

Aplicación de las TIC para reforzar el aprendizaje de Matlab en la asignatura Bases Informáticas.

Juan David Velandia Padilla

Trabajo de Grado para Optar al Título de:

Ingeniero Químico.

Director

Martha Josefina Parra Ramírez.

PhD Ingeniería Química

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas.

Escuela de Ingeniería Química.

Bucaramanga

2022

Dedicatoria

Le dedico este trabajo de grado a Dios por darme la vida y la oportunidad de estudiar.

A mis padres por haberme apoyado en todos estos años, por el amor que me dieron desde siempre y por nunca dejar de creer en mí.

A mi abuela, tía y primo por haberme acogido en su casa en todo este proceso, además de brindarme muchas enseñanzas.

A Smith Flórez, Camila Jaime, Luisa Valencia y Juan Carlos Gómez por ayudarme en más de un sentido durante estos últimos años.

Agradecimientos

A mi directora Martha Parra por su guía y apoyo durante todo el desarrollo de este proyecto.

A los profesores de la escuela de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander que contribuyeron enormemente a mi formación y me inspiraron para darle forma a este trabajo.

A Leidy Arias y al programa SEA-Midas de la universidad por la oportunidad de participar como tutor del programa y adquirir experiencia que me permitió desarrollar esta idea.

A Ivon Carrillo por sus consejos durante el inicio de este proceso.

A Alejandra Ortega por sus consejos en el inicio de este proyecto.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción.....	12
1. Objetivos.....	14
1.1. Objetivo General	14
1.2. Objetivos Específicos	14
2. Marco conceptual	15
2.1. Tecnologías de la información y las comunicaciones.	15
2.2. Matlab.	15
3. Estado del arte	16
4. Descripción metodológica	19
4.1. Primera fase: preparación técnica.	20
4.1.1. Revisión de tecnologías disponibles.....	20
4.1.1.1. Moodle.	20
4.1.1.2. Genially.....	20
4.1.1.3. Educaplay.....	21
4.1.2. Selección de un enfoque de gamificación.....	23
4.1.2.1. Definición de gamificación.	23
4.1.2.1. Enfoque de la herramienta.	23
4.2. Segunda fase: preparación académica.	24
4.2.1. Revisión del contenido de la asignatura.	24
4.2.2. Revisión del plan de estudios del programa.	25
4.2.3. Delimitación de recursos académicos.....	28

4.3. Tercera fase: preparación metodológica.	28
4.3.1. Metodologías explicativas.	28
4.3.2. Metodologías evaluativas.	29
4.3.2.1. Informes de calidad.	29
4.3.2.2. Trabajo final del sector.	30
4.4. Cuarta fase: montaje de la herramienta.	30
4.4.1. Elaboración de recursos y metodologías.	30
4.4.1.1. Videos explicativos.....	30
4.4.1.2. Pedidos.	31
4.4.1.3. Informes de calidad.	31
4.4.1.4. Pruebas de rendimiento.....	31
4.4.2. Elaboración de la herramienta.....	31
4.4.2.1. Mecánica de juego.	32
4.4.2.2. Escenarios.	32
4.4.2.3. Computador de trabajo.....	33
4.4.2.4. Ayudante.	33
4.4.2.5. Zonas ocultas.....	33
4.4.3. Pruebas de calidad.	34
4.5. Quinta fase: ejecución.	34
4.5.1. Selección de usuarios y periodo de uso de la herramienta.	34
4.5.2. Introducción a la herramienta.....	35
4.5.3. Seguimiento de los estudiantes.	35
5. Resultados.....	36

6. Conclusiones	42
Referencias Bibliográficas.....	43

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Evaluación de las herramientas virtuales.....	22
Tabla 2. Temas impartidos en el módulo de Matlab.....	24
Tabla 3. Asignaturas seleccionadas del plan de estudios.....	26
Tabla 4. Problemas seleccionados.	27

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Metodología del proyecto.....	19
Figura 2. Sectores de la empresa.....	36
Figura 3. Ejemplo de pedido e informe.....	37
Figura 4. Resultados de las pruebas de rendimiento.....	38
Figura 5. La estrategia de gamificación fue útil.....	39
Figura 6. La herramienta le permitió identificar aplicaciones de Matlab.	40
Figura 7. Aumento de motivación.....	40
Figura 8. La herramienta permite reforzar conocimientos sobre Matlab.....	41

Lista de Apéndices.

(Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca

UIS)

Apéndice A. Guía para el uso de la herramienta virtual.

Apéndice B. Resultados encuesta sobre la herramienta virtual.

Resumen

Título: Aplicación de las TIC para reforzar en el aprendizaje de Matlab en la asignatura Bases Informáticas. *

Autor: Juan David Velandia Padilla**

Palabras Clave: TIC, Matlab, Bases Informáticas, aprendizaje.

Descripción:

En el presente trabajo se describe el proceso de planeación, creación e implementación de una herramienta virtual que será usada por estudiantes de los tres primeros semestres de la carrera de ingeniería química de la Universidad Industrial de Santander. El objetivo principal de esta herramienta es reforzar los conocimientos sobre lenguaje de programación en Matlab en los estudiantes al tiempo que se enfatiza en la importancia de desarrollar habilidades de programación como un rasgo fundamental en el perfil del ingeniero químico.

Se realizó una consulta sobre diferentes plataformas virtuales, una consulta bibliográfica por el contenido de diferentes asignaturas entre el tercer y el séptimo semestre del plan de estudios de la carrera, además de una revisión de metodologías para explicar y evaluar contenidos. La unión entre estos tres componentes aspiró a crear un escenario virtual donde los estudiantes pudieran ver aplicados los temas que aprenden en clase en situaciones propias de la carrera y de asignaturas de niveles superior.

Al finalizar las etapas metodológicas, se obtuvo un espacio virtual interactivo donde cada estudiante simula ser un practicante en una empresa y usa sus conocimientos en programación para ascender y recorrer el espacio. Finalmente, se aplicó la herramienta en dos grupos de la asignatura de bases informáticas, los cuales suman un total de 51 estudiantes.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Martha Josefina Parra Ramírez. (PhD Ingeniería Química)

Abstract

Title: Application of the TIC to strengthen Matlab learning at the subject of informatic basics.*

Author: Juan David Velandia Padilla**

Key Words: TIC, Matlab, informatic basics, learning.

Description:

This paper describes the process of planning, creation and implementing a virtual tool that will be used by students in the first three semesters of the chemical engineering career at the Universidad Industrial de Santander. The main objective of this tool is to reinforce knowledge of the students of programming language in Matlab while emphasizing the importance of developing programming skills as a fundamental trait in the chemical engineer's profile.

It was made a search on different virtual platforms, a review for the content of different subjects between the third and seventh semesters of the career curriculum, as well as a review of explanatory and evaluative methodologies. The union between these three components aspired to create a virtual scenario where students could see applied the topics they learn in class in situations typical of the career and higher level subjects.

At the end of the methodological stages, an interactive virtual space was obtained where each student pretends to be an intern in a company and uses their programming knowledge to ascend and travel through the space. Finally, the tool was applied in two groups of the informatics basics subject, which add up to a total of 51 students.

* Degree Work

** Faculty of Physical Chemical Engineering. Chemical Engineering Department. Director: Martha Josefina Parra Ramírez. (PhD in Chemical Engineering)

Introducción

Una de las capacidades que debe tener todo ingeniero químico es modelar por medio de ecuaciones matemáticas los problemas que se pueden presentar en su área de trabajo. Estos modelos, construidos mediante principios físicos, químicos o biológicos, la mayoría de las veces resultan en ecuaciones no lineales con una alta complejidad matemática que hace necesaria la ayuda de un software para su solución (Elnashaie & Uhlig, 2007). La principal herramienta que se enseña a los estudiantes para solucionar modelos complejos es Microsoft Excel debido, principalmente, a la familiaridad del estudiante con el programa (Coronell, 2005). Sin embargo, ante problemas más complejos en campos como termodinámica o fenómenos de transporte, el programa se ve limitado. Debido a esto, últimamente se está incrementando la necesidad de enseñar lenguajes de programación como Matlab o Python (Teles dos Santos et al., 2018).

El programa académico de ingeniería química de la Universidad Industrial de Santander brinda las asignaturas Bases Informáticas e Ingeniería Computacional en tercer y séptimo semestre respectivamente. Durante el periodo académico entre estas dos asignaturas, el estudiante recibe cursos de termodinámica, fenómenos de transporte y métodos numéricos donde debe poder usar un lenguaje de programación como Matlab para las aplicaciones. Como consecuencia, el proceso de aprendizaje de los temas puede reforzarse usando programas como Matlab y en algunos casos es obligatorio este conocimiento para resolver problemas de aplicación de forma rápida y eficaz.

El desarrollo de esta herramienta virtual permite ver a los estudiantes las amplias aplicaciones que tiene el lenguaje de programación Matlab en la resolución de problemas prácticos de la

carrera de ingeniería química. Así se incentiva el desarrollo de estas habilidades y se acerca a los estudiantes de primeros semestres a las asignaturas propias de la carrera que aún no han cursado.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Desarrollar una herramienta virtual que permita a los estudiantes del curso de Bases Informáticas reforzar los conocimientos sobre lenguaje de programación en Matlab.

1.2. Objetivos Específicos

Seleccionar las herramientas TIC más adecuadas y un enfoque de gamificación para el diseño de la herramienta.

Definir las áreas de conocimiento y ejercicios típicos que se van a presentar en la herramienta, así como los medios y la metodología a usar para impartirlos.

Establecer estrategias evaluativas que permitan el seguimiento del desempeño de los estudiantes.

Construir el material informativo y evaluativo a desarrollar dentro de la herramienta virtual.

Definir y ejecutar la coordinación entre la herramienta virtual y el desarrollo académico de grupos de estudiantes de Ingeniería Química.

2. Marco conceptual

A continuación, se presentan términos clave en la realización de este proyecto.

2.1. Tecnologías de la información y las comunicaciones.

El gobierno de Colombia, en el artículo 6 de la ley 1341 de 2009, define a las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) como “el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios; que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, video e imágenes”.

Sin embargo, a lo largo del tiempo diversos autores han descrito las TIC de diferentes maneras, lo que hace que tener una definición específica no sea fácil. Desde diferenciar entre tecnología educativa y nuevas tecnologías (García-Valcárcel, 1998), hasta establecer características fundamentales que deben tener estas herramientas (Cabero Almenara, 2006), la definición y las características de las TIC abarcan muchos aspectos.

En este trabajo se usó la definición del gobierno sobre las TIC, entendiéndolas principalmente como todos los medios informáticos para transmitir información. De esta manera, en adelante cuando se hable de tecnologías, se hace referencia a cualquier aplicación, programa o software que permita una fácil transmisión de contenido.

2.2. Matlab.

Es un programa de programación que permite el análisis de datos y la simulación de procesos. Cuenta con una amplia caja de herramientas, aplicaciones interactivas para ver el funcionamiento de algoritmos y la posibilidad de reutilizar un código escrito en otro lenguaje de programación (*MathWorks®*, n.d.).

En el ámbito de la ingeniería química, el uso de Matlab ha sido documentado por numerosos autores para diversas aplicaciones. Entre todas estas aplicaciones, podemos resaltar la que da (Yeo, 2017) donde describe al programa como un ambiente interactivo y amigable con el usuario que integra varios aspectos como computación y programación; por otro lado, se puede ver en (Beers, 2007) a Matlab como una herramienta para realizar aplicaciones de problemas de ingeniería química con el uso de métodos numéricos complejos.

El presente proyecto realiza una unión en la definición de Matlab, describiendo al programa como el ambiente que define (Yeo, 2017) y en el cual se pueden realizar muchas aplicaciones relacionadas a problemas prácticos de ingeniería química como hace referencia (Beers, 2007). El enfoque con el cual se aborda al programa es principalmente el de una herramienta clave para la resolución de problemas característicos de la carrera.

3. Estado del arte

En 2011 se desarrolló un software con cuatro módulos de materias que los estudiantes de ingeniería química de la Universidad de Waterloo recibían en primer año de estudios de ingeniería química. Por medio de problemas típicos de la carrera y la aplicación de Matlab en la resolución de estos, se logró mejorar las habilidades de resolución de problemas en los estudiantes y sobre todo resaltar la importancia del lenguaje de programación para diversas asignaturas de la carrera (Cress et al., 2012).

En otro artículo se reportó el impacto de implementar la estrategia de enseñanza de salón invertido en la asignatura control de procesos químicos de la Universidad de Villanova en 2015 para así, por medio de la interfaz amigable de Matlab con los estudiantes, se pudieran mejorar

habilidades de programación y afianzar mejor el contenido de la materia. Por medio de videos explicativos con los programas de Matlab que se brindaban a los estudiantes una semana antes de la clase respectiva, los alumnos previamente conocían los comandos necesarios y después de un tiempo de adaptación a la estrategia lograron mejorar habilidades de programación (Li & Huang, 2017).

Se reportó en 2016 un artículo sobre un proyecto para implementar el uso de Matlab en 8 materias del programa académico de ingeniería química entre el primer año y el cuarto año en la Universidad Politécnica de Valencia. La estrategia consistía en entregar a los estudiantes de cada materia un manual con las funciones y comandos más relevantes de Matlab y luego debían utilizar esa información para resolver los problemas planteados. Este proyecto mostró tener como resultados principales el aumento de la capacidad de asimilación del contenido de la asignatura y un mejor dominio de lenguaje de programación (López-Pérez et al., 2016).

Un proyecto destinado al aprendizaje autónomo de los estudiantes sobre Matlab fue propuesto en la Swinburne University of Technology Sarawak Campus entre 2017 y 2019. Mediante el análisis de un ejemplo resuelto, la identificación de la relación entre variables dependientes e independientes y el reconocimiento de problemas en la literatura similares al analizado, se logró que los estudiantes mejoraran sus capacidades de modelamiento matemático además de desarrollar en estos un método de autodirección para el aprendizaje del tema (Sunarso et al., 2020).

Otros autores han reportado el desarrollo de herramientas virtuales con el uso del lenguaje de programación en Matlab en temas específicos de ingeniería química. Un ejemplo es presentado en la universidad de Coimbra durante los años 2004 y 2006 en donde se desarrolló y aplicó una herramienta web en el curso de operaciones unitarias para el aprendizaje y simulación

del tema de destilación multicomponente en estado estacionario (Rafael et al., 2007). Por otro lado, en la universidad rey Juan Carlos, se implementó la aplicación KBR (Kinetics in Batch Reactors) para brindar a los estudiantes una interfaz amigable con Matlab que les permita simular, analizar y estimar parámetros de diferentes tipos de reacciones químicas en reactores tipo Batch y tener datos para exportar a una hoja de cálculo de Microsoft Excel para entregar proyectos de forma organizada (Molina et al., 2019).

A nivel institucional, y en términos más específicos en la escuela de ingeniería química, se han realizado proyectos para implementar herramientas virtuales en el aprendizaje de temas específicos de alguna asignatura. En un caso se observa la aplicación de una herramienta gamificada en la asignatura Operaciones Unitarias II (Carrillo Patiño, 2021), mientras que en otro se introdujo una estrategia de gamificación en un curso de Bases Informáticas (González González & Pico Pérez, 2021). Ambos proyectos mostraron resultados en mejorar la motivación y la facilidad de aprendizaje por parte de los estudiantes de los temas involucrados en las herramientas.

El avance tecnológico actual y la necesidad de contar con profesionales capacitados en nuevas tecnologías han generado cambios en la metodología de enseñanza de ingeniería química. Desde plataformas web para analizar procesos de separación (Granjo et al., 2012), hasta la implementación de software especializados como Aspen Plus en cursos de pregrado (Ruiz-Ramos et al., 2017), se ha buscado reforzar el conocimiento teórico y práctico de diferentes asignaturas al tiempo que se desarrolla en los estudiantes habilidades de programación. Este proyecto busca contribuir a reforzar las habilidades de programación en Matlab de los estudiantes que cursan la asignatura Bases Informáticas para brindarles un dominio sólido de la

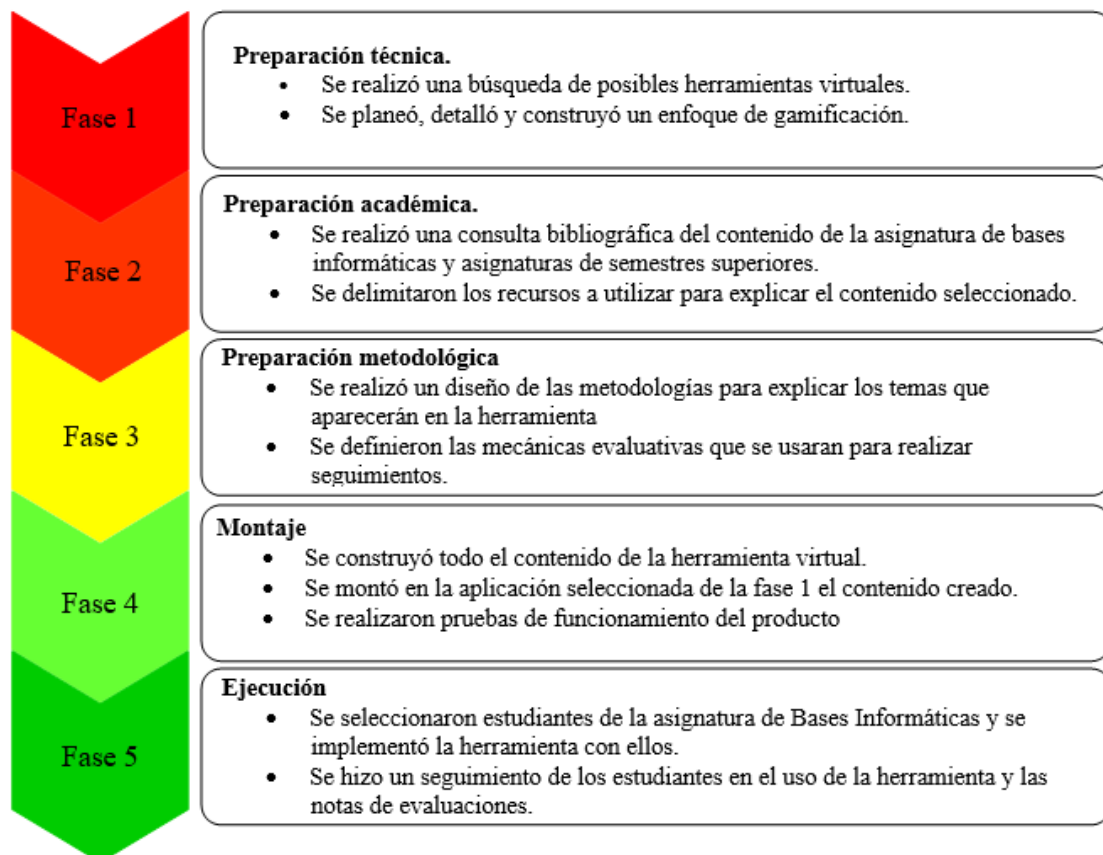
herramienta que puedan aplicar en materias de niveles superiores y reconocer la importancia de la programación en la carrera.

4. Descripción metodológica

Este proyecto se llevó a cabo en 5 etapas metodológicas, las cuales abarcan desde la selección de plataforma, problemas y metodologías que se usaran hasta el montaje y puesta en marcha de la herramienta en algunos grupos de la asignatura de Bases Informáticas. En la figura 1 se muestra un esquema con las actividades de cada etapa.

Figura 1.

Metodología del proyecto.



4.1. Primera fase: preparación técnica.

4.1.1. Revisión de tecnologías disponibles.

Se realizó una búsqueda de las diferentes plataformas para crear contenido educativo virtual. Se analizaron las características más relevantes de cada una, detallando ventajas y desventajas de las aplicaciones, y se realizó un análisis comparativo entre todas. A continuación, se describen de manera general las 3 aplicaciones más usadas para esta finalidad:

4.1.1.1. Moodle. Es una plataforma para crear ambientes de aprendizaje personalizados (Moodle, 2022). Cuenta con una amplia gama de recursos y actividades, los cuales se pueden modificar fácilmente según la finalidad con la que se construye. Permite llevar control sobre el desarrollo de actividades y calificaciones de las personas participantes en el curso.

Una de las ventajas que presenta es su uso libre, lo que permite a cualquier persona realizar proyectos con todas las herramientas que ofrece sin costo. También, la principal característica que resalta de esta aplicación es que la universidad la implementa en la creación de aulas virtuales de aprendizaje si alguna asignatura lo requiere, por lo que los estudiantes ya están familiarizados con sus mecánicas y estilo.

El gran problema que se observa con esta aplicación es, paradójicamente, la cercanía que tienen los estudiantes con sus mecánicas. Este factor dificulta el momento de crear mecánicas interactivas o diferentes debido a la predisposición que pueden tener los estudiantes hacia el curso, sumando el hecho de que de manera simultánea están vinculados en otros cursos virtuales en la misma plataforma.

4.1.1.2. Genially. Reconocida en 2020 como mejor iniciativa de tecnología educativa en los Global EdTech Startups Awards y en 2021 fue la mejor herramienta de presentaciones en los EdTech Digest (*Genially*, n.d.), esta herramienta permite crear contenidos interactivos que van

desde plantillas para crear presentaciones e infografías diferentes a las ofrecidas por PowerPoint hasta la posibilidad de crear escenarios virtuales de aprendizaje basados en la gamificación.

La gran oferta de plantillas para realizar presentaciones, videos, juegos y ambientes interactivos es lo que destaca a esta aplicación al momento de crear contenido educativo. Además, cuenta con la posibilidad de importar contenido de otras plataformas digitales y también de incorporarse en otras páginas como Moodle mediante enlaces o códigos iframe.

La desventaja de Genially es su limitación en las actividades que se pueden realizar con una cuenta gratuita. Aunque usando la aplicación sin adquirir un plan se pueden crear ilimitadas actividades (ya sea desde cero o con una plantilla base) y compartirlas de forma ilimitada, hay acciones, plantillas y recursos que están restringidos a un determinado plan de pago. No obstante, estas limitaciones pueden verse sorteadas con ayuda de programas complementarios que también son gratuitos.

4.1.1.3. Educaplay. Esta plataforma permite diseñar presentaciones y evaluaciones de forma semejante a una clase habitual, pero tiene una variedad de juegos diseñados para realizar actividades interactivas con los estudiantes. Cuenta con ejemplos rediseñables y organizados según el tema o nivel educativo de los estudiantes a los cuales va dirigida la actividad.

Los juegos que ofrece constan de mecánicas sencillas, de manera que los estudiantes rápidamente se adaptan a la aplicación y realizan las actividades sin inconvenientes. También hay que destacar que la página brinda más de cuatro millones de ejemplos, presenta todas las actividades que se pueden diseñar, permite también compartir el contenido creado por un tercero y subirlo a la web por medio de un enlace o un código iframe.

Del mismo modo que pasa con Genially, esta plataforma se ve limitada si se trabaja con una cuenta gratuita, pero las limitaciones en este caso ocasionan problemas más complicados de

resolver (el problema más notorio es la aparición de publicidad al iniciar una actividad). Sumado a este inconveniente, la oferta de actividades de esta herramienta es más limitada que las anteriores y su diseño visual también es más rígido de editar.

En la tabla 1 se muestra una evaluación realizada por el autor sobre las tres herramientas en los aspectos más relevantes que se consideraron para este proyecto. Las notas van desde 0 como nada viable hasta 100 como completamente viable. La puntuación de las características de cada herramienta fue definida a criterio del autor luego de realizar varias pruebas en cada una.

Tabla 1.

Evaluación de las herramientas virtuales.

	Moodle	Genially	Educaplay
Uso gratuito	100	90	20
Variedad de contenido	70	100	50
Facilidad de edición	80	100	90
Adaptabilidad*	100	80	100
Seguimiento	100	20	60

Nota: *Este criterio se entiende como una estimación de cuánto tardaría el estudiante en adaptarse a la mecánica de la herramienta.

Después de analizar los resultados de la evaluación, se decidió utilizar Genially para desarrollar el contenido interactivo y el material de la herramienta virtual, pero también se optó por realizar en Moodle evaluaciones para tener la posibilidad de realizar seguimientos a los estudiantes de los temas aprendidos durante el uso de la herramienta.

4.1.2. Selección de un enfoque de gamificación.

4.1.2.1. Definición de gamificación. La gamificación hace referencia al uso de estrategias y mecánicas propias de los juegos en contextos diferentes a estos con el fin de transmitir un mensaje (Deterding et al., 2011). En el ámbito educativo, la gamificación puede verse como una herramienta para impartir temas académicos a los estudiantes de una manera diferente a la tradicional, la cual generalmente consiste en una explicación por parte del docente con el uso de un tablero o unas diapositivas.

4.1.2.1. Enfoque de la herramienta. Se puede implementar un enfoque lúdico en la enseñanza de una asignatura de varias maneras. Las formas pueden ir desde utilizar plataformas didácticas en secciones específicas del temario hasta crear un escenario virtual donde el estudiante va aprendiendo de forma autónoma. La selección adecuada del enfoque de gamificación a utilizar depende de varios factores como el tiempo disponible para impartir el tema, las plataformas virtuales y sus capacidades, el público al que se dirige el contenido, entre otros.

En este trabajo se optó por crear un ambiente virtual donde el estudiante asume el rol de practicante en una empresa. De forma autónoma, el estudiante se enfrenta a pedidos y debe reportar informes que se someten a pruebas de calidad y se entrega una retroalimentación. Estos pedidos, planteados como situaciones prácticas de las actividades de ingeniería química, se resuelven con los conocimientos impartidos en las clases de programación en Matlab. De esta manera se refuerza en el estudiante los conocimientos aprendidos en la clase y su capacidad de resolución de problemas.

4.2. Segunda fase: preparación académica.

4.2.1. Revisión del contenido de la asignatura.

El primer paso para determinar qué tipo de problemas se utilizarían en la herramienta fue analizar los temas que los estudiantes matriculados en la asignatura de Bases Informáticas aprenden durante el módulo de Matlab, con el objetivo que los temas expuestos y su solución sea entendible para los alumnos. En la tabla 2 se puede observar los temas impartidos por los docentes durante este periodo.

Tabla 2.

Temas impartidos en el módulo de Matlab.

Temas sobre programación en Matlab
Programación básica en Matlab Arreglos: vectores y matrices
Funciones Gráficos en 2 y 3 dimensiones
Condicionales Bucles
Cálculos simbólicos Solución de ecuaciones lineales
Análisis de datos Análisis y solución de problemas de optimización

Con el contenido del módulo bien definido, se determinó que todos los problemas seleccionados en la siguiente actividad deben resolverse utilizando los comandos abarcados en

los temas de la tabla 2. No obstante, también se estableció que se dejarían espacios en la herramienta para que el estudiante pudiera ver otras formas de solución con comandos diferentes a los enseñados en los temas con el fin de que el alumno pudiera complementar y profundizar por elección propia en el lenguaje de programación de Matlab.

4.2.2. Revisión del plan de estudios del programa.

Para definir específicamente los temas y problemas que los estudiantes de la asignatura encontrarían en la herramienta, se realizó un primer filtro delimitando en el plan de estudios de la carrera de ingeniería química las asignaturas comprendidas entre el cuarto y sexto semestre. Este periodo comprende la finalización de la asignatura Bases Informáticas y el semestre anterior a matricular la asignatura Ingeniería Computacional.

Con la aplicación de este filtro se priorizó la selección de asignaturas próximas a cursar por parte del estudiante antes de volver a tener un contacto directo con la programación en el plan de estudios. De esta forma, se espera que los estudiantes vieran el uso de Matlab como una herramienta de aplicación a corto y mediano plazo. En la tabla 3 se observa las asignaturas del plan de estudios de ingeniería química después de aplicar el primer filtro.

Tabla 3.

Asignaturas seleccionadas del plan de estudios.

Nivel	Asignaturas
4	Análisis de variables de proceso
	Ecuaciones diferenciales
	Estequiometria
	Física III
5	Estructura y propiedades de los materiales
	Fenómenos de transporte I
	Manejo de fluidos y sólidos
	Métodos en ingeniería química I
	Termodinámica I
6	Fenómenos de transporte II
	Fisicoquímica
	Métodos en ingeniería química II
	Nanotecnología
	Termodinámica II

Nota: Adaptado de: Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Química.

Después de la selección de las asignaturas principales a presentar en la herramienta, se realizó un segundo filtro para definir los problemas específicos relacionados con cada una. Para este filtro se tuvieron en cuenta dos criterios: los problemas seleccionados debían poder programarse en Matlab y la teoría para obtener su respuesta no debía ser demasiado compleja.

Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica en los libros recomendados para cada asignatura del plan de estudios del programa incluyendo las que no fueron seleccionadas en el primer filtro, se analizó la teoría de varios temas y por último se vio la complejidad de la programación de ejemplos planteados en los libros. Finalmente, se seleccionó un ejercicio por asignatura priorizando aquellas seleccionadas en el primer filtro. En la tabla 4 se observa un resumen de los temas seleccionados.

Tabla 4.

Problemas seleccionados.

Nombre del problema	Tema expuesto	Asignaturas involucradas
Reactor Batch	Cinética de reacción en reactores Batch	Diseño de reactores y Métodos Numéricos II
Horno de combustión	Calor de reacción	Termodinámica I
Polinomio de LaGrange	Interpolación	Métodos Numéricos I
Separador Flash	Balance de materia	Estequiometría
Titulación y control de PH	Cálculo de PH en soluciones	Fisicoquímica
Diagrama psicrométrico	Cálculo de humedad	Operaciones unitarias I
Tren de destilación	Balance de materia	Estequiometría y Álgebra Lineal
Estimación de propiedades	Método de contribución de grupos	Termodinámica II y Química III
Transferencia de calor	Transporte de calor por conducción	Fenómenos de transporte I y Ecuaciones diferenciales
Sistemas de tuberías	Ecuación de Bernoulli	Manejo de fluidos y sólidos
Torre de platos	Integración numérica	Métodos numéricos I
Reactor CSTR	Cálculo de puntos máximos y mínimos	Cálculo I Y III

4.2.3. Delimitación de recursos académicos.

Para la explicación de comandos utilizados en Matlab se optó por entregar videos explicativos, donde se le expone al alumno las características de cada comando a medida que se codifica una hoja de código. La ventaja de esta mecánica es su similitud a las clases que el estudiante recibe en la asignatura, donde aprende mediante la observación, escucha del docente e ir escribiendo código.

Los temas y problemas de asignaturas de nivel superior al cursado por el estudiante se detallaron en la herramienta mediante textos, ecuaciones e imágenes importantes para su comprensión. A pesar de que toda la teoría fue obtenida de libros y artículos de las asignaturas, se realizó una redacción y organización de forma tal que el estudiante no tuviera la sensación de estar leyendo un libro y perdiera el contexto de gamificación.

4.3. Tercera fase: preparación metodológica.

4.3.1. Metodologías explicativas.

El aprendizaje basado en problemas o PBL (Problem-Based Learning) es una dinámica donde los estudiantes aprenden el contenido de la clase por medio de la resolución de problemas que requieren conocimientos específicos para su solución. Esta metodología consiste en presentarle al estudiante un problema determinado y permitirle, por medio de búsqueda de información, encontrar la solución por su cuenta o en grupos pequeños. El docente o el auxiliar actúan como guías en este proceso para orientar al estudiante cuando se presenten dificultades (Wiemker et al., 2015).

Debido a que el objetivo principal de este trabajo fue reforzar en el estudiante los temas aprendidos durante las horas de clase, se decidió usar la metodología descrita anteriormente en el desarrollo del escenario virtual. La forma en la cual se vinculó esta dinámica con el enfoque de

gamificación establecido previamente fue en la forma en la que se plantearían los pedidos al estudiante.

Los pedidos se diseñaron de forma que el alumno tuviera principalmente el contexto del problema que debía resolver y los datos relevantes para hacerlo. Para evitar que el alumno pudiera gastar mucho tiempo consultando la teoría de las asignaturas de periodos superiores al cursado, se optó por brindarle en cada pedido una explicación básica de los conceptos y ecuaciones necesarias para completar la tarea, dejando a su responsabilidad la comprensión y correcta aplicación de esta ayuda.

Para brindar una retroalimentación del proceso realizado, se grabaron videos explicando una forma principal de resolver la situación descrita en el pedido, además de al menos una alternativa. De esta manera, si el estudiante no resolvía de forma correcta el pedido, podía analizar posibles errores cometidos; por otro lado, si el estudiante encontraba la solución correcta, tendría a su disposición otras formas de codificar el mismo problema para comparar la eficiencia de cada una y aprender comandos que podrían ser desconocidos.

4.3.2. Metodologías evaluativas.

Para llevar a cabo el seguimiento del estudiante en la solución de los pedidos y el uso de la herramienta, se hicieron dos tipos de metodologías evaluativas:

4.3.2.1. Informes de calidad. Cada pedido contenía un sello de calidad compuesto por dos o tres informes donde se le pedía al estudiante responder una pregunta de selección múltiple con tres posibles respuestas. Si el alumno acertaba, recibía el sello “APROBADO” y podía continuar al siguiente informe o comparar su código con un video elaborado previamente. Por otro lado, cuando el alumno erraba, recibía el sello “DENEGADO” y se le indicaba un video explicativo sobre cómo resolver el informe para que después escogiera la opción correcta.

Cuando el estudiante aprobaba el último informe, se le mostraban otras formas de plantear el pedido con otros comandos. Estos sellos de calidad se plantearon como una forma de que el estudiante tuviera una retroalimentación inmediata dentro del escenario virtual, por lo cual no se asignaban notas cuantitativas ni se registraban los aciertos o errores que cada estudiante obtuviera en el desarrollo del pedido.

4.3.2.2. Trabajo final del sector. Una semana después de que los estudiantes empezaran a resolver los pedidos en un sector específico, se habilitaba una evaluación de selección múltiple y con una duración de 2 horas donde las preguntas estaban relacionadas directamente a los pedidos del sector en cuestión. Este trabajo final, además de asignar una nota cuantitativa al estudiante, también le permitía obtener el código de acceso del siguiente sector. Con esta evaluación se estima tener un control semanal sobre las habilidades en programación de los estudiantes y al tiempo se asegura que los alumnos desarrollen completamente todos los pedidos de cada sector.

4.4. Cuarta fase: montaje de la herramienta.

4.4.1. Elaboración de recursos y metodologías.

4.4.1.1. Videos explicativos. Se realizó un guión con el código a explicar y las ideas clave que debían exponerse. Posteriormente se grabó el programa de Matlab mientras se explicaba y codificaba cada informe de cada pedido, realizando una edición al final para arreglar efectos de audio y video. Los videos finalmente se cargaron a YouTube con una configuración en la privacidad para permitir que solo los estudiantes que tengan acceso a la herramienta puedan verlos.

4.4.1.2. Pedidos. Cada pedido consta de una introducción donde se explica el contexto del problema en una situación ficticia. Se construyeron dos secciones ubicadas después de la introducción donde se explicaba la información relevante y la teoría necesaria para la resolución del pedido. Además, se ubicó un botón que permitiera llevar al estudiante a los informes de calidad una vez hubiera analizado la información y la teoría para su evaluación.

4.4.1.3. Informes de calidad. Para evaluar la comprensión del estudiante, se realizaron informes de selección múltiple como se describió anteriormente en las metodologías evaluativas. No obstante, en lugar de plantearle al estudiante directamente la pregunta, se elaboraron enunciados donde se indicaba la necesidad de la empresa o cliente por reportar un dato específico, con el fin de mantener el ambiente laboral y didáctico de la estrategia.

4.4.1.4. Pruebas de rendimiento. En Moodle se crearon tres cuestionarios de selección múltiple, cada cuestionario se resuelve al terminar cada uno de los tres primeros sectores, donde las preguntas están relacionadas directamente con los pedidos. Al aprobar cada prueba de rendimiento el estudiante obtiene el código de acceso al sector siguiente. La finalidad de la prueba permite verificar que el estudiante realice todos los pedidos de cada sector semanalmente y evaluar sus habilidades en lenguaje de programación.

En las tres pruebas la estructura se mantiene de la siguiente manera: dos preguntas aleatorias para cada estudiante en donde se mide la capacidad de analizar cómo funciona el código realizado durante los informes de calidad y modificarlo para obtener diferentes resultados sin alterar el funcionamiento básico.

4.4.2. Elaboración de la herramienta.

Cuando finalizó la etapa de montaje y cada elemento necesario para la herramienta (videos, pedidos y pruebas) estaba terminado, se realizó un documento en Genially para unir

estos elementos de forma lógica y dinámica. Para lograr una relación eficaz entre la mecánica y los elementos de la herramienta que se elaboró en este proyecto, se necesitan varios elementos que se describen a continuación:

4.4.2.1. Mecánica de juego. El primer elemento para construir una estrategia de gamificación sólida es la mecánica con la cual el estudiante va a interactuar en el espacio virtual. Una mecánica que ha tenido éxito en lograr motivar a los estudiantes en el desarrollo de actividades académicas es el Scape Room o escapar de la habitación.

Esta mecánica se compone de un cuarto con una salida bloqueada y varios acertijos o pruebas que le indican al estudiante pistas de cómo puede salir del lugar. Las pruebas se pueden elaborar de tres formas: una secuencia lineal, camino abierto o una combinación de las dos anteriores (Wiemker et al., 2015).

En este trabajo se seleccionó una mecánica de Scape Room combinada debido a que permite a los estudiantes recorrer un escenario virtual de forma libre y encontrar los retos en orden aleatorio, pero que al momento de desarrollar los retos y problemas presentes en los informes de las pruebas de calidad, toma una secuencia lineal específica para facilitar al estudiante la resolución del desafío.

4.4.2.2. Escenarios. Bajo el enfoque de gamificación donde el estudiante es un practicante dentro de una empresa, se seleccionaron cinco escenarios principales para la herramienta: una recepción y cuatro oficinas para los cuatro sectores. Los escenarios fueron utilizados como fotos de uso gratuito y de libre edición para poder borrar nombres de marcas y agregar detalles que pudieran contribuir a una inmersión más profunda en la herramienta.

El escenario para cada sector tiene como principal condición tener un computador libre para que el estudiante pueda identificar cuál es su sitio de trabajo. Se realizó una edición

detallada para eliminar las marcas de empresas que aparecían en las imágenes originalmente y agregar detalles estéticos.

4.4.2.3. Computador de trabajo. En los cuatro sectores se selecciona un computador dentro del escenario en el cual el estudiante desarrolla la mayor parte de las actividades de la herramienta. En el primer sector se le señala al estudiante cuál es su puesto de trabajo mientras que en los otros tres se opta por darle una pista visual.

El diseño de la interfaz del equipo se realizó con un estilo sencillo, usando botones y formas gratuitas de la aplicación Genially, para permitirle al estudiante enfocarse de forma rápida y efectiva en las tareas que debe ejecutar. Para los cuatro sectores se diseñó la misma interfaz de trabajo con ligeros cambios en el mensaje de bienvenida cuando se ingresa al equipo.

4.4.2.4. Ayudante. Con el fin de entregar una herramienta que los alumnos puedan iniciar y utilizar sin la necesidad de un docente o auxiliar, se creó un asistente virtual que ayuda al estudiante en su estadía en la empresa. Este asistente nombrado “ORI” (siglas de Organismo Recepcionista Informático), cuenta con las funciones de introducir al estudiante tanto en la herramienta como en la mecánica de los pedidos, permitir ir y volver de cualquier sector, y finalmente dar pistas sobre la ubicación de zonas ocultas y la forma para entrar en estas.

La apariencia del ayudante fue realizada en Genially y el tamaño de esta apariencia varía dependiendo el lugar donde se ubique el ayudante. En cada sector se habilitó un botón para llamar al asistente con dos finalidades: regresar a la recepción sin tener que volver a cargar la página o conocer la pista sobre la zona secreta del sector. También se agregaron en la recepción opciones de diálogo del practicante con el asistente para marcar la impresión de interactividad.

4.4.2.5. Zonas ocultas. En cada sector se designaron espacios para que el estudiante tenga la posibilidad de encontrar interacciones diferentes a su espacio de trabajo. El ayudante

indica la presencia de estas zonas de forma indirecta al finalizar la introducción, y en cada sector entrega una pista de la zona oculta y, si tiene, su respectiva contraseña.

En estos espacios el estudiante puede encontrar desde conversaciones y consejos de personas en el mismo sector hasta equipos de cómputo encendidos con contraseñas que se pueden obtener en el mismo sector. Las actividades y conversaciones de estas zonas buscan dar un espacio al alumno diferente a su sitio de trabajo, mediante desafíos de lógica o conversaciones de otros empleados de la empresa.

4.4.3. Pruebas de calidad.

Cada semana desde el inicio de la fase de montaje, se habilita una vista previa del avance de la herramienta para evaluar si los botones interactivos, zonas ocultas y elementos didácticos funcionan según el orden de cada uno. Cuando finaliza esta revisión, se procede a revisar la ortografía, redacción y estética para detectar errores gramaticales o realizar ligeros cambios en la apariencia de los escenarios.

Durante las tres semanas previas a la última fase metodológica, con la herramienta ya finalizada en todos sus aspectos, se realizaron pruebas periódicas minuciosas en cada parte de la herramienta y en los videos explicativos. Como resultado, se corrigieron detalles pequeños de estética y gramática, y se dio el sello oficial para utilizar la herramienta con los estudiantes.

4.5. Quinta fase: ejecución.

4.5.1. Selección de usuarios y periodo de uso de la herramienta.

Los usuarios de prueba fueron los alumnos matriculados en los grupos O1 y O2 de la asignatura bases informáticas en el semestre 2021-2. Estos grupos fueron dirigidos por el mismo docente, hecho que permitía mayor facilidad al momento de establecer cronogramas, seguimientos y actividades evaluativas con los estudiantes.

El periodo de prueba se estableció durante las cuatro semanas donde el docente tiene programado impartir las clases de programación en Matlab, destinando una semana completa para cada sector y su respectiva prueba de rendimiento. Para la fecha de finalización de este libro, este lapso de tiempo no había finalizado por completo.

4.5.2. Introducción a la herramienta.

En la primera clase de la semana inicial del periodo de prueba de cada grupo se dedicaron los últimos 30 minutos a una breve introducción de los estudiantes a la herramienta. Esta charla fue enfocada a explicar a los estudiantes el cronograma de actividades, la ubicación de la herramienta en la plataforma Moodle y la importancia del asistente virtual de la herramienta.

4.5.3. Seguimiento de los estudiantes.

Desde el inicio del periodo de prueba se facilitó a los estudiantes un número de contacto con el cual podrían reportar cualquier falla dentro de la herramienta o los cuestionarios de Moodle. Sin embargo, también se esperaba obtener retroalimentación de otros elementos como la estética y la mecánica explicativa de la herramienta.

El seguimiento de las habilidades en lenguaje de programación se realizaría semanalmente con la distribución de notas en las pruebas de rendimiento. Con el análisis de estos resultados se puede obtener información sobre la facilidad de comprensión de los estudiantes con los temas expuestos, la capacidad de relacionar las situaciones planteadas como problemas codificables en Matlab y, principalmente, el conocimiento de los estudiantes en comandos y códigos de programación.

5. Resultados.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la ejecución de las 5 fases metodológicas descritas en el capítulo anterior.

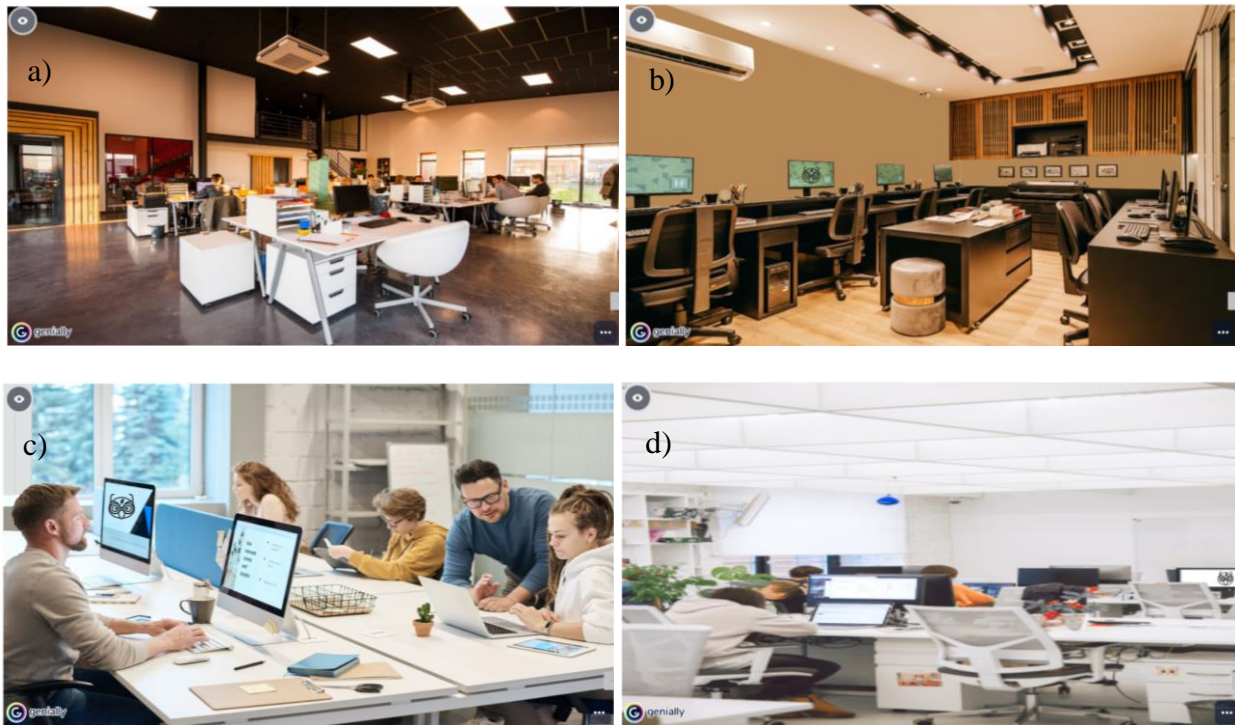
5.1. Herramienta virtual construida.

La herramienta elaborada permite al usuario asumir el rol de un practicante de la UIS cuya pasantía ocurre en una empresa llamada Bases Informáticas S.A.S, donde debe trabajar realizando pedidos con problemas prácticos de ingeniería química que requieren un código en Matlab para su solución. La herramienta tiene la capacidad de utilizarse de dos formas diferentes pero gratuitas: por medio de un código frame que se inserta en Moodle para permitirle al estudiante tener la herramienta cerca del curso, o por medio del siguiente enlace: <https://view.genial.ly/6086bf21760b9e0d8600ea10/interactive-content-bases-informaticas-sas>

En la figura 2 se pueden visualizar los cuatro sectores que componen la empresa. En todos los sectores se habilitaron espacios para que el practicante pudiera encontrar su puesto de trabajo, llamar al asistente virtual por ayuda o descubrir zonas ocultas con material relacionado con programación en Matlab o actividades ajenas a la clase como acertijos y juegos mentales que permitan darle un enfoque lúdico al escenario en algunas ocasiones (véase apéndice A).

Figura 2.

Sectores de la empresa.

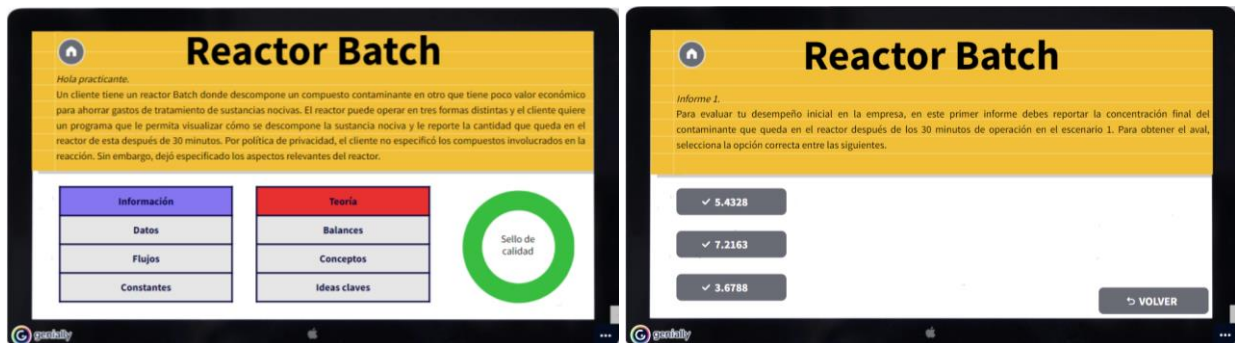


Nota: a) Sector 1; b) Sector 2; c) Sector 3; d) Sector 4

En la figura 3 se observa la interfaz desarrollada para presentarle al estudiante los pedidos e informes que debía resolver en la herramienta. En todos los informes se utilizó la mecánica de selección múltiple con única respuesta, pero el tipo de pregunta podía variar entre seleccionar un dato, una tabla o una gráfica.

Figura 3.

Ejemplo de pedido e informe.

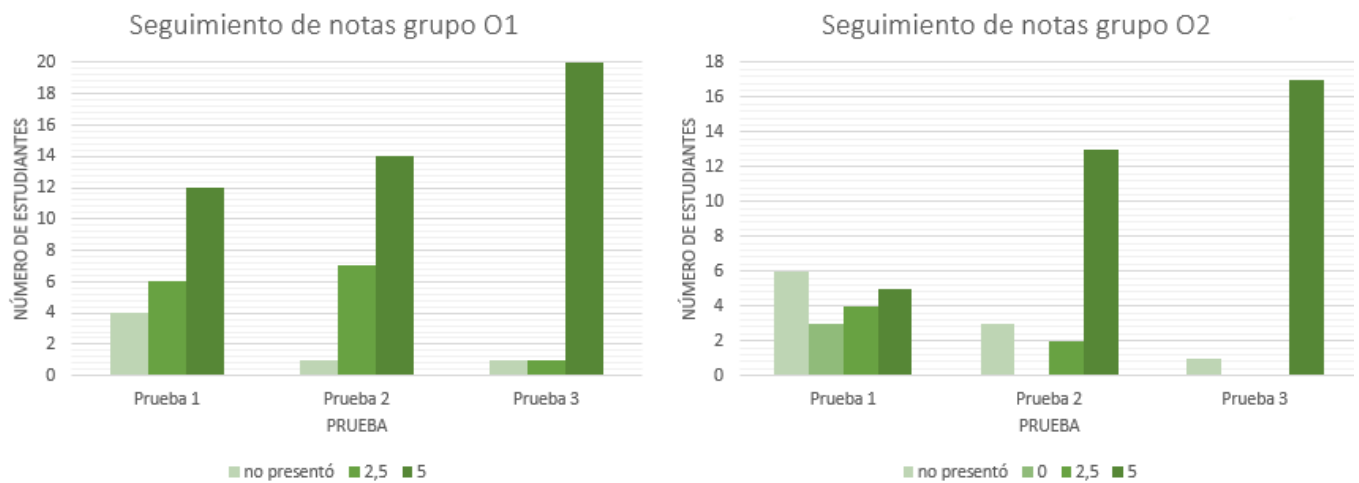


5.2. Seguimiento académico de los estudiantes.

Se organizaron las calificaciones reportadas por Moodle en cada prueba de rendimiento una vez finalizaba el periodo habilitado para desarrollarla. Se agruparon los estudiantes en categorías según la nota obtenida y se hizo un análisis sobre el progreso de cada grupo durante el uso de la herramienta. En la figura 4 se observa la distribución de calificaciones para cada grupo.

Figura 4.

Resultados de las pruebas de rendimiento.



En las gráficas se puede ver que en la primera prueba de rendimiento hubo una cantidad considerable de estudiantes que no presentaron el cuestionario u obtuvieron notas muy bajas. No obstante, se observa que a medida que los alumnos se adaptaban al funcionamiento de la herramienta y aprendían nuevos conocimientos en las clases, disminuía el porcentaje de personas que no contestaban la prueba al tiempo que aumentaba la cantidad de estudiantes con notas sobresalientes.

5.3. Encuesta de percepción de los estudiantes.

Durante la última semana de implementación de la herramienta, se habilitó en Moodle una encuesta destinada a conocer la opinión de los 40 estudiante sobre la experiencia brindada por la herramienta virtual.

La encuesta se conformó por 10 preguntas tipo escala Likert para conocer qué tan de acuerdo estaba cada estudiante con un aspecto de la herramienta, en una escala de 1 a 5 donde 1 indicaba totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo. También se presentaron dos preguntas abiertas para conocer los aspectos positivos de la herramienta y los aspectos por mejorar que los alumnos identificaron durante su uso.

Una de las preguntas realizadas en la encuesta fue si el estudiante consideraba que la estrategia de gamificación planteada fue útil para el desarrollo del contenido temático sobre Matlab, a lo cual en ambos grupos se logró obtener un alto porcentaje de alumnos que contestaron estar de acuerdo. En la figura 5 se muestra la distribución de las respuestas para esta pregunta.

Figura 5.

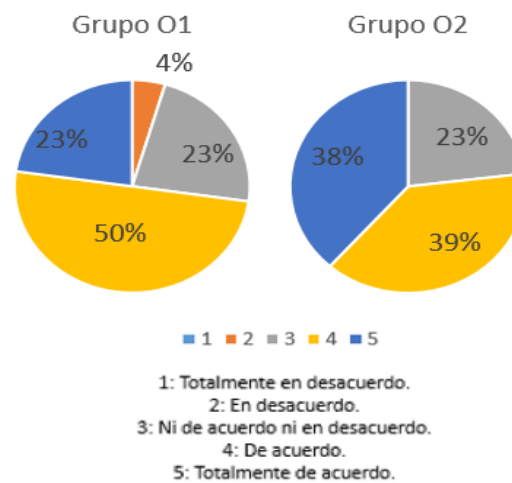
La estrategia de gamificación fue útil.



También se les preguntó a los estudiantes si la herramienta les permitió ver aplicaciones del lenguaje de programación de Matlab en asignaturas de otros semestres de la carrera, obteniendo de nuevo un gran número de estudiantes que están de acuerdo o completamente de acuerdo con esta afirmación. En la figura 6 se observan los resultados obtenidos en la encuesta.

Figura 6.

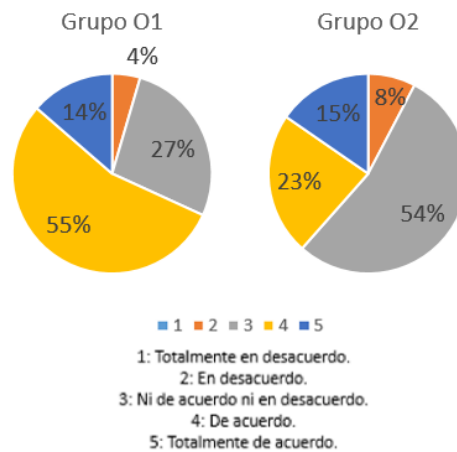
La herramienta le permitió identificar aplicaciones de Matlab.



Al analizar si la motivación de los estudiantes había aumentado con el uso de esta herramienta, se observó una gran dispersión entre los resultados de ambos grupos, abarcando el 69% de aprobación en el grupo O1 y solamente el 38% en el grupo O2. Un factor que podría explicar este comportamiento puede ser la dificultad de los estudiantes para explorar la herramienta a profundidad debido a compromisos externos a la asignatura. En la figura 7 se muestran los resultados obtenidos para esta pregunta.

Figura 7.

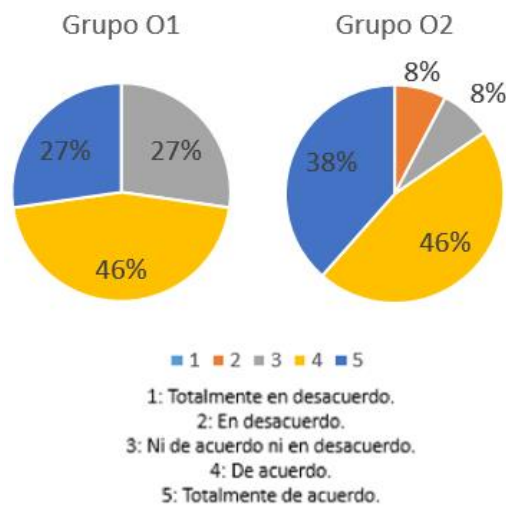
Aumento de motivación.



Otra pregunta importante fue conocer si, en el criterio de los estudiantes, la herramienta les permitió reforzar los conocimientos en Matlab que aprendían en las clases. Con una aprobación por parte del 73% del grupo O1 y el 84% del grupo O2, se logró evidenciar que uno de los objetivos principales de la herramienta fue logrado en la mayoría de los alumnos. En la figura 8 se observan los resultados obtenidos en la encuesta sobre este aspecto.

Figura 8.

La herramienta permite reforzar conocimientos sobre Matlab.



El análisis de las preguntas expuestas previamente, adicional al de las preguntas restantes de la encuesta (véase apéndice B), permitió identificar las fortalezas y debilidades de la herramienta creada.

6. Conclusiones

La selección de Genially y Moodle como las aplicaciones para desarrollar la herramienta permitió crear un espacio interactivo dentro de un entorno conocido para los estudiantes. El contexto de la herramienta de una empresa donde los estudiantes asumen el rol de practicantes facilitó un escenario que permitiera desarrollar autonomía y responsabilidad en los alumnos.

Los problemas descritos en los pedidos de la herramienta permiten a los estudiantes tener una vista previa de asignaturas de futuros semestres de una forma simple. La mecánica explicativa de los pedidos y los videos con el detalle de programación en Matlab brindaron varias estrategias para comprender los pedidos y sus alternativas de solución.

La prueba de rendimiento garantizó que los estudiantes realizaran el sector planteado por el docente en un periodo de tiempo determinado. De igual forma, permitió medir las habilidades de los estudiantes para analizar códigos y ejecutar varios comandos en el lenguaje de programación de Matlab.

Los escenarios, elementos virtuales y botones usados en la herramienta contribuyeron a formar un escenario virtual completamente alejado del aula virtual conocida por los alumnos. La interactividad entre todas las partes de la empresa cumplió el fin de guiar de forma organizada al estudiante dentro del ambiente virtual sin limitar su autonomía para explorar y hacer actividades planteadas.

Los estudiantes se adaptaron de forma rápida a la mecánica de la herramienta durante la primera semana de aplicación. Completaron la prueba de rendimiento dentro del tiempo establecido y sin presentar muchos inconvenientes con la herramienta o el Moodle. Los inconvenientes reportados fueron aclarados individualmente a la persona que lo presentaba.

Referencias Bibliográficas

- Beers, K. J. (2007). *Numerical methods for chemical engineering: applications in Matlab*. Cambridge University Press.
- Cabero Almenara, J. (2006). Nuevas tecnologías, comunicación y educación. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 1, 14–25. <https://doi.org/10.21556/edutec.1996.1.576>
- Carrillo Patiño, I. D. (2021). *Diseño De Una Estrategia De Gamificación Para La Asignatura Operaciones Unitarias I, Utilizando El Aula Virtual De Aprendizaje, Moodle*. 11.
- Congreso de la República de Colombia (2009). Ley 1341 del 30 de julio de 2009 “Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC–, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones”.
- Coronell, D. G. (2005). COMPUTER SCIENCE OR SPREADSHEET ENGINEERING? An ExcelNBA-Based Programming and Problem Solving Course. *Chemical Engineering Education*, 39(2), 142–145.
- Cress, N. L., Robinson, M. A., Corner, L., Legge, R. L., & Ricardez-Sandoval, L. A. (2012). Problem-solving and concept integration using a computational tool in first-year undergraduate chemical engineering. *Education for Chemical Engineers*, 7(3), e133–e138.

<https://doi.org/10.1016/j.ece.2012.05.001>

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference on Envisioning Future Media Environments - MindTrek '11*, 9. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>

Elnashaie, S., & Uhlig, F. (2007). *Numerical Techniques for Chemical and Biological Engineers Using Matlab® A Simple Bifurcation Approach* (First edit). Springer.

García-Valcárcel, A. M.-R. (1998). La actitud de los futuros maestros hacia las Nuevas Tecnologías. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa Edutec*, 97, 1–8. https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35174068/DES09LectIniActitudes.pdf?response-content-disposition=inline%3Bfilename%3DLa_actitud_de_los_futuros_maestros_hacia.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=ASIATUSBJ6BANUAEP363%2F2020

Genially. (n.d.). <https://genial.ly/es/>

González González, M. C., & Pico Pérez, F. G. (2021). *Diseño De Una Estrategia De Gamificación Para La Asignatura De Bases Informáticas Utilizando La Plataforma Moodle*. Universidad Industrial de Santander.

Granjo, J. F., Rasteiro, M. G., Gando-Ferreira, L. M., Bernardo, F. P., Carvalho, M. G., & Ferreira, A. G. (2012). A virtual platform to teach separation processes. *Computer Applications in Engineering Education*, 20(1), 175–186. <https://doi.org/10.1002/cae.20383>

Li, X., & Huang, Z. (Jacky). (2017). An inverted classroom approach to educate MATLAB in chemical process control. *Education for Chemical Engineers*, 19, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2016.08.001>

- López-Pérez, M.-F., Cardona, S. C., Lora, J., & Abad, A. (2016). MATLAB as a tool as Analysis and Problem Solving Competency Development in Chemical Engineering Degree using MATLAB. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 3(2), 15. <https://doi.org/10.4995/muse.2016.4623>
- MathWorks®. (n.d.). <https://de.mathworks.com/products/matlab.html>
- Molina, R., Orcajo, G., & Martinez, F. (2019). KBR (Kinetics in Batch Reactors): a MATLAB-based application with a friendly Graphical User Interface for chemical kinetic model simulation and parameter estimation. *Education for Chemical Engineers*, 28, 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2018.11.003>
- moodle. (2022). https://docs.moodle.org/all/es/Acerca_de_Moodle
- Rafael, A. C., Bernardo, F., Ferreira, L. M., Rasteiro, M. G., & Teixeira, J. C. (2007). Virtual Applications Using a Web Platform to Teach Chemical Engineering. The Distillation Case. *Education for Chemical Engineers*, 2(1), 20–28. <https://doi.org/10.1205/ece06007>
- Ruiz-Ramos, E., Romero-García, J. M., Espínola, F., Romero, I., Hernández, V., & Castro, E. (2017). Learning and researching based on local experience and simulation software for graduate and undergraduate courses in chemical and environmental engineering. *Education for Chemical Engineers*, 21, 50–61. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2017.05.001>
- Sunarso, J., Hashim, S. S., Yeo, J. Y. J., & Chew, J. J. (2020). MATLAB-based project assessment in process modelling unit: A case study from Swinburne University of Technology Sarawak Campus. *Education for Chemical Engineers*, 33, 17–26. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2020.07.001>
- Teles dos Santos, M., Vianna, A. S., & Le Roux, G. A. C. (2018). Programming skills in the industry 4.0: are chemical engineering students able to face new problems? *Education for*

Chemical Engineers, 22, 69–76. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2018.01.002>

Wiemker, M., Elumir, E., & Clare, A. (2015). Escape Room Games: Can you transform an unpleasant situation into a pleasant one? *Game Based Learning*, 55, 55–68.

<http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>[https://thecodex.ca/wp-](https://thecodex.ca/wp-content/uploads/2016/08/00511Wiemker-et-al-Paper-Escape-Room-Games.pdf)

[content/uploads/2016/08/00511Wiemker-et-al-Paper-Escape-Room-Games.pdf](https://thecodex.ca/wp-content/uploads/2016/08/00511Wiemker-et-al-Paper-Escape-Room-Games.pdf)

Yeo, Y. K. (2017). *Chemical Engineering Computation with MATLAB®*. CRC Press.

<https://doi.org/10.1201/9781315114880>