

Elaboración de un Material Educativo Computarizado para la Asignatura Análisis de Procesos de
la Universidad Industrial de Santander

Sebastián Andrés Luna Osorio

Silvia Juliana García Mora

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Químico

Director

Luis Javier López Giraldo

Doctor en Química Bioquímica y Ciencia de Alimentos

Codirector

Ronald Alfonso Mercado Ojeda

Doctor en Ingeniería de productos y procesos

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físico-Químicas
Escuela de Ingeniería Química
Bucaramanga

2021

Dedicatoria

A mis padres por su apoyo, a mi hermana por ser única.

A mi tío Jaime por su ayuda.

A la colega por sus consejos.

A mi compañera de trabajo, que me motivo a seguir y me alentó a dar lo mejor de mí mismo.

A mi familia y amigos.

SEBASTIAN

Dedicatoria

A mis padres Yolima y Edgar quienes con su esfuerzo y amor me han permitido cumplir un
sueño más.

A mi hermano Andrés, por su apoyo incondicional en todo momento. A Sebastián por ser parte
de este trabajo y acompañarme siempre en mis proyectos.

A mi tía Yaneth y Daniela por sus consejos y apoyo en mis sueños.

Y finalmente, a mis amigos, por ser mi segunda familia durante estos años.

JULIANA

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Luis Javier López Giraldo y Ronald Alfonso Mercado Ojeda por su orientación y su tiempo.

Daniela Ochoa por cada uno de sus aportes y su ayuda a la realización de este trabajo.

Paula, Karen y Nicolas por su acompañamiento a lo largo del proyecto.

Sonia Osorio, por sus consejos y sus opiniones.

Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Estado del Arte	14
2. Objetivos	17
2.1 Objetivo general	17
2.2 Objetivos específicos	17
3. Descripción Metodológica	18
3.1 Fase de Estudio	19
3.1.1 Investigación del usuario	19
3.1.2 Estrategias pedagógicas	19
3.2 Fase de Elaboración	20
3.2.1 Contenido del módulo	20
3.2.2 Revisión bibliográfica	20
3.2.3 Diseño	21
3.2.3.1 Diseño UI	21
3.2.3.2 Arquitectura de la información	21
3.2.3.3 Diseño de interacción	21
3.2.3.4 Requerimientos técnicos	21
3.2.4 Desarrollo	21
3.2.4.1 Desarrollo de los contenidos del MEC	22
3.2.4.2 Desarrollo de aplicaciones multimedia	22
3.2.4.3 Montaje del prototipo	22
3.2.5 Prueba y ajuste	22
3.3 Fase de Publicación	22
3.3.1 Implementación	22
4. Resultados Y Análisis	23
4.1 Fase de Estudio	23
4.1.1 Investigación del usuario	23
4.1.2 Estrategias pedagógicas	24
4.2 Fase de Elaboración	25

4.2.1 Contenido del módulo	25
4.2.1.1 Análisis de mercados	26
4.2.1.2 Servicios Industriales en plantas químicas/bioquímicas	26
4.2.1.3 Diseño de plantas y reglas de heurísticas.	27
4.2.1.4 Optimización de plantas e integración energética	27
4.2.1.5 Análisis financiero y de incertidumbre, de plantas químicas/bioquímicas	28
4.2.2 Revisión bibliográfica	28
4.2.3 Diseño	29
4.2.3.2 Arquitectura de la información	31
4.2.3.3 Diseño de interacción	34
4.2.4 Requerimientos técnicos	35
4.2.5 Desarrollo.	36
4.2.5.1 Desarrollo de los contenidos del MEC	37
4.2.5.2 Desarrollo de aplicaciones multimedia	39
4.2.5.3 Montaje del prototipo	40
4.2.6 Prueba y ajuste	41
4.3 Fase de Publicación	43
4.3.1 Implementación	43
5. Conclusiones	44
6. Recomendaciones	46
Referencias Bibliográficas	47
Apéndices	49

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Esquema de la metodología	18
Figura 2. Elementos de la interfaz	30
Figura 3. Diseño de la interfaz del Home Page	31
Figura 4. Categorías de la arquitectura de la información	32
Figura 5. Diagrama de la arquitectura de la información	33
Figura 6. Diagrama de flujo del usuario	34
Figura 7. Página principal MEChem	37
Figura 8. Módulo de teoría para servicios industriales.	38
Figura 9. Módulo de teoría para estudio de mercados	41

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Contenido del módulo: Análisis de mercados	26
Tabla 2. Contenido del módulo: Servicios industriales	26
Tabla 3. Contenido del módulo: Diseño de plantas	27
Tabla 4. Contenido del módulo: Optimización e integración energética	27
Tabla 5. Contenido del módulo: Análisis financiero	28
Tabla 6. Programas usados para el desarrollo del MEC	35

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Encuesta para identificar aspectos de la necesidad educativa y las características del usuario.	49
Apéndice B. Resultados y formato de encuesta para evaluar el efecto de la Implementación del MEC	58
Apéndice C. Tipos de cuestionarios realizados en los contenidos del MEC	61
Apéndice D. Implementación del MEC	65

Resumen

Título: Elaboración de un Material Educativo Computarizado para la Asignatura Análisis de Procesos de la Universidad Industrial de Santander ¹

Autores: Sebastián Andrés Luna Osorio, Silvia Juliana García Mora ^{**}

Palabras Clave: Material educativo computarizado, Análisis de Procesos, MEC, material multimedia, herramienta pedagógica.

Descripción

Se desarrolló un Material Educativo Computarizado (MEC) dirigido a los estudiantes que cursan la asignatura de Análisis de Procesos de la escuela de Ingeniería Química, de manera que complemente el desarrollo del curso y a los materiales educativos existentes, mejorando el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Los módulos que contiene el MEC son los siguientes: estudio de mercados, servicios industriales, diseño de plantas, optimización y estudio financiero; por otra parte, el material se plantea como una página web que contiene tres secciones que abarcan cada uno de los módulos del MEC: teoría, práctica y recursos. La teoría complementa los temas vistos en clase, en la sección de práctica se proponen ejercicios, y la sección de recursos se incluyen elementos que les facilita a los estudiantes el desarrollo de los proyectos semestrales como: guías, videos, libros y herramientas de cálculo.

Por otro lado, el MEC se elaboró mediante metodologías ágiles para el desarrollo del software, en el cual se comienza por una fase de estudio, donde se realizó una investigación a la población objetivo y de las estrategias metodológicas existentes. Posteriormente, la fase de elaboración, en donde se desarrolla y diseña el material, esto seguido de unas pruebas progresivas realizadas junto con una muestra de estudiantes. Por último, se llevó a cabo la fase de publicación, la cual da como resultado presentar el material en línea. Asimismo, se hace énfasis en el estudio de teorías de aprendizaje para lograr un buen ambiente educativo, y la usabilidad para que los usuarios puedan interactuar con el material de una manera fácil, cómoda e intuitiva.

Del proyecto se concluyó, que el MEC cumple la función de material complementario a la asignatura de Análisis de procesos, que junto con la guía del profesor permitirá un proceso de enseñanza-aprendizaje más efectivo.

¹Proyecto de Grado

^{**}Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas, Escuela de Ingeniería Química
Director: Luis Javier López Giraldo, Codirector: Ronald Alfonso Mercado Ojeda

Abstract

Title: Elaboration of a Computerized Educational Material for the Subject Process Analysis of the Universidad Industrial de Santander ²

Author: Sebastián Andrés Luna Osorio, Silvia Juliana García Mora ^{**}

Key Words: Computerized educational material, Process Analysis, CEM, multimedia material, pedagogical tool.

Description

A Computerized Educational Material (CEM) was developed aimed at students who take the subject of Process Analysis of the Department of Chemical Engineering, thus, it complements the development of the course and the existing educational materials, improving the teaching and learning process.

The modules contained in the CEM are the following: market study, industrial services, plant design, optimization and financial study; On the other hand, the material is presented as a web page that contains three sections that cover each one of the CEM modules: theory, practice and resources. The theory complements the topics seen in class, in practice section exercises are proposed, and resources section includes elements that helps the students on their semester projects, the resources that you can find on the CEM are: guides, videos, books and calculation tools.

On the other hand, the CEM was developed using agile methodologies for software development, which begins with a study phase, where an investigation of the target population and existing methodological strategies was carried out. Later, the elaboration phase, where the material is developed and designed, this followed by progressive tests carried out together with a sample of students. Finally, the publication phase was carried out, which results in presenting the material online. Likewise, emphasis is placed on the study of learning theories to achieve a good educational environment, and usability so that users can interact with the material in an easy, comfortable, and intuitive way.

From the project it was concluded that the CEM fulfills the function of complementary material to the subject of Process Analysis, which together with the teacher's guide will allow a more effective teaching-learning process.

²Degree Work

^{**}Engineering Physical-Chemical Faculty, Chemical Engineering Department
Director: Luis Javier López Giraldo, Codirector: Ronald Alfonso Mercado Ojeda

Introducción

Desde sus inicios, la Universidad Industrial de Santander ha estado en la búsqueda del mejoramiento de la calidad de la educación, es por esto que se ha ido implementando el uso de nuevas herramientas desde las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en su comunidad. Tal es el caso de la asignatura de Análisis de Procesos de la Escuela de Ingeniería Química, en donde la experiencia referida por quienes la cursan advierte una necesidad de mejora en el ejercicio de intervención educativa. Podría decirse que ante la densidad temática y el limitado número de horas (por semestre), que se dispone para dictar la asignatura, hay una falta de herramientas que permitan apreciar mejor los objetos de aprendizaje, puesto que el uso de los recursos tradicionales como la clase magistral mediante diapositivas son insuficientes.

Teniendo en cuenta lo anterior, se comprende que, si bien la asignatura es fundamental para el estudiante debido a que se emplea todo el conocimiento aprendido durante el programa académico, también hay una necesidad de diversificación en las metodologías de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, el presente trabajo de grado apunta al aporte de instrumentos de mediación educativa que: primero, proporcionen una base temática a través de módulos que reorganicen y den linealidad a la progresión sobre los contenidos del curso; y, segundo, proponga herramientas que permitan simplificar cálculos o que den la posibilidad de hacer simulacros frente a los temas vistos.

En consecuencia, emerge un cuestionamiento de la pertinencia de la implementación de recursos de la informática para dichos procesos educativos en la asignatura descrita, así: ¿Cuáles herramientas didácticas desde las TIC pueden ayudar a un mejor entendimiento de la asignatura Análisis de Procesos?

Entre las herramientas tecnológicas más destacadas para el campo de la educación se encuentran los Materiales Educativos Computarizados (MEC). Este tipo de material se ha ido desarrollando en la Escuela de Ingeniería Química para algunas asignaturas, en donde se han observado mejoras en el proceso educativo (Velez Romero, 2006). Asimismo, es ventajoso por la incorporación de aplicaciones multimedia que faciliten la explicación de conceptos y la ilustración de situaciones que no son fáciles de detallar en la vida real. Además, favorece el aprendizaje de los estudiantes ya que les permite avanzar con un ritmo propio, se maneja un lenguaje acorde a su nivel de formación y se presentan medios que facilitan la autoevaluación (Sánchez y Contreras, 2005).

La creación del MEC no solo tiene la intención de apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que posibilita crear focos de los objetos de estudio que deben ser examinados con mayor profundidad. Para este caso particular, temas como: los estudios de mercado, técnico y financiero podrían ser abordados con mayor pertinencia por los estudiantes.

En el marco de la metodología, el proyecto comenzó por una fase de estudio, en la cual, se realizó una investigación a la población objetivo, y a las estrategias metodológicas existentes para aplicar. Luego continuó con la fase de elaboración, en donde se realizó y diseñó el material, seguido de pruebas progresivas realizadas junto con una muestra de estudiantes. Por último, se llevó a cabo la fase de publicación, quedando así el material a disposición de los usuarios.

1. Estado del Arte

La educación ha evolucionado en estos últimos años haciendo que actualmente se utilice el computador como una herramienta principal de aprendizaje, logrando así el implemento de nuevas metodologías tecnológicas para la enseñanza. Teniendo esto en cuenta, se realizó una investigación con relación al impacto que han tenido los MEC en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre los resultados a resaltar se encuentra que el uso de las TIC en la educación no es algo nuevo, desde hace varios años han estado presentes en este campo (Cegarra, 2008). No obstante, se observa la falta de estrategias y programas que apoyen a los docentes en los procesos encaminados para superar las dificultades que presentan los alumnos (Escontrela & Stojanovic, 2004) . Sin embargo, no se trata de hacer lo mismo de otra manera, siguiendo el modelo de enseñanza tradicional, ya que se estaría desaprovechando el potencial que tiene este tipo de herramientas para generar entornos de aprendizaje significativo. Asimismo, Cepeda y colaboradores (2017) resaltan la necesidad de un cambio al aprendizaje habitual, el cual se da por recepción y de naturaleza individual, por lo tanto no se favorece la participación por parte de los estudiantes.

Con base en lo anterior, se procedió a buscar información sobre las técnicas utilizadas en el implemento de herramientas educativas. Por un lado, Sánchez y Contreras (2005) desarrollaron un MEC para la asignatura de Introducción a la Ingeniería Química, siguiendo estos pasos: diseño, desarrollo, prueba y ajuste. Además, en dicho trabajo se hace énfasis en el estudio de teorías de aprendizaje, la búsqueda adecuada de documentos y el dominio de las herramientas apropiadas para la elaboración de aplicaciones multimedia interactivas. También se realiza una sugerencia con respecto a los cuestionarios de la evaluación, en donde se recomienda agregar las justificaciones de cada pregunta junto con la mención de la respuesta correcta. Finalmente, se

destacan los resultados que muestran que los usuarios catalogan el software como no imprescindible para aprender los contenidos tratados, lo cual está de acuerdo con la finalidad de este material, que vendría siendo el ayudar y complementar las estrategias usadas por los docentes.

Según Guerrero y Flores (2009), se plantea que las herramientas didácticas no solo están dadas por sus características tecnológicas ni estéticas, sino por las variables implicadas en el proceso educativo en las que se destacan: las estrategias pedagógicas, las actitudes de los docentes y los alumnos hacia estos recursos, y la configuración de su diseño. Macías y Duarte (2018) agregan que, para el diseño de un entorno de enseñanza efectivo, es necesario entender el estilo de aprendizaje de los estudiantes, teniendo en cuenta las preferencias sensoriales de ellos al momento de procesar y percibir la información.

En consonancia con lo anterior, Escontrela y Stojanovic (2004) señalan que las corrientes teóricas del conductismo, el cognitivism, el constructivismo y el conectivismo son las más referenciadas por diferentes autores para la elaboración de materiales didácticos e informativos. No obstante, Cegarra (2008) afirma que para que exista un mejor aprendizaje con la ayuda de este tipo de materiales se debe aplicar la enseñanza basada en la actividad significativa (constructivismo), en donde el aprendizaje es un proceso activo de construcción de conocimiento basado en la práctica, logrando así la capacidad de determinar en la forma que debe ser aprendido (investigar, evaluar, escoger la información relevante y saberla utilizar para solucionar problemas).

Así mismo, Granic y Glavinic (2002) señalan que uno de los principales problemas por los cuales los sistemas educativos informáticos tienen baja usabilidad es la poca interactividad que ofrece el mismo sistema, por lo tanto, se sugiere que es conveniente iterar la evaluación del diseño y la usabilidad hasta que se logre una solución satisfactoria.

En este mismo sentido, Ramírez Acosta (2017) menciona otros aspectos que son importantes a la hora de diseñar un software, como lo son las acciones que realiza el usuario para navegar a través del sistema. Estas deben ser intuitivas, en donde el usuario no tenga que pensar en “¿Qué pasará si doy clic en este botón?”.

Finalmente, Krishna (2015) menciona que el verdadero problema en la interfaz es ella misma. Los usuarios solo quieren concentrarse en lo que están trabajando, no quieren gastar energía concentrándose en algo adicional. Debido a esto, el autor indica que “la mejor interfaz es la no-interfaz” (p.80), pues cuanto más sencillo es el espacio de interacción, más fácil será para el usuario cumplir sus tareas. Las mejores interfaces son las más usables, las más humanas y las más intuitivas, además cuanto más sentidos se involucren en la experiencia, más transparente será.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Mejorar las herramientas didácticas de aprendizaje para la asignatura Análisis de Procesos de la Universidad Industrial de Santander mediante un material educativo computarizado.

2.2 Objetivos específicos

Identificar qué componentes y elementos representan dificultad en el espacio académico Análisis de Procesos.

Generar las estrategias didácticas y contenidos para el material educativo computarizado.

Diseñar el software de la herramienta educativa complementaria a la asignatura.

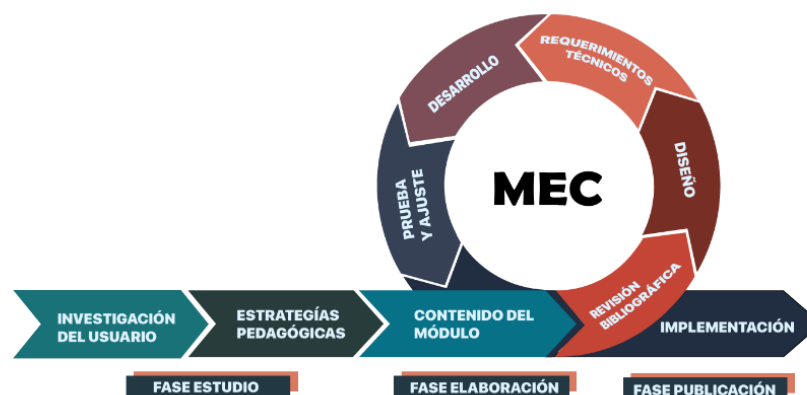
3. Descripción Metodológica

La metodología planteada sigue en esencia las principales etapas ya establecidas (diseño, desarrollo, prueba y ajuste) que se han implementado en sistemas computarizados de aprendizaje (Ballesteros & Claro, 2009);(Lorduy & Panqueva, 2007). Dado que los esquemas metodológicos son flexibles estos permiten realizar cambios en la estructura de tal modo que se pueda cumplir con los objetivos planteados, es por ello que también se integra con las metodologías ágiles para el desarrollo de software. Este tipo de métodos se desarrollan de manera iterativa, en donde las entregas y las mejoras son continuas, buscando que el producto final sea significativo para los usuarios. De este modo, se hace énfasis en el estudio de teorías de aprendizaje, para lograr un buen ambiente educativo; y la usabilidad, para que los usuarios puedan interactuar con el material de una manera fácil, cómoda e intuitiva.

A continuación, se presenta un esquema que resume las etapas de la metodología, agrupada en 3 fases: estudio, elaboración y publicación (ver Figura 1). Posteriormente, se describe cada una de las etapas contenidas en el esquema.

Figura 1

Esquema de la metodología



3.1 Fase de Estudio

Para crear un material didáctico que sea verdaderamente relevante para los estudiantes, es necesario implementar técnicas de investigación del usuario y buscar estrategias pedagógicas que ayuden a poner a las personas en el centro de diseño y del proyecto.

3.1.1 Investigación del usuario

Se realizó una investigación para encontrar las posibles dificultades que presentan los estudiantes al cursar la asignatura y la viabilidad de la implementación del material educativo para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje. La información se obtuvo mediante una encuesta elaborada en Google Forms³, diligenciada por los usuarios que cursaron Análisis de Procesos, y de los aportes de docentes que dictan el curso por consulta directa.

Se busca que el MEC sea usado principalmente por estudiantes de noveno semestre de Ingeniería Química los cuales ya están culminando sus estudios, considerando que poseen conocimientos referentes a operaciones unitarias, diseño de reactores, fenómenos de transporte entre otros. Por consiguiente, se realizó una encuesta dirigida a estudiantes que han cursado la asignatura, enfocándose en su experiencia con el curso y de materiales utilizados para estudiar. Para este fin, se tomó una muestra aleatoria simple de 32 estudiantes.

3.1.2 Estrategias pedagógicas

Las estrategias de aprendizaje comprenden todo un conjunto de procedimientos y recursos cognitivos que los estudiantes ponen en marcha cuando se enfrentan al aprendizaje (Valle et al.,

³ Ver Anexo A

1998). Por consiguiente, es importante considerando esto como fundamento en el diseño de ambientes educativos.

Se hizo una búsqueda de las estrategias didácticas que sirvieran para el desarrollo del MEC, teniendo en cuenta las teorías de aprendizaje, las dificultades que presentaron los estudiantes y el tipo de contenidos curriculares.

3.2 Fase de Elaboración

El propósito de esta fase fue obtener un producto de gran valor para los estudiantes, es por ello que el desarrollo de cada uno de los módulos consistió en un proceso iterativo, el cual está comprendido por los siguientes pasos: contenido de módulo, revisión bibliográfica, diseño, requerimientos técnicos, desarrollo, prueba y ajuste.

3.2.1 Contenido del módulo

Se establecieron los contenidos del material, teniendo en cuenta la investigación de la necesidad educativa y los temas comprendidos en la asignatura, organizando mediante módulos de manera que se lograra una mejor distribución del esquema temático del curso.

3.2.2 Revisión bibliográfica

En función de lo planteado en el contenido y en el enfoque del MEC, se realizó una revisión bibliográfica con el objetivo de extraer los temas más pertinentes para el desarrollo del módulo.

3.2.3 *Diseño*

Se buscó crear interfaces que sean fáciles de usar y agradables para los usuarios, teniendo en cuenta aspectos como: la arquitectura de la información, diseño de interacción y el diseño de la interfaz. Esto con el propósito de que puedan realizar sus tareas fácilmente en el MEC.

3.2.3.1 Diseño UI. Se creó el apartado estético de la interfaz, teniendo en cuenta los elementos que la componen como son: la paleta de colores, tipografía, forma de los iconos, botones, composición y balance.

3.2.3.2 Arquitectura de la información. Se realizó la estructura del MEC, organizando los contenidos de manera jerárquica, con objeto de facilitar al máximo los procesos de comprensión y la asimilación de la información.

3.2.3.3 Diseño de interacción. Se definió la manera en que el usuario interaccionará con el MEC, realizando un “User Flow” para planear el trayecto que los usuarios realizarán al utilizarlo; todo lo anterior, con el fin de ofrecer una buena experiencia al usuario.

3.2.3.4 Requerimientos técnicos. Se seleccionaron los recursos y programas necesarios para la elaboración del MEC, teniendo en cuenta la facilidad de uso, el acceso y el acoplamiento. De igual forma, se buscó que el material educativo esté disponible para computadora, celular y tablet.

3.2.4 *Desarrollo*

En esta etapa se acoplaron los elementos que conforman el MEC, y se desarrolló un prototipo de cada módulo.

3.2.4.1 Desarrollo de los contenidos del MEC. Se sintetizó la información extraída en la revisión bibliográfica, siguiendo las estrategias didácticas planteadas, de manera que el estudiante pueda asimilar la información correctamente.

3.2.4.2 Desarrollo de aplicaciones multimedia. Se crearon los recursos informáticos necesarios para que exista un ambiente agradable e interactivo en el MEC, tales como: imágenes, animaciones, videos, cuestionarios y programas.

3.2.4.3 Montaje del prototipo. Con el material teórico y las aplicaciones multimedia, se procedió a ensamblar el contenido del módulo, listo para ser probado.

3.2.5 Prueba y ajuste

Durante la fase de evaluación, se probaron los prototipos de cada módulo con los usuarios implicados. Esta fase fue crucial ya que ayudó a identificar mejoras significativas, fallos a resolver y posibles carencias. Se realizó mediante pruebas de usabilidad ya que se pudo determinar si los estudiantes lograron completar de manera exitosa el objetivo del MEC, permitiendo medir y revelar la experiencia que tiene una persona cuando interactúa con el material.

3.3 Fase de Publicación

Teniendo listo el MEC, se procedió a publicarlo en la web, dándole acceso a los estudiantes.

3.3.1 Implementación

Se buscaron los medios adecuados para la incorporación del MEC en la web, asegurando su correcto funcionamiento tanto en computadores como en celulares y tablets.

4. Resultados y Análisis

Esta sección describe y analiza los resultados obtenidos en las etapas descritas en la metodología.

4.1 Fase de Estudio

4.1.1 *Investigación del usuario*

A partir de los resultados, los cuales se pueden observar en el anexo 2, se pudo identificar la existencia de una necesidad sentida en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el espacio académico de Análisis de Procesos. Algunas de las razones que apoyan esta afirmación son las siguientes:

- Ante la densidad temática y el corto periodo que se tiene para culminar la asignatura hay una falta de herramientas que permitan apreciar mejor los objetos de aprendizaje.
- No aprovechan los recursos disponibles de información. Del mismo modo, la falta de medios que faciliten la práctica y la autoevaluación.
- Desconocen el material para Análisis de Procesos que brinda la escuela de Ingeniería Química, en donde los principales materiales de estudio son recursos como diapositivas, notas de clase y libros.

Específicamente con la encuesta realizada hacia los estudiantes, se obtuvo que un 12.5% no estuvo satisfecho con su desempeño en el curso y un 56.3% busca material complementario para un mejor entendimiento de la asignatura. Asimismo, el 65.6% considera complementar su estudio con recursos electrónicos (bases de datos de la universidad) y multimedia.

Por otro lado, se obtuvo información sobre los temas en donde se manifestó un mayor grado de dificultad, así como: diseño de plantas, reglas heurísticas, optimización, integración energética y estimación de costos de capital. Finalmente, se observó que los estudiantes cuentan con acceso a internet y en su mayoría poseen tanto teléfono móvil como computador, viendo así la necesidad de no solo enfocarnos en un MEC que esté disponible para computador, sino también para teléfonos móviles.

4.1.2 Estrategias pedagógicas

Según los contenidos del curso y la evaluación de la necesidad educativa, las teorías de aprendizaje que mejor se adaptan son: el constructivismo y el conductismo. La primera teoría establece que el estudiante construye sus propios procedimientos para resolver una situación dada, de manera que, el proceso de enseñanza se percibe y se lleva a cabo como un proceso dinámico, participativo e interactivo, de modo que el conocimiento sea una auténtica construcción. La segunda teoría tiene en cuenta las condiciones externas que favorecen al aprendizaje, esto con el fin de conducir al alumno hacia el punto que se desee llevarlo (Dale H. Schunk, 2012).

Así pues, el material se elabora con base en ambientes de aprendizaje del tipo algorítmico y heurístico, complementándose entre sí. Es decir, el MEC muestra la información de una manera ordenada, mediante módulos, y a su vez, la información es transmitida por medio del material de manera textual, lo que se traduce en una transferencia directa de conceptos al estudiante. (Gil Rey & Osorio Díaz, 2002), Por otro lado, se aprovecha la capacidad de razonar, conjeturar y de dar respuestas propias características del enfoque heurístico. Además, este modelo ofrece un amplio entorno de aprendizaje, que privilegia las teorías constructivistas, centrando los programas

didácticos en los estudiantes de manera que ellos mismos puedan crear, organizar, ejecutar y controlar sus propias experiencias (Velasco, 2005).

Teniendo en cuenta lo anterior, el MEC se desarrolló mediante módulos temáticos, esto con el objetivo de dar linealidad a los temas de la asignatura, pero a su vez permitiendo que los estudiantes puedan navegar por los contenidos que les interesen. Asimismo, se implementaron componentes (texto, imágenes, animaciones, videos, recursos) para favorecer la asimilación de la información, de igual modo, se integran actividades donde los alumnos puedan construir y desarrollar conceptos como, por ejemplo: lecturas, discusiones, cuestionarios, simulaciones, etcétera.

4.2 Fase de Elaboración

4.2.1 Contenido del módulo

Los contenidos propuestos en esta herramienta computacional están pensados de modo que se cubran los temas más pertinentes del programa de la asignatura de Análisis de Procesos. Para ello se desarrollaron 5 unidades. En las tablas (1-5), se describen brevemente los temas tratados y los objetivos buscados en cada unidad.

4.2.1.1 Análisis de mercados.**Tabla 1***Contenido del módulo: Análisis de mercados*

Objetivos	Temas
Aprender a diferenciar la oferta y la demanda.	Comportamiento de La Oferta y la Demanda.
Realizar proyecciones de la oferta, demanda y precios del mercado.	La Demanda vs la Oferta (interrelaciones y elasticidad).
Determinar la capacidad y ubicación de la planta por instalar y su tiempo de expansión.	Proyecciones de la demanda y de la oferta. El mercado y la capacidad por instalar.

4.2.1.2 Servicios Industriales en plantas químicas/bioquímicas.**Tabla 2***Contenido del módulo: Servicios industriales.*

Objetivos	Temas
Reconocer la existencia de los servicios industriales y su importancia en un proceso.	Combustibles. Generación de energía eléctrica.
Entender el sistema de generación de vapor y energía eléctrica.	Generación de vapor agua. Tratamiento de aguas.
Conocer el proceso de tratamiento de efluentes industriales.	

4.2.1.3 Diseño de plantas y reglas de heurísticas.

Tabla 3

Contenido del módulo: Diseño de plantas.

Objetivos	Temas
Interpretar y construir diagramas PFD de plantas químicas/bioquímicas.	Diagramas de flujo (BFD, PFD, P&ID).
Diseñar nuevas plantas químicas/bioquímicas teniendo en cuenta aspectos técnicos.	Reglas a tener en cuenta para el diseño de procesos químicos. Heurísticas para bombas, reactores, torres, intercambiadores etc.

4.2.1.4 Optimización de plantas e integración energética.

Tabla 4

Contenido del módulo: Optimización e integración energética

Objetivos	Temas
Definir la función objetivo junto con sus restricciones en el proceso de optimización.	Fundamentos de optimización. Definición de una función objetivo.
Determinar correctamente las redes de intercambio de calor por el método de punto de pliegue.	Uso de Restricciones. Aplicación del Método SIMPLEX. Solver (Métodos numéricos).
Conocer la existencia de herramientas computacionales para la optimización de plantas.	Determinación de RCI por el método de punto de pliegue (Pinch Point).

4.2.1.5 Análisis financiero y de incertidumbre, de plantas químicas/bioquímicas.

Tabla 5

Contenido del módulo: Análisis financiero.

Objetivos	Temas
Estimar costos de capital y de operación de plantas químicas a escala industrial.	Estimación de costos de Capital (FCI). Estimación de costos de operación (COM).
Analizar los riesgos financieros de proyectos de inversión.	Análisis financiero y flujos de caja. Determinación de impuestos.
Generar la capacidad de toma de decisiones en un proyecto de inversión usando variables financieras.	Evaluación de proyectos de inversión usando variables financieras. Análisis de incertidumbre mediante los tres escenarios. Análisis de incertidumbre combinatorio. Análisis de incertidumbre Monte Carlo.

4.2.2 Revisión bibliográfica

Con lo planteado en el temario de la asignatura y el enfoque del MEC, se revisó a fondo los contenidos de la bibliografía del presente trabajo. De modo que, se logre un material de alta calidad, organizando la información con los temas a tratar, ejercicios y ejemplos necesarios para cada módulo. Por otro lado, se realizó una búsqueda de recursos que le puedan servir a los estudiantes para el desarrollo del curso, por ejemplo: bases de datos para el estudio de mercados, recorridos virtuales y herramientas de cálculo. También, se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica

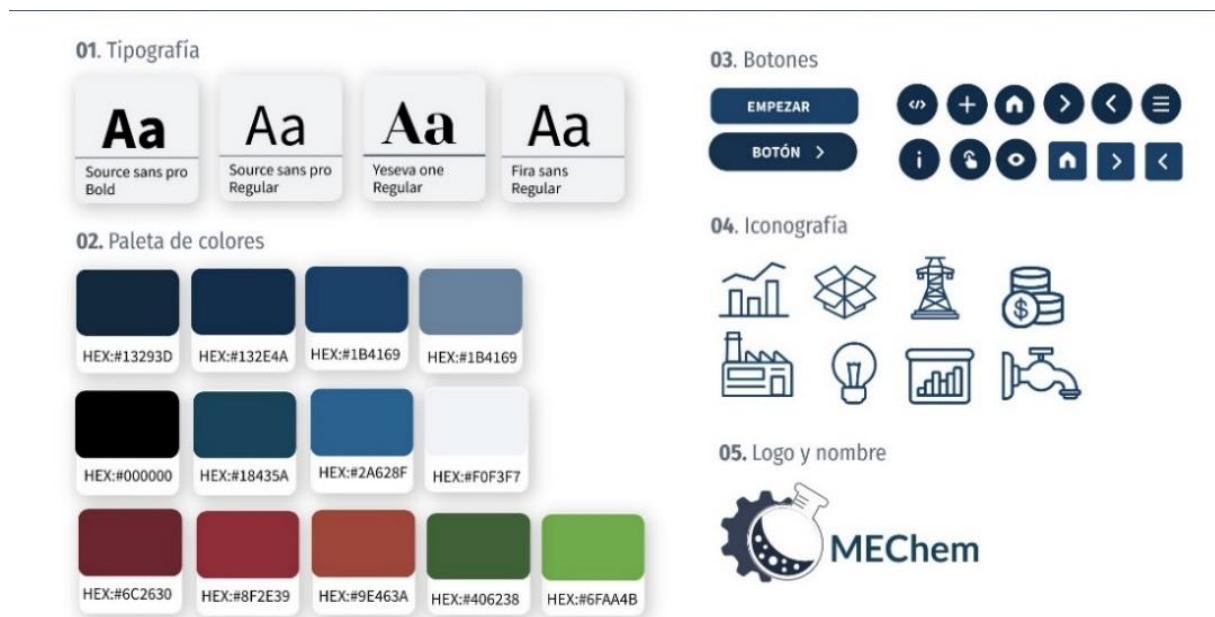
acerca de la programación en código HTML y en el manejo de plataformas para creación de contenidos.

4.2.3 Diseño

Aquí se incorporaron todos aquellos elementos que conforman una interfaz, con el propósito de darle una buena experiencia al usuario. Para este material se pretendió impactar de forma visual, teniendo en cuenta la facilidad de uso para ejecutar la tarea que el estudiante desee realizar, pues determina si el material es de su gusto, de modo que, genera permanencia y recurrencia en el MEC.

4.2.3.1 Diseño UI. Para el apartado estético se comenzó con el diseño del logotipo y el nombre de la herramienta computacional, con el fin de crear una identidad del material hacia los estudiantes. Se pensó una combinación con la abreviación del MEC e Ingeniería Química, así entonces, surgió el nombre MEChem. Seguido de esto, se procedió a establecer la tipografía, paleta de colores, iconografía y los botones (ver Figura 2).

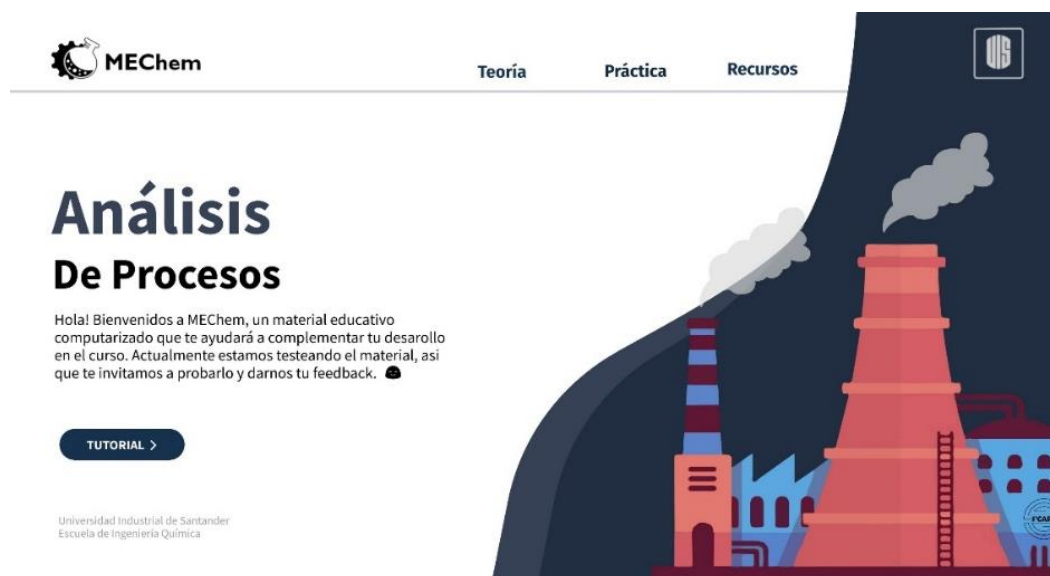
Para la tipografía se priorizó que fuera de fácil lectura y visualización, pero a su vez que fuera atractiva para ciertos textos y darle dinamismo a la interfaz. El tamaño se estableció 22px (píxeles) para el cuerpo del texto y 55px o más para títulos. Los colores mayoritariamente son azules, esto con el fin de transmitir estabilidad, tranquilidad y profesionalismo hacia el estudiante. Por ende, se recomienda esta gama de colores, ya que ayuda a calmar la mente, disminuye la tensión y facilita la concentración (Ortiz, 2014).

Figura 2*Elementos de la interfaz*

La interfaz se diseñó teniendo en cuenta la estructura de materiales educativos en línea, con el fin de aprovechar las normativas que los usuarios ya están acostumbrados (ver Figura 3). La navegación se encuentra en la parte superior junto con el logotipo del MEC (lado izquierdo) y el de la universidad (lado derecho). Este tipo de diseño reduce el tiempo que el usuario invierte para buscar la información que necesita. Además, se siguió modelo en donde la interfaz fuera sencilla y atractiva, buscando presentar los contenidos de una manera que genere interés en los estudiantes.

Figura 3

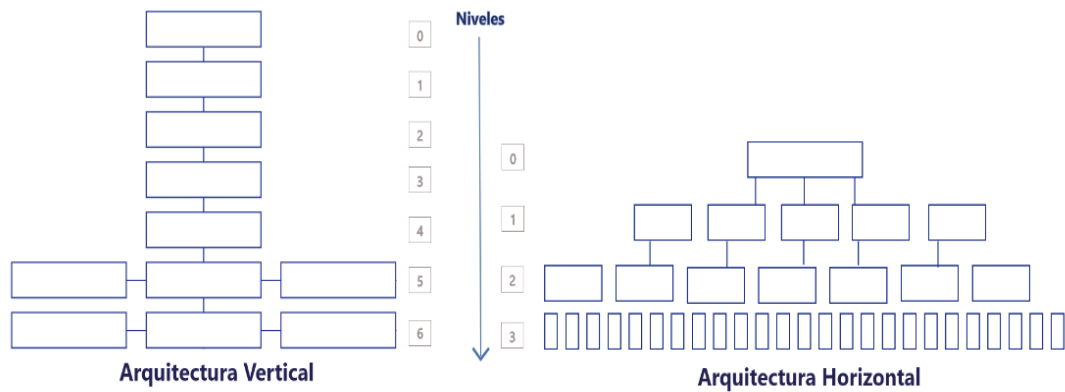
Diseño de la interfaz del Home Page.



4.2.3.2 Arquitectura de la información. El objetivo de la arquitectura de la información consiste en brindar una estructura lógica que facilite la conducción de la experiencia que tiene el usuario frente al material (Fernández, 2018). Organizar los contenidos de manera jerárquica, es una etapa importante ya que determina el impacto en la usabilidad de la interfaz. Los principales esquemas en la arquitectura de la información se categorizan en dos tipos: horizontal y vertical. La diferencia consiste en el número de niveles que esta posee. Cuando las páginas web necesitan de una especificidad mayor, se deben crear más niveles, es así entonces que el número de clics que realiza el usuario para llegar a la información que le interesa representa el número de niveles que tiene la página web (ver figura 4).

Figura 4

Categorías de la arquitectura de la información



Teniendo esto en cuenta, se planteó un esquema que facilita la consulta por el usuario. Por ende, se diseñó una arquitectura horizontal secuencial ya que prioriza la agilidad de búsqueda y ayuda al estudiante a captar el sentido del contenido de modo que, se entienda la estructura del material. A continuación, se muestra la arquitectura para el MEC (ver Figura 5).

Figura 5

Diagrama de la arquitectura de la información.



Como navegación principal se dividió los contenidos de la siguiente manera: teoría, práctica y recursos; con el objetivo de que los usuarios no pasen mucho tiempo buscando la información que necesiten, disminuyendo el número de clics. Estas tres categorías se pensaron también según lo que los estudiantes esperaban encontrar en el material, es decir, la sección de teoría complementa los temas vistos en clase, la sección de práctica consiste en ejercicios propuestos para poner a prueba los conocimientos vistos y por último la sección de recursos, en

donde los estudiantes encontrarán material adicional que será de ayuda en el desarrollo de los proyectos que se realizan durante el curso.

4.2.3.3 Diseño de interacción. El diseño de interacción define como es el trayecto o proceso que realizan los usuarios para cumplir todas las tareas posibles que permita el sistema. Estudiar y planear las interacciones mejora las prácticas para crear productos intuitivos, amigables y fáciles de usar. Para tal fin, se realizó un diagrama gráfico (User Flow) con el objetivo de representar todos los pasos que el estudiante debe realizar hasta lograr el objetivo planteado con el MEC (ver Figura 6).

Figura 6

Diagrama de flujo del usuario.



4.2.4 *Requerimientos técnicos*

El MEC se elabora con base en códigos HTML, incorporando CSS⁴ y JavaScript⁵, puesto que es el formato para su publicación en internet. A continuación, se muestra las herramientas y programas utilizados para su desarrollo teniendo en cuenta la facilidad de uso, acceso y aplicación (ver Tabla 6).

Tabla 6

Programas usados para el desarrollo del MEC

Nombre del programa	Descripción
Microsoft Visual Studio Code	Editor de texto plano de código abierto. Ofrece a los usuarios una herramienta de programación avanzada.
Google Forms	Generador de encuestas
Google Chrome	Navegador Web
Mozilla Firefox	Navegador Web
Adobe Illustrator	Editor de gráficos vectoriales. También sirve para editar, crear y diseñar imágenes.
Adobe Xd	Herramienta de edición de gráficos que funciona para crear interfaces de páginas web y de aplicaciones.
Microsoft Office Word	Software informático procesador de texto.
Genial.ly	Página web que sirve como herramienta para crear contenidos interactivos.

⁴ Lenguaje de marcas enfocado a definir, crear y mejorar la presentación de un documento basado en HTML.

⁵ Lenguaje de secuencias de comandos que te permite crear contenido de actualización dinámica.

Adobe Animate	Aplicación de creación y manipulación de gráficos vectoriales.
Microsoft Excel	Programa computacional que permite crear, manejar y modificar hojas de cálculo.
OBS Studio	Programa de grabación de vídeo que te permite hacer tutoriales, grabar la pantalla de tu PC, entre otras cosas.
Zoom	Plataforma que permite realizar reuniones, videoconferencias, clases virtuales, y varios tipos de videollamadas.
SnatchBot	Plataforma que crea bots conversacionales.

4.2.5 Desarrollo

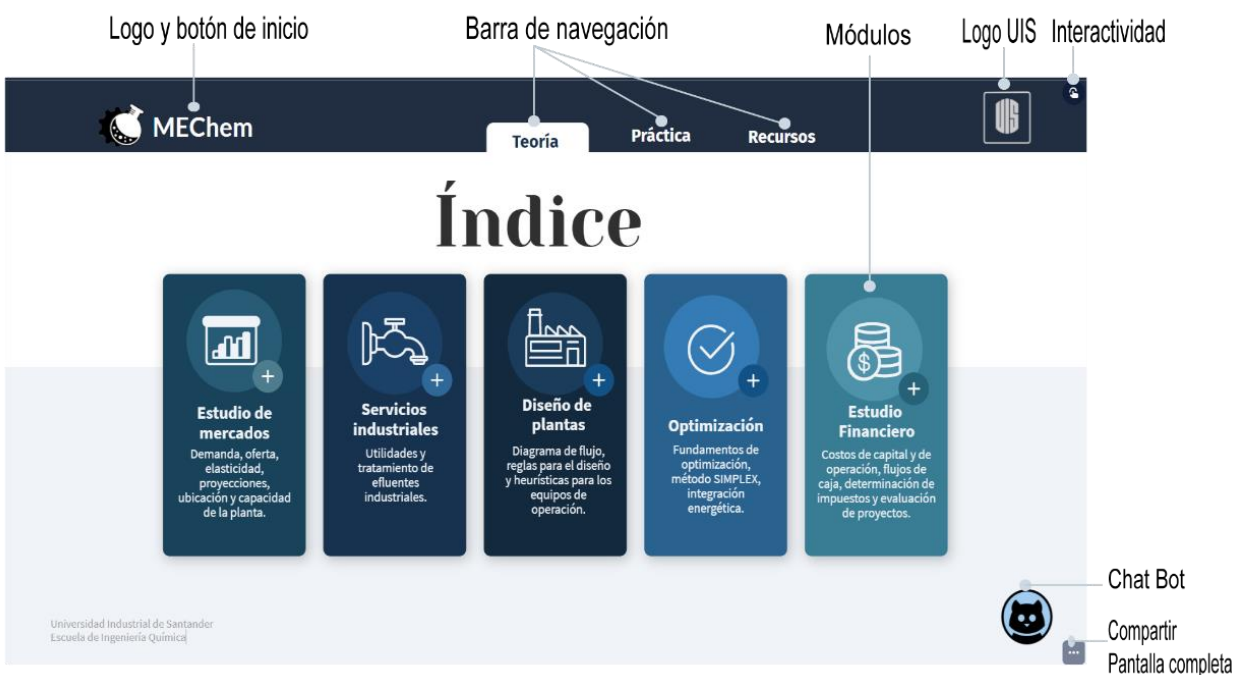
MEChem se desarrolló siguiendo las estrategias pedagógicas establecidas, orientando al estudiante en su proceso de aprendizaje y la aplicación de los conceptos. Bajo estas medidas se elaboró la interfaz del material mediante la plataforma de Genially puesto que, es una potente herramienta para el desarrollo de materiales interactivos y con una gran compatibilidad con programas y plataformas de creación de contenido, asimismo soporta programación en HTML lo cual permite integrar componentes de una página web.

En esta etapa se dividió en dos partes, la primera consistió en el desarrollo de la página principal donde los estudiantes pueden encontrar los contenidos disponibles en el MEC teniendo en cuenta los aspectos establecidos en la etapa de diseño (ver Figura 7). La segunda parte fue la

elaboración de los módulos teóricos y prácticos, junto con la creación, búsqueda y organización de los recursos.

Figura 7

Página principal MEChem



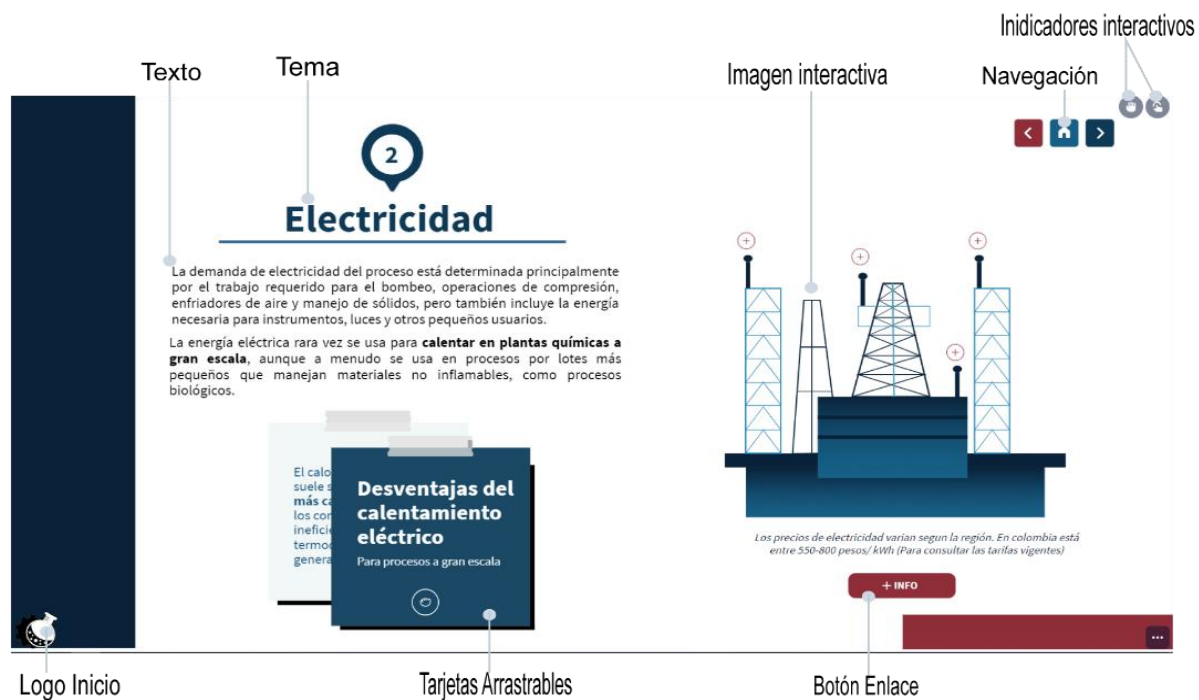
4.2.5.1 Desarrollo de los contenidos del MEC. En los módulos teóricos se encuentra la información que se desea transmitir al estudiante. Se componen principalmente de animaciones, videos, textos e imágenes, además de elementos interactivos como botones que permiten validar respuestas, proveer de información adicional, redirigir a un link en la web y navegar a través del MEC.

Para presentar información de una manera diferente se utilizan recursos como imágenes interactivas y elementos arrastrables (ver Figura 8), esto le permite al estudiante aprender los conceptos mediante un lenguaje icónico.

En la sección de práctica se incorporan los mismos elementos que en la teoría, sin embargo, en esta sección hay más interactividad. Aquí se desarrollaron ejercicios en donde el estudiante debe poner a prueba sus conocimientos.

Figura 8

Módulo de teoría para servicios industriales.



En los recursos se buscaron fuentes que complementen la información en el avance del curso como guías, páginas web, libros, video tutoriales y programas desarrollados por otros autores.

Finalmente, el desarrollo de los contenidos del MEC se realiza con paginaciones seguidas, estas permiten acceder a los contenidos con la URL una sola vez, esto con el fin de lograr que la página no tarde en cargar la información y reducir el tiempo de espera.

4.2.5.2 Desarrollo de aplicaciones multimedia. Para cada uno de los módulos se crearon recursos que complementan los procesos de aprendizaje y logran un ambiente agradable en el MEC. Entre estos se encuentran:

- **Imágenes interactivas:** Son útiles para transmitir ideas de forma rápida, se incorporan diferentes capas de información como textos, videos o enlaces hacia otras páginas. De modo que, el estudiante tenga que interactuar con la imagen para consumir todo el contenido y, por lo tanto, fomenta la exploración y la memorización.

- **Videos:** Apoyan en el proceso de aprendizaje de los estudiantes en la asimilación de procedimientos a seguir, es ventajoso este tipo de ayudas ya que el usuario puede aprender por imitación y a su propio ritmo.

- **Programas:** Son herramientas que permiten simplificar cálculos o para comparar situaciones en donde el estudiante obtenga sus propias conclusiones.

- **Cuestionarios:** Son aplicaciones en las que el usuario interactúa para proporcionar una respuesta. Estos tipos de recursos se pueden encontrar tanto en la teoría como en la práctica. En el anexo C se presentan los tipos de cuestionarios realizados.

- **Guía de ejercicios:** Este recurso ayuda a los estudiantes en los temas en el que los cálculos son extensos. Consiste en la explicación de la teoría junto con la solución de un ejercicio paso a paso con animaciones y audio. Aquí el estudiante aprende a su propio ritmo y también posibilita a su autoevaluación.

- **Recorridos virtuales:** Es un poderoso recurso didáctico que recrea un entorno completamente virtual sobre la que se puede desplazar e interactuar para conocer y recorrer diferentes espacios libremente. En el material se encuentran dos recorridos virtuales, el primero es una planta de vinos elaborado por VIRTUALPRO y el segundo es un recorrido por una termoeléctrica desarrollado por la empresa Pampa energía.

- **Chatbot:** Es un asistente que se comunica con los usuarios a través de mensajes de texto y se desarrolla mediante la plataforma de SnatchBot. El objetivo de la incorporación de esta herramienta es ayudar al estudiante a encontrar la información que necesite. Las acciones que pueden realizar el Chatbot son las siguientes:

- **Reportar un problema:** El Bot le envía al usuario el formulario que debe diligenciar para manifestar los problemas o errores encontrados en el MEC.

- **Traducción.** El Bot ayuda al usuario a traducir textos del inglés al español.

- **Buscador.** Hay dos tipos de buscadores, el primero es dentro del MEC que permite ayudar al usuario a buscar el tema que necesita estudiar. El segundo realiza una búsqueda en la web de artículos científicos.

4.2.5.3 Montaje del prototipo. Los montajes se realizaron por cada tema y se cargaron los contenidos pertenecientes a las secciones de teoría, práctica y recursos. Para los módulos teóricos se encuentra una breve introducción del capítulo y al lado izquierdo los temas (ver Figura 9)

Figura 9*Módulo de teoría para estudio de mercados*

4.2.6 Prueba y ajuste.

En la fase de evaluación, se probaron los prototipos con los usuarios implicados, esta fase ayudó a identificar mejoras significativas, fallos a resolver y posibles carencias. Durante las pruebas los contenidos evolucionaron hasta lograr el producto final. Las pruebas de usabilidad son la práctica de probar que tan fácil es usar un diseño, con un grupo de usuarios mientras intentan completar tareas y permite medir y revelar la experiencia que tiene una persona cuando interactúa con el producto (Roexcy et al., 2014) . Para este fin, se realizaron dos tipos de pruebas:

La primera prueba consistió en una evaluación heurística, es un método de inspección de usabilidad que ayuda a identificar problemas en la interfaz de usuario, generalmente se llevan a cabo con un pequeño grupo (uno a tres) probadores, los cuales de forma independiente examinan una interfaz de usuario. Este método proporciona una retroalimentación rápida, donde los comentarios pueden ser obtenidos desde el inicio del proceso de diseño.

En este sentido, se seleccionaron dos estudiantes que cursaban la asignatura de Análisis de Procesos y un egresado de Ingeniería Química. En esta prueba se realizaron seis sesiones mediante la plataforma de Zoom. En donde se pudo observar las interacciones y reacciones que tenían los usuarios con el material, asimismo, se identificaron errores de navegación, de lenguaje, del entorno visual y de operación. De igual manera, se estudió la satisfacción y la facilidad de uso, en el cual los participantes expresaron que el MEC es sencillo de utilizar, tiene un entorno agradable y cumple con sus expectativas.

Con las correcciones listas, se procedió a implementar el MEC con un grupo de estudiantes de Ingeniería Química matriculados en la asignatura de Análisis de procesos (grupo D1) del primer semestre académico 2021 durante 10 semanas no consecutivas. Para conocer el impacto inicial que tuvo el material se procedió a realizar la segunda prueba de usabilidad, la cual consistió en una encuesta en línea donde participaron 15 estudiantes.

En los resultados obtenidos en la encuesta (ver anexo B) se observó un crecimiento en la satisfacción en los estudiantes con su desempeño en la asignatura respecto a los del semestre pasado. Asimismo, incrementó el porcentaje de alumnos que busca material complementario, por otro lado, manifiestan que las clases han sido más interactivas con la implementación del MEC, además, que su incorporación mejora las herramientas didácticas de aprendizaje en la asignatura.

También se realizó una evaluación de los contenidos, en donde se tomaron las sugerencias por parte de los usuarios, por ejemplo: mejorar la estética de los botones de navegación para que fueran más llamativos, incluir soluciones junto con la validación del ejercicio y cambiar la forma de mostrar si es correcta la respuesta en algunas preguntas.

De igual forma, se encontró una gran receptividad de los estudiantes hacia este tipo de material, expresando que el MEC es de gran ayuda para el aprendizaje y que todos los cursos deberían contar con este tipo de herramientas.

4.3 Fase de Publicación

4.3.1 Implementación

MEChem se encuentra disponible en línea en la plataforma de Genially⁶, garantizando que el material se pueda utilizar tanto en computador como los dispositivos móviles. También se podrá insertar el MEC dentro del Moodle de la universidad, con el fin de que los profesores puedan anexar el material en sus cursos, en el anexo D se encuentra el código y tutorial de cómo realizarlo.

⁶ <https://view.genial.ly/60f73004d1e5180d9f249b3c>

5. Conclusiones

Se elaboró un Material Educativo Computarizado (MEC) para la asignatura de Análisis de Procesos, como herramienta complementaria a los materiales académicos empleados actualmente.

Se evidenció a partir del análisis de las encuestas los componentes del contenido de la asignatura que representaba un mayor grado de dificultad hacia los estudiantes, tal como: diseño de plantas, reglas heurísticas, optimización, integración energética y estimación de costos de capital. Por otra parte, se pudo identificar que, dada la alta densidad temática del curso, junto al corto periodo de tiempo para abarcar cada uno de los temas de la asignatura no hay suficientes herramientas educativas que apoyen el proceso de enseñanza y de aprendizaje en el curso, ya que un 56.3% de los estudiantes declararon que buscan material complementario a los vistos en clase.

El MEChem se desarrolló con ambientes de aprendizaje del tipo algorítmico y heurístico en donde los contenidos se organizan mediante módulos temáticos donde les da linealidad a los temas de la asignatura, pero a su vez que el estudiante tenga la libertad de navegar por los contenidos que le interesen. Asimismo, se integró elementos que facilite la asimilación de la información, como lo son: textos, imágenes interactivas, videos, recorridos virtuales, guías y cuestionarios.

Esta herramienta se diseñó de tal forma que resultará sencillo navegar en ella, a su vez que el contenido fuera de fácil entendimiento, abarcando toda la temática vista en la asignatura de una manera clara. Por otra parte, se hizo énfasis en la parte práctica para que los estudiantes puedan aplicar los conocimientos aprendidos a lo largo del semestre. De igual manera, se realizó una búsqueda de material adicional no incluido en la teoría, con el fin de apoyar el desarrollo de los proyectos realizados en el periodo académico.

El MEC generó un impacto positivo en los estudiantes, esto se pudo observar en la encuesta final realizada a los mismos, en donde se destaca la satisfacción de los estudiantes al usar el MEC. Por otro lado, aseguraron que el material mejora las herramientas didácticas de aprendizaje, complementando las ya existentes.

6. 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.

Para los usuarios de MEChem se sugiere que el navegador sea Google Chrome, Microsoft Edge y Safari para una correcta visualización del contenido.

Se sugiere que los docentes incorporen MEChem en el aula del Moodle de la universidad, puesto que, ayudaría a difundir el material hacia los estudiantes además de complementar los contenidos que dispone de la plataforma.

Esta herramienta pedagógica complementa los procesos de aprendizaje de la asignatura de Análisis de Procesos, es por ello que debe considerarse como un material de apoyo a las clases y no como única fuente o medio de estudio.

Referencias Bibliográficas

- Ballesteros, D., & Claro, N. (2009). *Desarrollo De Un Material Educativo Computarizado (Mec) Para La Enseñanza De Un Sistema De Separación Por Resinas De Intercambio Iónico En La Escuela De Ingeniería Química Diego. 2*, 60.
- Cegarra, J. (2008). “Webquest”: estrategia constructivista de aprendizaje basada en Internet. *Investigación y Postgrado*, 23(1), 73–91.
- Cepeda Romero, O., Gallardo Fernández, I. M., & Rodríguez Rodríguez, J. (2017). La evaluación de los materiales didácticos. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa (RELATEC)*, 16.
- Dale H. Schunk. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa* (Sandra Castañeda Figueiras (ed.); Sexta edic). PEARSON EDUCACIÓN.
- Escontrela, R., & Stojanovic, L. (2004). La integración de las TIC en la educación: Apuntes para un modelo pedagógico pertinente. In *Revista de Pedagogía* (Vol. 25, pp. 481–502). scielon.
- Fernández, A. (2018). *Tipos de arquitectura web y eficiencia para SEO*.
<https://albertofdez.com/blog/seo-on-page/tipos-arquitectura-web/>
- Gil Rey, L. H., & Osorio Díaz, S. M. (2002). *DISEÑO Y DESARROLLO DE UN MATERIAL EDUCATIVO PARA TERMODINÁMICA I*. Universidad Industrial de Santander.
- Granic, A., & Glavinic, V. (2002). Usability evaluation issues for computerized educational systems. *11th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference (IEEE Cat. No.02CH37379)*, 558–562. <https://doi.org/10.1109/MELECON.2002.1014654>
- Guerrero Z, T. M., & Flores H, H. C. (2009). Teorías del aprendizaje y la instrucción en el diseño de materiales didácticos informáticos . In *Educere* (Vol. 13, pp. 317–329). scielon .
- Krishna, G. (2015). *The best interface is no interface: the simple path to brilliant technology*.
- Lorduy, L., & Panqueva, L. (2007). *Desarrollo de un material educativo computacional (MEC) para la enseñanza de la termodinámica química II en la escuela de Ingeniería Química*. 68.
- Miranda Carreño, R. (2020). Ingeniería de procesos. Dextra Editorial.
<http://bibliotecavirtual.uis.edu.co:2168/?il=10001>. (n.d.).
- Ortiz, G. (2014). EL COLOR.UN FACILITADOR DIDÁCTICO. *Revista de Psicología*, 24.
<https://www.uv.mx/psicologia/files/2014/09/El-color-un-facilitador-didactico.pdf>
- Ramírez Acosta, K. (2017). Interfaz y experiencia de usuario: parámetros importantes para un diseño efectivo. *Tecnología En Marcha*, 49–54. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i5.3223>
- Roexcy, V., Rodríguez, L., & Justo, Y. (2014). *Procedimiento para realizar pruebas de usabilidad* (p. 15).

- Ruiz-Macías, E., & Enrique Duarte, J. (2018). Diseño de un material didáctico computarizado para la enseñanza de Oscilaciones y Ondas, a partir del estilo de aprendizaje de los estudiantes. *Design of a Computerized Educational Material for Teaching of Oscillations and Waves, from Students Learning Style.*, 8(2), 295–309.
- Samuelson, P. A., Nordhaus, W. D. (2019). Economía con aplicaciones. McGraw-Hill. <http://bibliotecavirtual.uis.edu.co:2168/?il=9243>. (n.d.).
- Sanchez, V., & Contreras, J. (2005). *Diseño y desarrollo de un material educativo computarizado para la introducción a la Ingeniería Química*. Universidad Industrial de Santander.
- Taha, H. A. (2017). Investigación de operaciones. Pearson Educación. <http://bibliotecavirtual.uis.edu.co:2168/?il=6959>. (n.d.).
- Turton, R. (2018). *Analysis Synthesis and Design of Chemical Processes* (5th ed.).
- Valle, A., González, R., Cuevas, L. M., & Fernández, A. P. (1998). Las estrategias de aprendizaje: características básicas y su relevancia en el contexto escolar. *Revista de Psicodidáctica*, 53–68. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17514484006>
- Velasco, E. (2005). Ambientes virtuales de aprendizaje heurístico. *Tecnología y Comunicación Educativas*, 40, 26. <http://investigacion.ilce.edu.mx/tyce/40/art7.pdf>
- Velez Romero, G. A. (2006). *Desarrollo de un material educativo computarizado para la asignatura “Geología del petróleo.”*
- Walters, F., Jr, L. P., Deming, S., & Morgan, S. (1991). *Sequential simplex optimization: a technique for improving quality and productivity in research, development, and manufacturing.*

Apéndices

Apéndice A. Encuesta para identificar aspectos de la necesidad educativa y las características del usuario.

Encuesta

ELABORACIÓN DE UN MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO PARA LA ASIGNATURA ANÁLISIS DE PROCESOS

El objetivo de la siguiente encuesta es estudiar la experiencia referida por los estudiantes que cursaron la asignatura Análisis de procesos 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. ¿Fue la primera vez que cursó la asignatura?

Si No

2. De los siguientes dispositivos señale los que tenga en posesión:

Celular Computador Tablet Ninguno

3. ¿Tiene acceso a internet?

Si No

4. ¿Está satisfecho con su desempeño con respecto a la asignatura?

Si No

5. Mientras cursaba la asignatura:

Tomó únicamente como base las clases con el profesor

Buscó material complementario para la asignatura

6. ¿Qué tipo de material preferiría para complementar su estudio?

Libros

Artículos Científicos

Recursos electrónicos (Bases de datos de la universidad)

Recursos multimedia (Videos, fotos animaciones etc.)

Software educativos

7. ¿Qué parámetros considera relevantes al tener una herramienta de estudio computarizada? (enumera de 1 al 4 siendo el 4 más importante)

	1	2	3	4
Material teórico				
Metodología de solución de problemas				
Ejercicios propuestos				
Material multimedia				

8. ¿Qué aspectos en la metodología de la enseñanza de la materia cree que necesitan ser mejorados?

Contenidos

Indica el grado de dificultad que presentó en los temas de cada una de las secciones que se muestran a continuación:

(Marca del 1 a 3, siendo 3 máximo grado de dificultad, 2 moderado y 1 sin dificultad; si considera que NO se explicó el tema marque con un 0)

9. Definición de un proyecto de inversión y análisis de mercados.

- Comportamiento de la Oferta y la Demanda _____
- La Demanda vs la Oferta (interrelaciones y elasticidad) _____
- Proyecciones de la demanda y de la oferta _____
- El mercado y la capacidad por instalar _____

10. Servicios Industriales en plantas químicas/bioquímicas.

- Combustibles (gas natural, diésel, carbón, etc.) _____
- Generación de energía eléctrica _____
- Generación de vapor agua _____
- Cogeneración _____
- Tratamiento de aguas (enfriamiento, calderas, aguas residuales) _____

11. Diseño de plantas y reglas de heurística

- Diagramas de flujo (BFD, PFD, P&ID) _____
- Reglas a tener en cuenta para el diseño de procesos químicos _____
- Heurísticas para Bombas, Reactores, Torres, Intercambiadores etc. _____

12. Optimización de plantas e integración Energética

- Fundamentos de optimización _____
- Definición de una función objetivo _____
- Uso de Restricciones. Aplicación del Método SIMPLEX _____
- Solver (Métodos numéricos) _____
- Aplicación de la optimización en la construcción de redes de intercambio de calor (RIC) _____

- Determinación de RCI por el método de punto de pliegue (Pinch Point). _____
- Minimización de servicios industriales. _____
- 13. Análisis Financiero y de incertidumbre, de plantas químicas/bioquímicas**
- Estimación de costos de Capital (FCI) _____
- Estimación de costos de operación (COM) _____
- Análisis financiero y flujos de caja _____
- Determinación de Impuestos _____
- Evaluación de proyectos de inversión usando variables financieras _____
- Análisis de incertidumbre mediante los tres escenarios _____
- Análisis de incertidumbre combinatorial _____
- Análisis de incertidumbre Monte Carlo _____
- 14. Seguridad de procesos y ética profesional del ingeniero químico**
- La ética y el rol del ingeniero químico en la industria química _____
- Definiciones Básicas de seguridad de procesos. _____
- Análisis de accidentalidad en plantas químicas/bioquímicas. _____
- Secuencia de un accidente industrial. _____
- El riesgo y su papel en la seguridad de procesos. _____
- Casos de estudio de la seguridad de procesos. _____

Resultados de la Encuesta

Figura A 1

Material complementario para la asignatura

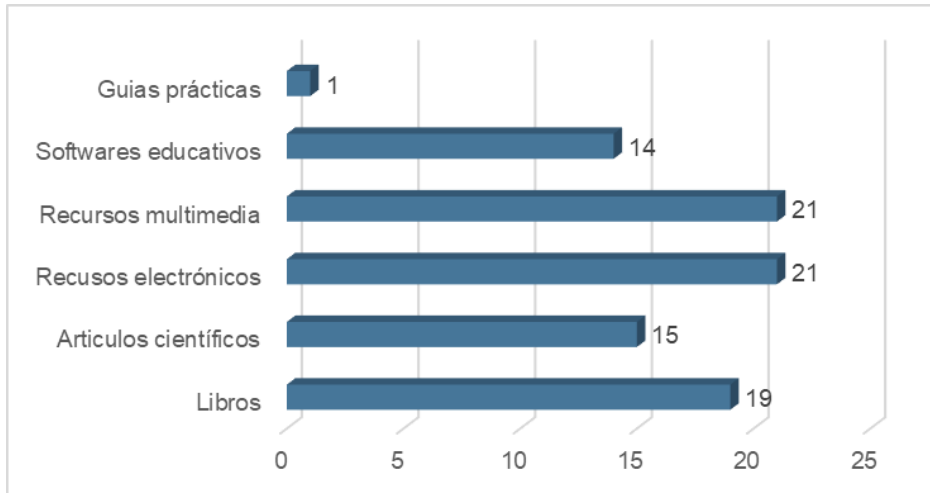


Figura A 2

Acceso de los usuarios a dispositivos.

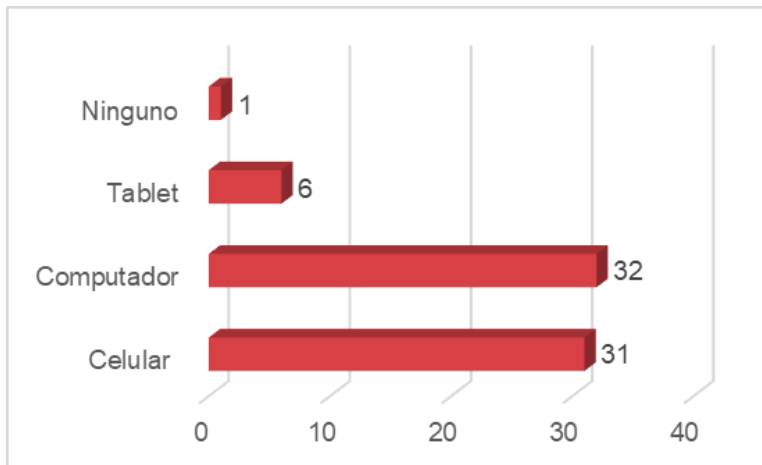


Figura A 3

Estudio hacia los usuarios potenciales.

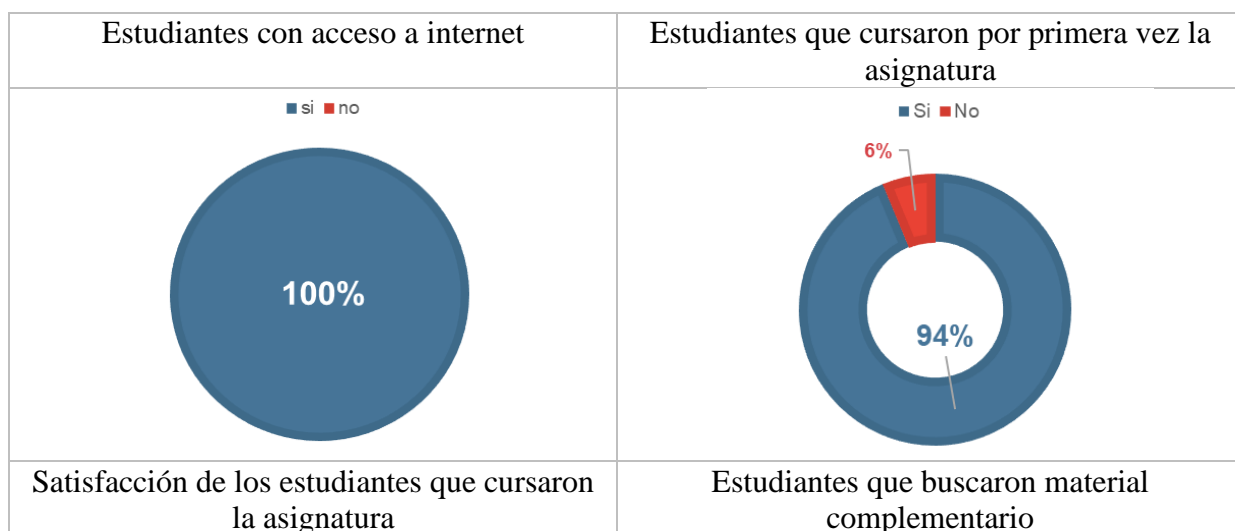
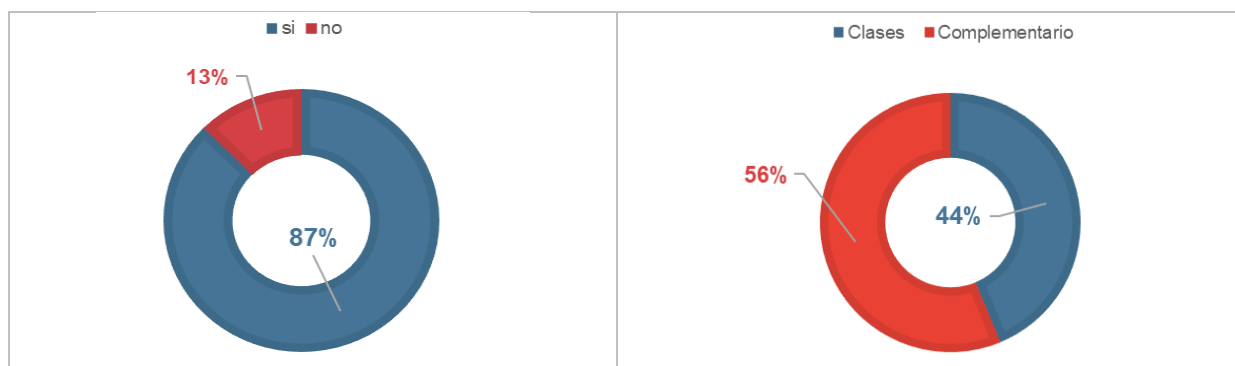


Figura A 4

Parámetros para los contenidos del MEC



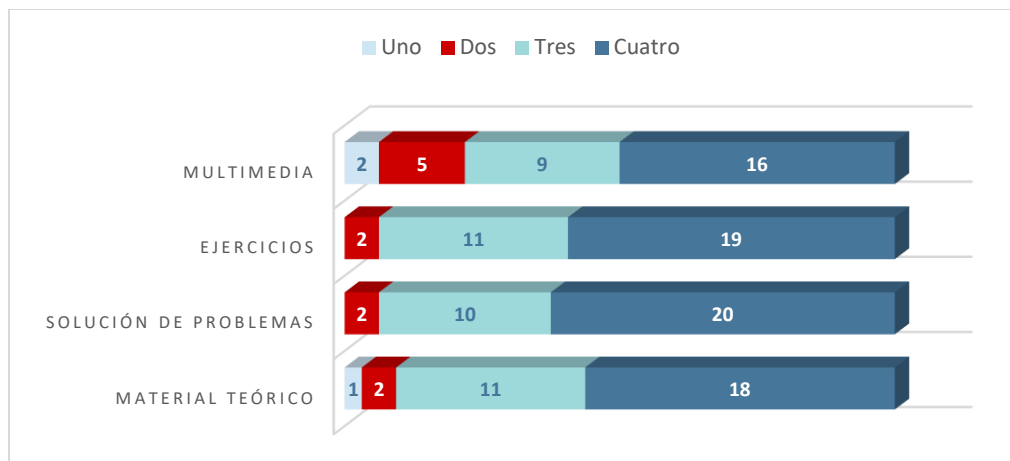


Figura A 5

Dificultades en el módulo: definición de un proyecto de inversión y análisis de mercados

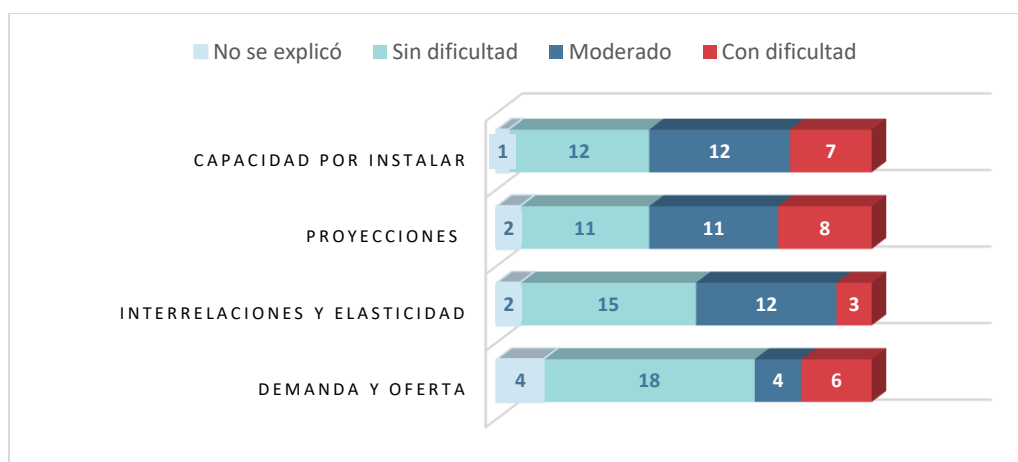
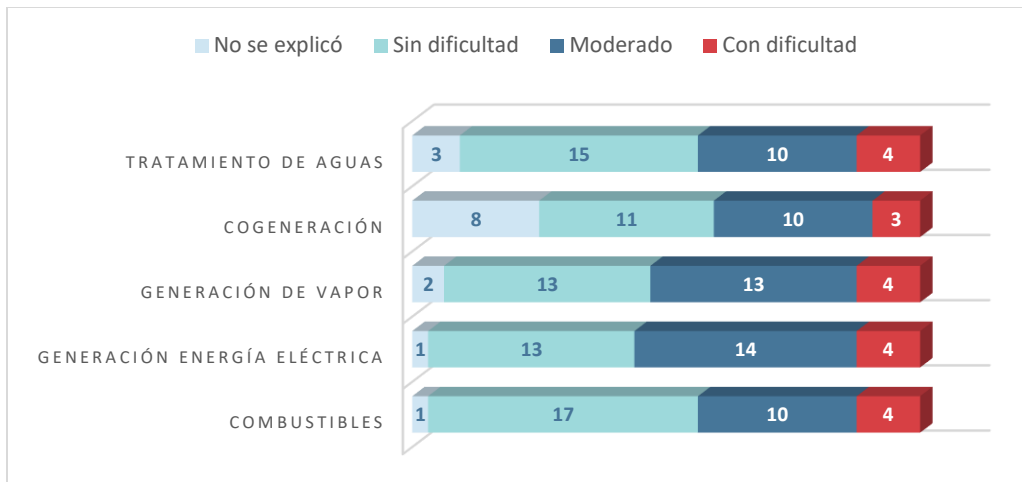
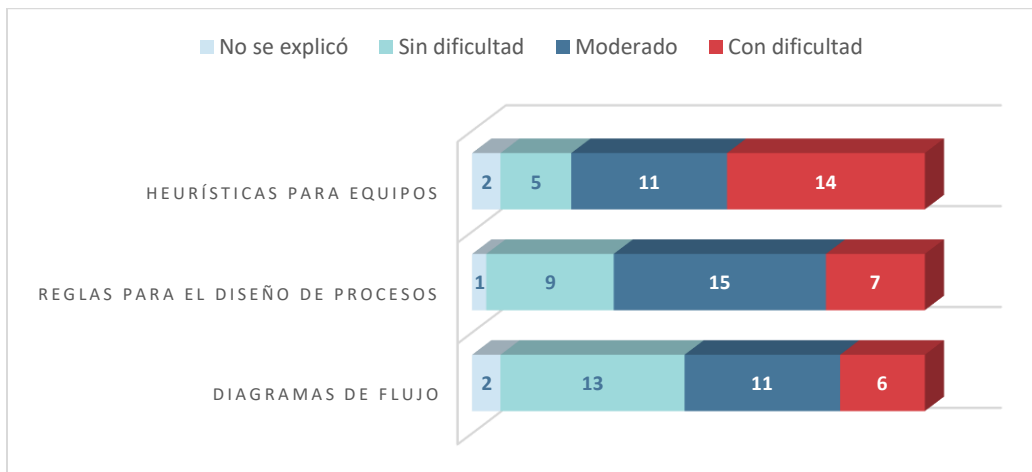


Figura A 6

Dificultades en el módulo: servicios Industriales en plantas químicas/bioquímicas

**Figura A 7**

Dificultades en el módulo: diseño de plantas y reglas de heurística

**Figura A 8**

Dificultades en el módulo: optimización de plantas e integración energética

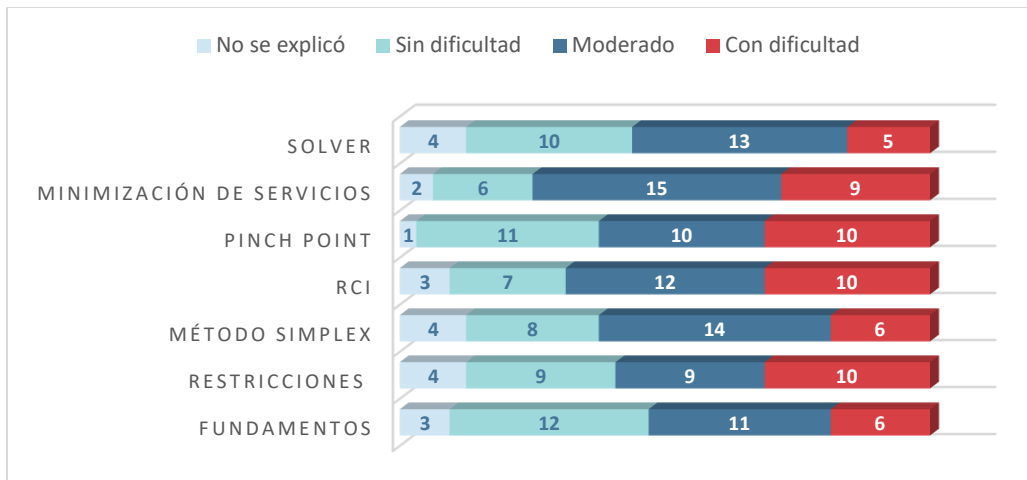


Figura A 9

Dificultades en el módulo: Análisis Financiero y de incertidumbre, de plantas químicas/bioquímicas

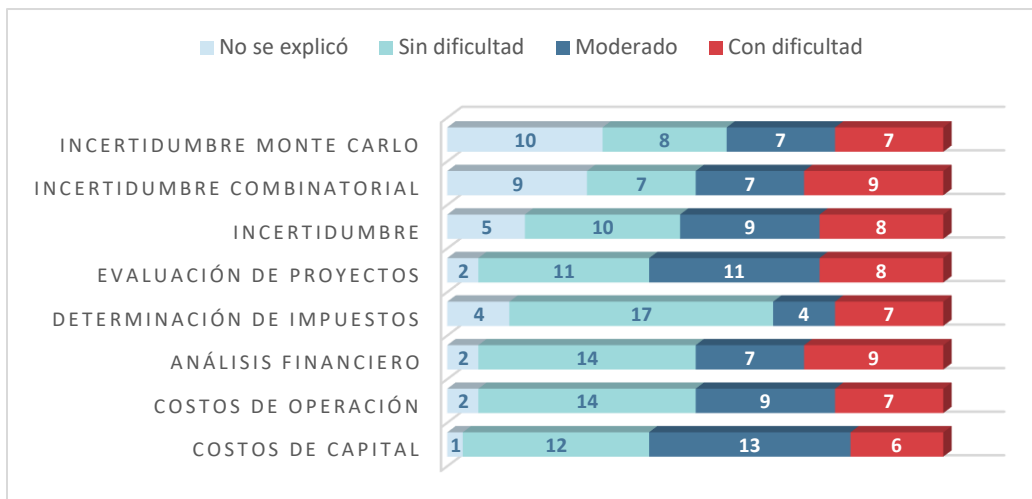
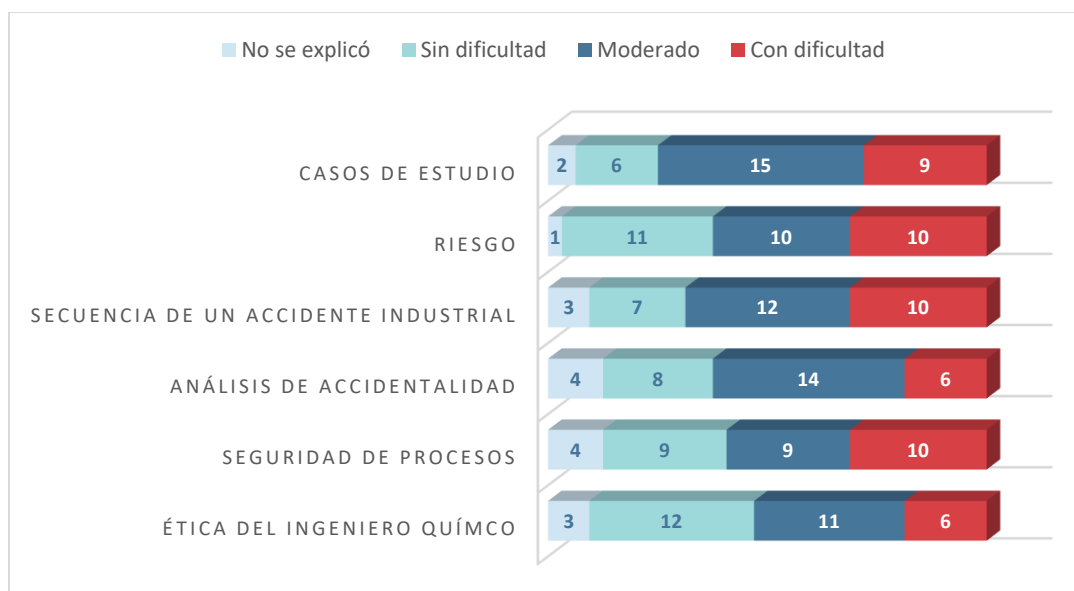


Figura A 10

Dificultades en el módulo: seguridad de procesos y ética profesional del ingeniero químico



Apéndice B. Encuesta para evaluar el efecto de la implementación del MEC en la asignatura de Análisis de Procesos.

Encuesta

ELABORACIÓN DE UN MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO PARA LA ASIGNATURA ANÁLISIS DE PROCESOS

1. ¿Está satisfecho con su desempeño con respecto a la asignatura?

Si No

2. Mientras cursaba la asignatura:

Tomó únicamente como base las clases con el profesor

Buscó material complementario para la asignatura

3. ¿Las clases han sido más interactivas con el uso del MEC (Material Educativo Computarizado)?

Si No Tal vez

4. ¿Qué tan fácil resultó usar el material?

Muy difícil Muy fácil
1 2 3 4 5

5. ¿Siente usted que la incorporación del MEC mejora las herramientas didácticas de aprendizaje para la asignatura Análisis de Procesos?

Si No

6. ¿Tienes alguna sugerencia?

7. Evaluación de los contenidos

	Si	No	A veces
¿Te gustó como se abordaron los temas?			
¿Los recursos ofrecidos han sido de ayuda?			
¿Lograste aplicar en la práctica los conceptos aprendidos?			
¿Los ejercicios propuestos fueron de utilidad en el proceso de aprendizaje?			
¿El MEC complementa los temas vistos en el curso?			
¿Es atractivo el diseño de la interfaz?			
¿La adecuación de las imágenes y gráficos al texto es buena?			
¿Las pantallas presentan exceso de texto?			
¿La letra utilizada se permite leer con facilidad?			
¿El sistema de navegación fue intuitivo?			

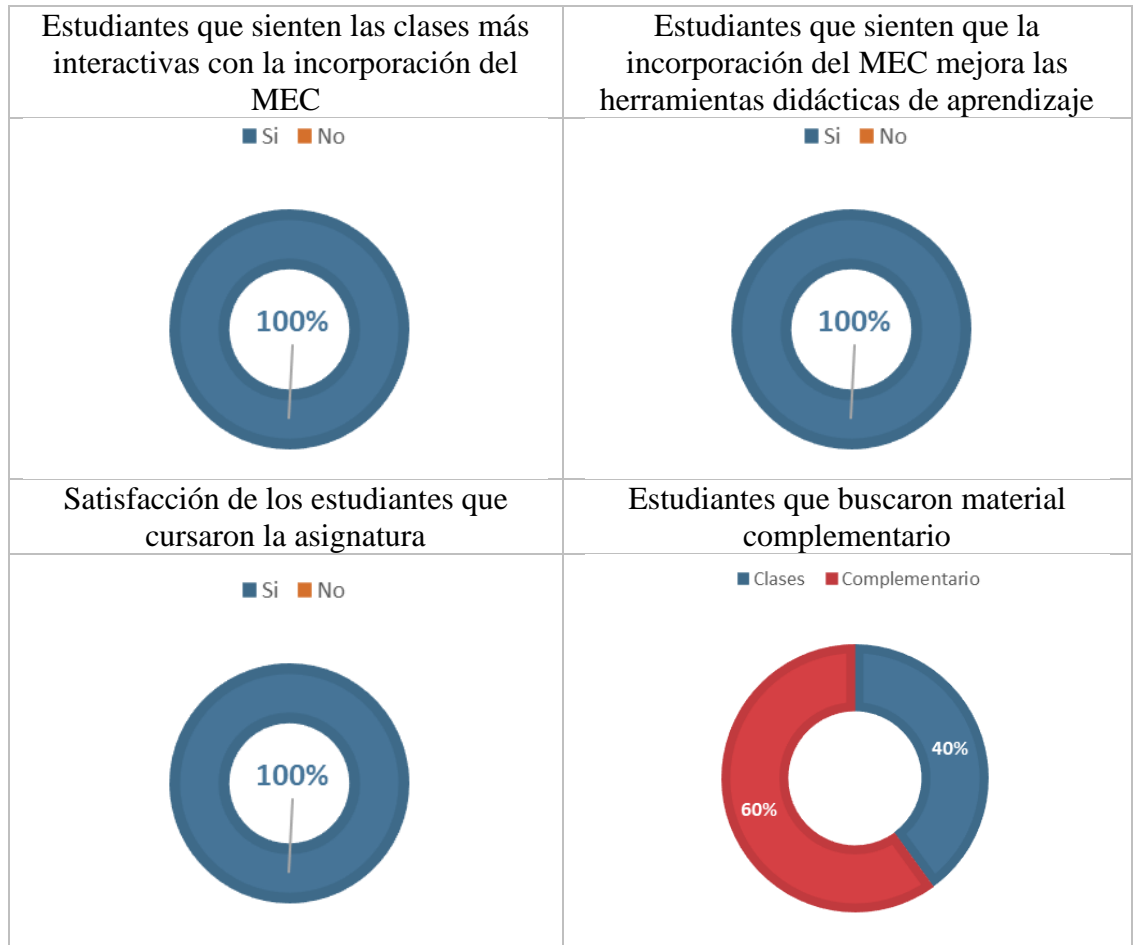
RESULTADOS DE LA ENCUESTA**Figura B 1***Resultados de la influencia del MEC en la asignatura*

Figura B 2

Facilidad de uso del MEC

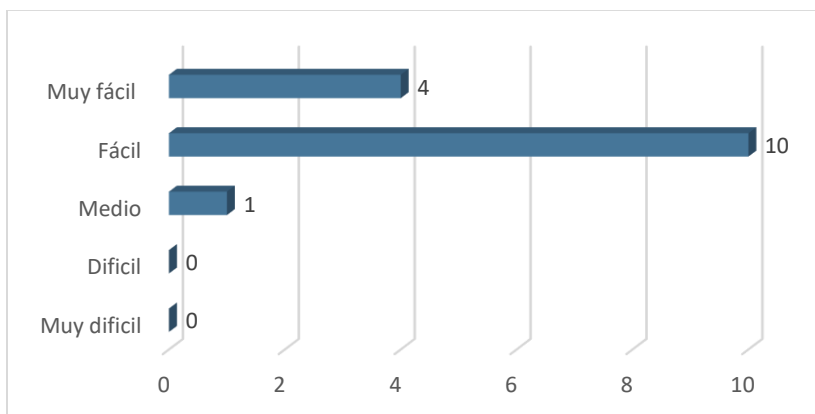
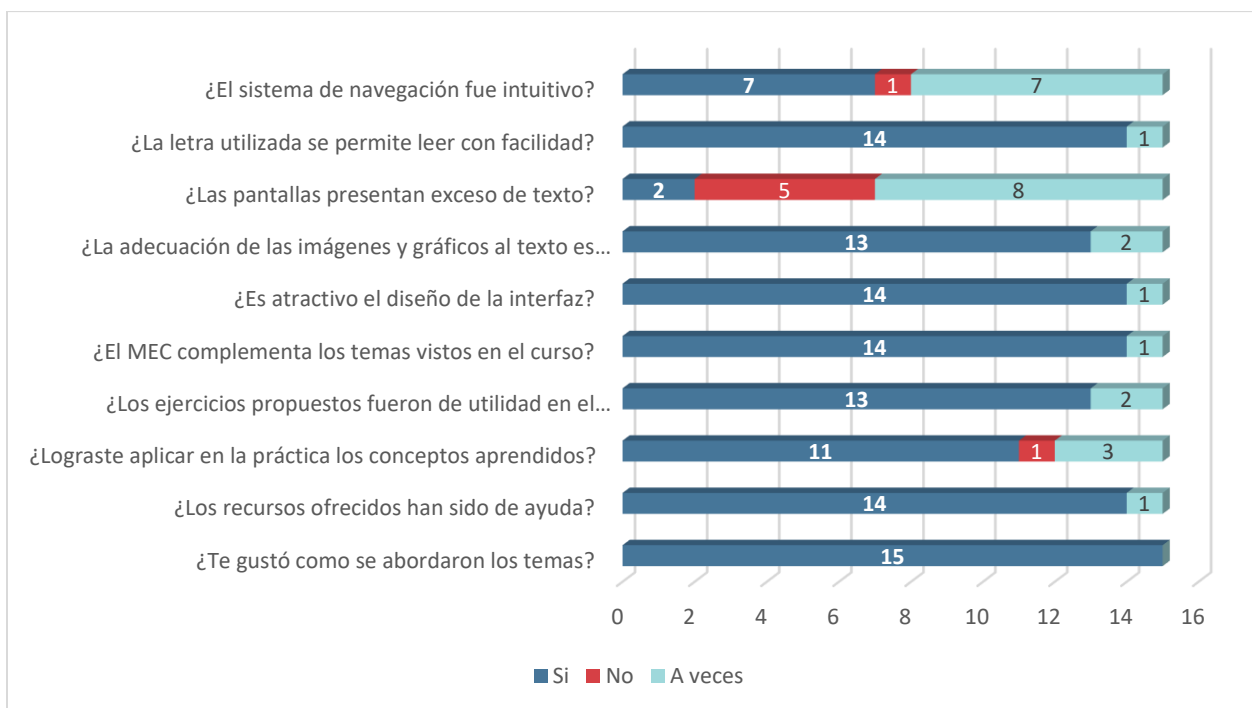


Figura B 3

Resultados de la evaluación de los contenidos de MEC



Apéndice C. Tipo de cuestionarios implementados en el MEC

Figura C 1

Cuestionario de asociación

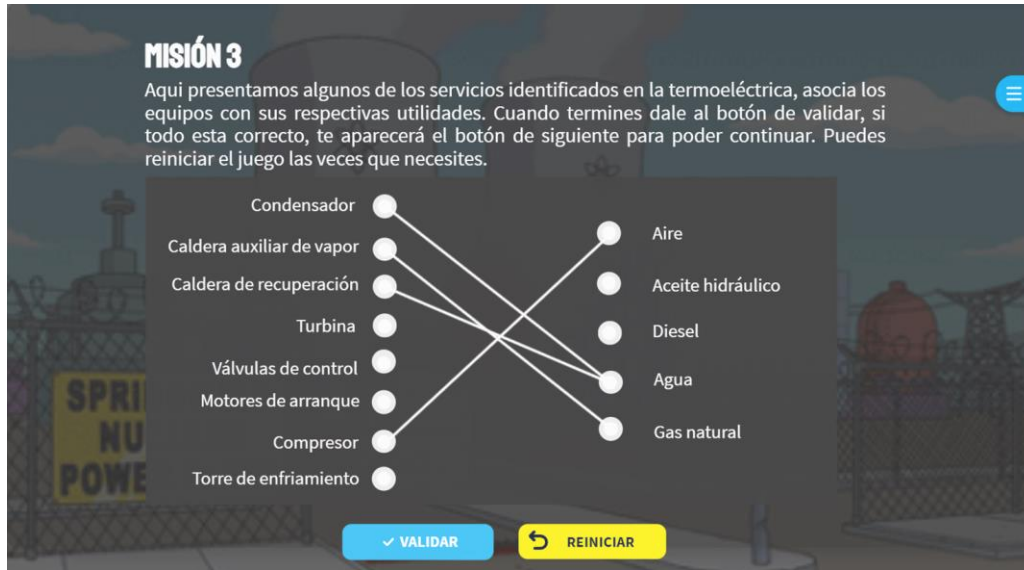


Figura C 2

Cuestionario de crucigrama

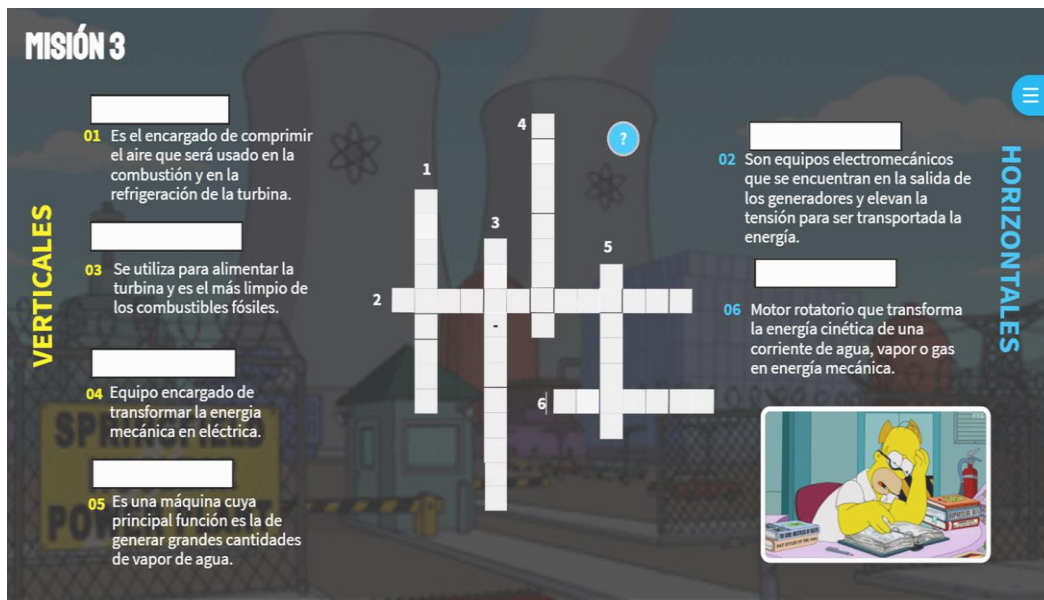


Figura C 7

Cuestionario de rellenar



Apéndice D. Implementación del MEC

- Enlace directo al contenido: <https://view.genial.ly/60f73004d1e5180d9f249b3c>
- Tutorial para insertar el MEC en el Moodle:
<https://drive.google.com/file/d/15ZAVVwuxYsXIOJVJwjC9FNwpmH2dBK95/view?usp=sharing>

Código para insertar el MEC en el Moodle:

IFRAME

```
<div style="width: 100%;"><div style="position: relative; padding-bottom: 50.00%; padding-top: 0; height: 0;"><iframe frameborder="0" width="1600" height="800" style="position: absolute; top: 0; left: 0; width: 100%; height: 100%;" src="https://view.genial.ly/60f73004d1e5180d9f249b3c" type="text/html" allowscriptaccess="always" allowfullscreen="true" scrolling="yes" allownetworking="all"></iframe> </div> </div>
```

SCRIPT

```
<div class="container-wrapper-genially" style="position: relative; min-height: 400px; max-width: 100%;"><div id="60f73004d1e5180d9f249b3c" class="genially-embed" style="margin: 0px auto; position: relative; height: auto; width: 100%;"></div></div><script>(function (d) { var js, id = "genially-embed-js", ref = d.getElementsByTagName("script")[0]; if (d.getElementById(id)) { return; } js = d.createElement("script"); js.id = id; js.async = true; js.src = "https://view.genial.ly/static/embed/embed.js"; ref.parentNode.insertBefore(js, ref); })(document);</script>
```