OVA?**

- a) Totalmente en desacuerdo
- b) En desacuerdo
- c) Ligeramente en desacuerdo
- d) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- e) De acuerdo
- f) Totalmente de acuerdo

**9. ¿El orden y organización del OVA contribuyeron a la comprensión de los conceptos?**

- a) Totalmente en desacuerdo
- b) En desacuerdo
- c) Ligeramente en desacuerdo
- d) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- e) De acuerdo
- f) Totalmente de acuerdo

**10. ¿Fueron considerados todos los estilos de aprendizaje en el OVA?**

- a) Si
- b) No

**11. ¿La evaluación y/o retroalimentación posibilitaron la medición del progreso en el aprendizaje?**

- a) Totalmente en desacuerdo
- b) En desacuerdo
- c) Ligeramente en desacuerdo
- d) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- e) De acuerdo
- f) Totalmente de acuerdo

**12. ¿Cuáles temas o aspectos recomendarían reforzar en una futura versión del OVA?**

---

**13. ¿Cuáles errores tipográficos, en imágenes o conceptuales encontró en el OVA sobre Cinética y Diseño de Fermentadores?** \_\_\_\_\_