

Desarrollo e implementación de objetos virtuales de aprendizaje para el estudio teórico-práctico del flujo alrededor de cuerpos sumergidos

Trabajo de grado para optar por el título de ingeniero químico

Miguel Ángel Cendales Sánchez y Luis Miguel Pinto Rivera

Director

Dra. Diana Paola Duarte Duarte

Doctora en Ingeniería Química

codirector

Dr. Hernando Guerrero Amaya

Doctor en Electroquímica, ciencia y tecnología

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

2021

Dedicatoria y Agradecimientos

Primero que todo, agradecer a Dios por permitirme culminar este gran logro para mi vida, por llenarme de fuerza cuando la necesite, por ser mi luz y mi compañía incondicional, a él, mi primery gran agradecimiento.

A mis padres, Ana Isabel Rivera Gómez y Gonzalo Pinto Sanabria, porque con su esfuerzo, apoyoy amor, pusieron en mí su confianza, y me ayudaron en todo lo que necesite durante mi pregrado, porque gracias a ellos hoy puedo culminar mi camino hasta la meta de lograr ser Ingeniero Químico de esta hermosa universidad, este logro es de ustedesA mi nonita Alejandrina Sanabria Muñoz, el pilar de mi vida, la persona que me ha llenado la vida de felicidad, de amor absoluto, gracias nonita, por hacerme levantar cada mañana con el propósito de esforzarme para hacerte sentir orgullosa, por estar para mí siempre cómo mi fuentede combustible de vida, infinitas gracias a ti.

A mi nonito Luis Antonio Pinto Suarez, que desde el cielo me acompaño y me acompaña en mi día a día, que con su legado me enseñó a ser una persona de bien, a cuidar y luchar por los míos.

A mis hermanos Alexon Yilmar Carreño Rivera y Emily Pinto Rivera, por llenarme de felicidad y amor, por estar siempre apoyándome, gracias.

A mi nonito Ángel Miguel Rivera, quien desde el cielo me acompaña siempre. A mi nonita Estela Gómez por su amor y apoyo durante todo este proceso.

A mis primos, primas, tíos y tías que aportaron su grano de arena para cumplir este logro tan anhelado.

A todos mis amigos que hacen de cada momento, algo único, qué me acompañaron mientras estaba lejos del seno de mi familia y me acogieron cómo un miembro más de las suyas, gracias infinitas a todos por ser ese soporte que tanto necesite, por regalarme enseñanzas y momentos decrecimiento personal, por regalarme millones de risas cada día.

¡Muchas gracias a todos!

Luis Miguel Pinto Rivera.

Este logro va principalmente para quien ha estado conmigo desde antes de saber quién quería ser en la vida, mi madre Dora, la cual ante las dificultades que conlleva este largo y tedioso camino creyó en que con perseverancia se puede lograr grandes cosas; quien, con ese temple fuerte, aunque amoroso me ha sabido apoyar siempre y ha sido una voz de aliento y serenidad, aunque estos parecieran ser insuperables. Del mismo modo agradezco a mis hermanas Lizeth y Mayra por estar conmigo dándome momentos inolvidables, mantenernos unidos así en algunos casos pudiéramos perder la cordura.

Quiero agradecer también a personas especiales que llegaron a mi vida en el momento más complicado y nunca se fueron, mis tíos Ernesto y Gladys, mis segundos padres, aquellos con quienes he podido contar, quienes han sido una base importante a la hora de formarme y entenderla forma en la que se puede llegar a ser una gran persona aun cuando el destino parezca no tener buena pinta, gracias por llenarme de alegrías en los momentos arduos, por celebrar mis logros pero en especial por regalarme una gran amiga, confidente y hermana, Diana, que aun estando a la distancia y el tiempo no este de nuestro lado, estaremos para el otro hasta que la vida nos permita.

A mis abuelos, primos y familiares, por darme voz de apoyo incondicional y creer en este proceso desde el comienzo. A mis amigos de universidad, los que hicieron más fácil este camino que a veces se veía interminable porque bien dicen que solo llegas más rápido pero acompañado llegas más lejos.

Por último, a dos personas que, aunque no se encuentren conmigo, lo estuvieron en mi niñez y a lo largo de mi juventud, quienes me vieron nacer y tuvieron la esperanza de formar a un verdadero ingeniero y a un excelente ser humano. A mi papá y abuelo, Angel y Melciades, este título es más suyo que mío, para hacerlos sentir orgullosos desde donde estén.

Gracias por su apoyo

Miguel Angel Cendales Sanchez

Tabla de Contenido

Introducción.....	11
1. Objetivos.....	13
1.1 Objetivo general.....	13
1.2 Objetivos específicos.....	13
2. Metodología.....	14
2.1 Recopilación de bibliografía.....	14
2.2. Selección de plataformas.....	14
2.2.1. Genially.....	15
2.2.2 Educaplay.....	16
2.3. Diseño de recursos.....	16
2.4. Implementación y verificación.....	16
3. Resultados.....	17
3.1. Objeto virtual de aprendizaje – Teórico – Genially.....	17
3.1.1. Selección de diseño.....	17
3.1.2. Contenido teórico.....	19
3.1.3. Contenido interactivo.....	21
3.1.4. Narrador de contenido.....	24

OVA PARA EL ESTUDIO DEL FLUJO ALREDEDOR DE CUERPOS SUMERGIDOS

	5
3.1.5. Experimentos propuestos.....	25
3.2. Objeto virtual de aprendizaje – Practico – Educaplay.....	26
3.2.1. Búsqueda de material bibliográfico.....	26
3.2.2. Creación de diferentes contenidos.....	26
3.2.3. Uso del Moodle.....	30
3.3. Rubricas.....	30
4. Conclusiones.....	31
Referencias Bibliográficas.....	32

Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama de flujo metodología del proceso.....	17
Figura 2. Interfaz pantalla de inicio del OVA.....	18
Figura 3. Ejemplo Interfaz Genially para el OVA.....	19
Figura 4. Sección Bibliografía en el OVA.....	19
Figura 5. Ejemplo de referencias bibliográficas directamente en el contenido.....	20
Figura 6. Índice del OVA.....	21
Figura 7. Íconos interactivos del OVA.....	23
Figura 8. Ícono utilizado para activar narrador de diapositiva.....	25
Figura 9. Actividades disponibles en Educaplay.....	27
Figura 10. Actividades propuestas en Educaplay.....	27
Figura 11. Ejercicio de seleccionar en mapa interactivo.....	28
Figura 12. Ruleta de conceptos.....	28
Figura 13. Ejercicio de relacionar conceptos e imágenes.....	29
Figura 14. Ejercicio de completar las frases.....	30

Lista de tablas

Tabla 1. Selección de plataformas.....	15
--	----

Lista de Apéndices

Apéndice A. Rubrica de evaluación de actividades.....	34
---	----

Resumen

Título: Desarrollo e implementación de objetos virtuales de aprendizaje para el estudio teórico- práctico de flujo alrededor de cuerpos sumergidos*

Autor: Miguel Ángel Cendales Sánchez**, Luis Miguel Pinto Rivera**

Palabras clave: Flujo, fluidos, cuerpos sumergidos, objeto virtual de aprendizaje, tecnologías de información y comunicación, manejo.

Descripción:

El siguiente trabajo, nos muestra el desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje, para la ayuda de los estudiantes de la asignatura de Manejo de fluidos y sólidos de la Universidad Industrial de Santander.

El flujo alrededor de cuerpos sumergidos es uno de los temas que más dificultades presenta a la hora de ser comprendido por parte del estudiantado, ya sea por el corto tiempo del curso, el amplio material teórico que presenta el tema, la falta de material didáctico o interactivo que facilite el proceso de aprendizaje del mismo o la forma de evaluar dicho tema.

Para satisfacer la necesidad de encontrar información y material teórico-práctico, se desarrollaron herramientas basadas en las plataformas en línea Genially y Educaplay, las cuales pueden exportar su material directamente a cualquier LMS compatible con SCORM o LTI tales como Moodle utilizado por la Universidad Industrial de Santander.

Con la plataforma Genially, se desarrolló una herramienta teórica que recopila los principios fundamentales del flujo alrededor de cuerpos sumergidos, utilizando también, videos, imágenes y un audio narrativo con el fin de hacer más inmersiva e interactiva la experiencia de uso.

Con la plataforma Educaplay, se implementó una herramienta práctica, esta contiene diversos tipos de ejercicios, con los que se busca que los estudiantes, pongan en práctica lo aprendido con la teoría mostrada en la herramienta Genially y con las clases tomadas directamente con el docente.

* Trabajo de grado para optar por el título de ingeniero químico.

** Facultad: Ingenierías Físicoquímicas. Escuela: Ingeniería Química.

Abstract

Title: Development and implementation of virtual learning objects for the theoretical-practical study of flow around submerged bodies *

Author: Miguel Ángel Cendales Sánchez **, Luis Miguel Pinto Rivera **

Keywords: Flow, fluids, submerged bodies, virtual learning object, information and communication technologies, management.

Description:

The following shows us the development of virtual learning work objects, for the help of students of the Fluids and Solids Management course at the Industrial University of Santander.

The flow around submerged bodies is one of the issues that presents the most difficulties when it comes to being understood by the student body, either due to the short time of the course, the extensive theoretical material that the subject presents, the lack of didactic material or interactive that facilitates the learning process of the same or the way to evaluate said topic.

To satisfy the need to find information and theoretical-practical material, tools were developed based on the Genially and Educaplay online platforms, which can export their material directly to any LMS compatible with SCORM or LTI such as Moodle used by the Industrial University of Santander.

With the Genially platform, a theoretical tool was developed that compiles the fundamental principles of flow around submerged bodies, also using videos, images and narrative audio in order to make the user experience more immersive and interactive.

With the Educaplay platform, a practical tool was implemented, this contains various types of exercises, with which it is intended that students put into practice what they have learned with the theory shown in the Genially tool and with the classes taken directly with the teacher.

* Degree work to opt for the title of Chemical Engineer

** Faculty: Physicochemical Engineering. School: Chemical Engineering.

Introducción

El presente trabajo está enfocado en aportar herramientas u objetos virtuales, que ayuden a los estudiantes con la comprensión de los conceptos relacionados con el flujo alrededor de cuerpos sumergidos, esto, mediante plataformas compatibles con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) utilizados por la Universidad Industrial de Santander.

El uso de las TIC's ha tenido un aumento significativo a lo largo de la última década. Para el caso de América Latina, en países como Argentina se encontró que los estudiantes de primer año de universidad, quienes toman clases de química básica, presentaron avances en la comprensión de temas relacionados con la cantidad de masa debido a su exposición a un entorno didáctico, con ayuda de herramientas de gráficos en tres dimensiones, con el cual se lograba que esta muestra estudiantil conociera los equipos y su funcionamiento (Fiad and Galarza, 2015).

Para un Ingeniero Químico, tener la capacidad de desenvolverse frente a problemas planteados en la industria de procesos es la base de su funcionalidad como profesional. Dentro de los retos que ofrece el ejercicio de la Ingeniería Química, podemos encontrar el efecto que ejerce un fluido sobre un sólido.

El flujo alrededor de cuerpos sumergidos tiene su desarrollo industrial en diferentes campos tales como reacciones catalíticas heterogéneas, lixiviación de partículas sólidas, entre muchas más. Específicamente, en industrias como la petrolera se utiliza ampliamente, por ejemplo, en unidades de craqueo catalítico, síntesis de acrilonitrilo utilizado ampliamente en la producción de plásticos, coberturas de superficie y adhesivos, entre otros. Actualmente existe mucho interés en la combustión de carbón en lechos fluidizados con la finalidad de reducir el costo de las calderas y disminuir la emisión de contaminantes (Espinoza Garcia, 2012).

En la Escuela de Ingeniería Química, el estudio del tema de flujo alrededor de cuerpos sumergidos se realiza en la asignatura de Manejo de fluidos y sólidos (27538). El flujo alrededor de cuerpos sumergidos es uno de los temas que más dificultades presenta a la hora de ser comprendido por parte del estudiantado, ya sea por el corto tiempo del curso, el amplio

material teórico que presenta el tema, la falta de material didáctico o interactivo que facilite el proceso de aprendizaje del mismo o la forma de evaluar dicho tema.

Con el fin de suplir esta dificultad, en este trabajo se desarrollan los objetos virtuales de aprendizaje, enfocados al flujo alrededor de cuerpos sumergidos, siendo una ayuda extra para los docentes y una herramienta de gran utilidad y fácil acceso para los estudiantes de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander. Se desarrollaron herramientas basadas en las plataformas en línea Genially y Educaplay, las cuales pueden exportar su material directamente a cualquier LMS compatible con SCORM o LTI tales como moodle utilizado por la Universidad Industrial de Santander.

Con la plataforma Genially, se desarrolló una herramienta teórica que recopila los principios fundamentales del flujo alrededor de cuerpos sumergidos, utilizando también, videos, imágenes y un audio narrativo con el fin de hacer más inmersiva e interactiva la experiencia de uso.

Con la plataforma Educaplay, se implementó una herramienta práctica que contiene diversos tipos de ejercicios, con los cuales se busca que el estudiante ponga en práctica lo aprendido con la teoría mostrada en la herramienta Genially y con las clases tomadas directamente con el docente.

Además, se creó una rúbrica de evaluación como anexo a las herramientas virtuales con la finalidad de facilitar la evaluación del tema por parte del docente, teniendo una valoración precisa sobre el rendimiento de los estudiantes en aspectos establecidos.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Diseñar e implementar nuevos métodos de aprendizaje que ayuden a los estudiantes de Ingeniería Química a fortalecer sus conocimientos en el tema de flujo alrededor de cuerpos sumergidos y sus diferentes variaciones.

1.2. Objetivos específicos

Crear material didáctico que ayude en el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Química en temas relacionados con flujo alrededor de cuerpos sumergidos de forma virtual.

Implementar objetos virtuales de aprendizaje (OVA), que junto con el Aula virtual de aprendizaje de la Universidad Industrial de Santander funcione como puente entre estudiante y docente para el desarrollo del tema flujo alrededor de cuerpos sumergidos.

Aplicar las herramientas desarrolladas en muestras estudiantiles que proporcionen datos que apoyen este método de enseñanza.

Proponer experimentos que se puedan llevar a cabo con elementos que se puedan adquirir con facilidad en la cotidianidad, teniendo presente las medidas de seguridad en estos procedimientos con el fin de alentar a los estudiantes en el desarrollo de su pensamiento crítico.

2. Metodología

2.1. Recopilación Bibliográfica

Para asegurar que la enseñanza sea adecuada, se buscaron bases confiables en las cuales se detalló la teoría del tema de flujo alrededor de cuerpos sumergidos, con el fin de brindar a la muestra estudiantil conceptos acertados, y no alterar de manera significativa la veracidad de los resultados al final de las pruebas. Dentro de la bibliografía tomada para realizar los objetos virtuales tenemos:

- Operaciones Unitarias en Ingeniería Química 7ma Edición - Warren L. McCabe, Julian C. Smith, Peter Harriot - Editorial McGraw Hill - Año de publicación 2007.
- Mecánica de fluidos fundamentos y aplicaciones 1ra Edición - Yunus A. Cengel, John M. Cimbala - Editorial McGraw Hill - Año de publicación 2006.
- Mecánica de fluidos Sexta edición - Robert L. Mott - Editorial Pearson Prentice Hall - Año de publicación 2006.
- Chemical Engineers' Handbook, Manual del Ingeniero Químico 7ma Edición - J. H. Perry, D. W. Green - Editorial McGraw Hill - Año de Publicación 1997
- Chemical Engineering Fluid Mechanics - 3ra Edición - Ron Darby, Raj P. Chhabra - Editorial CRC Press - Año de publicación 2017.

Estos cinco libros, son la base principal del contenido teórico de la herramienta Genially, cabe destacar, que dentro de la herramienta se tiene contenido de otras fuentes bibliográficas, pero están referenciadas directamente en la herramienta.

2.2. Selección de plataformas

Para la selección de las plataformas a utilizar, se estudiaron 5 opciones, las cuales se escogieron las dos mejores; a través del método cualitativo por puntos, para este se desarrolló una lista de los factores más relevantes y se valoraron de 0 a 100, tomando 100 como el factor más relevante.

Cada una de las opciones tendrá una calificación de 0 a 5 en cada factor, posteriormente se tomará una calificación ponderada. Al final se hizo una sumatoria, seleccionando las mejores

opciones. Los datos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1.

Selección de plataformas

Factor relevante	Ponderación	Quizizz		Educaplay		Prezi		Powtoon		Genially		Google slides	
		C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P
Acceso gratuito	15	4	60	5	75	4	60	4	60	4	60	4	60
Compatible con Moodle	30	5	75	5	75	5	75	5	75	5	75	5	75
Colaboración en tiempo Real	15	2	30	4	60	3	45	2	30	4	60	4	60
Multimedia	20	3	45	3	45	3	45	4	60	5	75	3	45
Fácil edición	15	4	60	4	60	4	60	4	60	4	60	3	45
Soporte técnico	5	3	45	3	45	3	45	3	45	4	60	3	45
Total	100		315		360		330		330		390		330

Donde:

C: Calificación individual de cada opción de plataforma respecto al factor evaluado.

P: Calificación ponderada de la plataforma respecto a cada factor evaluado, esto se consigue multiplicando la ponderación por la calificación individual.

A partir de la Tabla 1 se puede observar que las dos aplicaciones que mejor resultado obtuvieron fueron Genially y Educaplay. A continuación, se mostrará una breve descripción de cada una de las herramientas seleccionadas:

2.2.1. Genially

El software Genially es una plataforma en línea, el cual permite la creación de presentaciones animadas e interactivas, esta herramienta dispone de plantillas y galerías de imágenes que facilitan el trabajo a la hora de organizar la infografía en la plataforma, permite insertar imágenes propias, textos, audios, videos y links.

La plataforma en su mayoría es gratuita, permite descargar las presentaciones en PDF o en formato HTML5, lo cual facilita que el estudiantado pueda aprovechar el contenido teórico en otro momento sin necesidad de estar conectado a la red. También cuenta con la capacidad de exportar sus actividades en cualquier LMS compatible con SCORM o LTI

tales como Moodle (We're Genially, 2021).

2.2.2. Educaplay

Educaplay es una plataforma virtual que se utiliza para la creación de actividades educativas multimedia, permite crear técnicas de representaciones conceptuales, ofreciendo la posibilidad de añadir imágenes, texto, sonidos, con el fin de estimular a estudiantes y docentes gracias a la creación de entornos grupales participativos.

El docente puede crear grupos virtuales donde puede aplicar ejercicios y evaluaciones, a su vez los alumnos pueden compartir información y archivos entre ellos para de esta forma mejorar el ambiente de aprendizaje y que se asemeje lo más posible a un aula real.

Los resultados obtenidos por los estudiantes podrán ser exportados a hojas de Excel para posterior utilización; cabe resaltar que Educaplay puede exportar sus actividades en cualquier LMS compatible con SCORM o LTI tales como Moodle (Educaplay: Free educational games generator, 2021).

2.3. Diseño de recursos

Se crearon los objetos virtuales de aprendizaje sobre las plataformas seleccionadas (Genially – Educaplay). Para la parte teórica, la plataforma Genially fue la mejor opción, ya que esta, contaba con mayor facilidad para agregar contenido multimedia, y también ofrecía la mejor interfaz para presentaciones y su edición es muy sencilla e intuitiva.

Para la parte práctica, se seleccionó Educaplay, esta plataforma, tiene mejores recursos para presentaciones de tipo Quiz, puede recopilar información de calificación e ingresarla directamente en libro directo de calificaciones del Moodle que maneje el docente.

2.4. Implementación y verificación

Para realizar un buen control con respecto al avance de la muestra estudiantil se usó un sistema de evaluación por medio de rúbricas, esto con ayuda de la plataforma iRubric, la nos proporcionó una plantilla cómoda y fácil de manejar (iRubric: Home of free rubric tools: RCampus, 2021).

En este sentido, se realizó la creación de rúbricas, con criterios como son las actividades

realizadas por cada estudiante, esto con el fin de evaluar su progreso con respecto al tiempo empleado en las actividades propuestas en las diferentes plataformas empleadas, dando una forma más sencilla de evaluar la dinámica del proceso (Chica, 2011).

Figura 1.

Diagrama de flujo metodología del proceso.



3. Resultados

3.1. Objeto virtual de aprendizaje para el estudio de cuerpos sumergidos – Teórico (Genially)

El OVA enfocado en la parte teórica se desarrolló en la plataforma Genially. Este trabajo se creó de tal forma que puede servir como plantilla para futuras ediciones que se consideren pertinentes, cabe resaltar que el trabajo que sea compartido al LTI Moodle que utiliza la Universidad Industrial de Santander, solo podrá ser editado directamente por quien lo subió, cuidando de esta forma el contenido y que este no sufra daños que puedan entorpecer la finalidad del mismo.

A continuación, se mencionarán los pasos que se siguieron en la creación de este OVA.

3.1.1 Selección del Diseño

Para la interfaz de la herramienta, se seleccionaron colores contrastantes para que el lector

pueda tener una visualización clara del contenido y los elementos interactivos a su alrededor. En este caso se seleccionó un fondo oscuro, una tipografía color blanco, fuente *Lato* y tamaño 20, esto con el fin de que las lecturas fuesen menos agotadoras.

La pantalla de inicio de la herramienta, tiene una forma sencilla e intuitiva, con tres botones, los cuales tienen la finalidad de mostrar información acerca del manejo de la herramienta (botón “Acerca de”), un segundo botón que va a la bibliografía de la herramienta y por último el botón *Inicio*, mediante el cual se tiene acceso a la introducción y contenido del OVA, cómo se muestra en la Figura 2.

Figura 2.

Interfaz pantalla de inicio del OVA



La interfaz puede proyectarse en pantalla completa desde el botón de opciones de visualización integrado directamente por la plataforma. La Figura 3 muestra un ejemplo de la interfaz de la herramienta en una de sus diapositivas de contenido.

Figura 3.

Ejemplo Interfaz Genially para el OVA.

01. DEFINICIONES

En la siguiente sección se mostrarán definiciones y formulas necesarias para comprender el flujo alrededor de cuerpos sumergidos

Medio Poroso

Por "medio poroso" se entiende un sólido, o una colección de partículas sólidas, con suficiente espacio abierto en o alrededor de las partículas para permitir que un fluido pase a través de ellas o alrededor de ellas. Hay varias formas conceptuales de describir un medio poroso (5).

Un concepto es un cuerpo sólido continuo con poros en él, como un ladrillo. Dicho medio se denomina consolidado (5).

Otro concepto es una colección (o "pila") de partículas sólidas en un lecho compacto, donde el fluido puede pasar a través de los huecos entre las partículas. Esto se conoce como medio no consolidado.

(a) (b)

genially

Atras Siguiente

3.1.2. Contenido teórico

Como se mencionó anteriormente, para el contenido teórico del objeto virtual de aprendizaje, se utilizaron cinco fuentes bibliográficas principales, estas están referenciadas en la sección Bibliografía de la herramienta, como lo muestra la Figura 4.

Figura 4.

Sección Bibliografía en el OVA

Bibliografía

El contenido que se presenta a continuación se basa principalmente en los siguientes textos:

- [1] Operaciones Unitarias en Ingeniería Química 7ma Edición - Warren L. McCabe, Julian C. Smith, Peter Harriot - Editorial McGraw Hill - Año de publicación 2007
- [2] Mecánica de fluidos fundamentos y aplicaciones 1ra Edición - Yunus A. Cengel, John M. Cimbala - Editorial McGraw Hill - Año de publicación 2006
- [3] Mecánica de fluidos. Sexta edición - Robert L. Mott - Editorial Pearson Prentice Hall - Año de publicación 2006
- [4] Chemical Engineers' Handbook, Manual del Ingeniero Químico 7ma Edición - J. H. Perry, D. W. Green - Editorial McGraw Hill - Año de Publicación 1997
- [5] Chemical Engineering Fluid Mechanics - 3ra Edición - Ron Darby, Raj P. Chhabra - Editorial CRC Press - Año de publicación 2017

Las imágenes y el contenido extraído directamente de fuentes online, han sido referenciados en el lugar de presentación, con links correspondiente a su destino fuente, los videos de la plataforma YouTube han sido colocados con el link directo del creador de contenido, por ende, todas las visualizaciones y derechos han sido respetados

genially

Página principal

Dentro de la teoría, se encuentran imágenes y datos extraídos de fuentes ajenas a la bibliografía anteriormente mencionada. En estos casos, se referenció directamente sobre las imágenes utilizadas o con link directo a la fuente del autor de dicho material, esto mediante la utilización de etiquetas interactivas que se muestran al sobreponer el cursor sobre la imagen (Figura 5).

Figura 5.

Ejemplo de referencias bibliográficas directamente en el contenido

02. ARRASTRE Y SUSTENTACIÓN

Flujo en placas paralela y normal al flujo

Para el caso de una placa plana delgada alineada paralela a la dirección del flujo, su fuerza de arrastre depende sólo de la fricción y es independiente de la presión pues $\theta = 90^\circ$.

Cuando la placa plana se coloca normal a la dirección del flujo, la fuerza de arrastre depende sólo de la presión y es independiente de la fricción, porque en este caso el esfuerzo de corte actúa en la dirección normal al flujo y $\theta = 0^\circ$ (2).

Tomado de: Mecánica de fluidos fundamentales y aplicaciones 1ra Edición - Yunus A. Cengel

Descripción de la imagen

Atras

Siguiente

En algunos casos, las pestañas se cambian por ventanas emergentes, esto debido a la cantidad de contenido que muestra dicha ventana, para algunas imágenes, se tienen descripciones que profundizan sobre el contenido de la misma, por lo que es más cómodo para el lector visualizar dicho contenido mediante ventanas emergentes y no como pestañas.

El contenido está constituido por cuatro secciones, que fueron organizadas en forma de índice para la herramienta, desde el cual, el estudiante podrá dirigirse directamente a la sección que crea necesaria y no tener que avanzar diapositiva tras diapositiva para llegar al contenido deseado.

Las secciones en las que se organizó la herramienta son:

- **Definiciones:** Se mostraran conceptos necesarios para abordar los temas de flujo alrededor de cuerpos sumergidos, tales como porosidad, factor de esfericidad, entre otros.
- **Flujo sobre superficies:** En esta sección se muestra la teoría correspondiente a los fenómenos que ocurren al entrar en contacto el flujo con el cuerpo sumergido, por ejemplo las fuerzas ejercidas sobre el cuerpo, los coeficientes de rozamiento y sustentación, etc.
- **Fluidización:** Para la sección de fluidización se muestran los conceptos de velocidad límite de fluidización y porosidad mínima de fluidización, también se menciona el contenido teórico para sedimentación.
- **Experimentos:** Se muestran algunos videos sobre experimentos que pueden ser realizados por los estudiantes con la finalidad de poner en práctica los conocimientos teóricos y que puedan tener una experiencia más lúdica.

En la Figura 6, se muestra la presentación del contenido organizado en secciones para el OVA.

Figura 6.

Índice del OVA.



Los temas abordados en el objeto virtual de aprendizaje para el estudio de cuerpos sumergidos son: Medios porosos, velocidad superficial e intersticial, diámetro hidráulico, superficie específica de una partícula, factor de esfericidad, número de Reynolds, factor de fricción, ecuación de Ergun, columnas empaquetadas, fuerzas de arrastre y sustentación, flujo de Stokes, flujo en placas planas, coeficiente de arrastre y sustentación, flujo en cilindros y esferas, velocidad de asentamiento, velocidad terminal, fluidización, velocidad mínima de fluidización, porosidad mínima de fluidización, sedimentación y experimentos

3.1.3. *Contenido Interactivo*

Con la herramienta se pueden crear presentaciones con elementos animados, interactivos, contenidos online integrados y plantillas. Ideal para presentar el tema de clase de forma online o en remoto.

En el panel de edición, se cuenta con diferentes herramientas para agregar o borrar información de las diapositivas, estas permiten adjuntar texto, imágenes, iconos, gráficos, tablas, botones de interacción, URL's, imágenes, audios y video.

Para la OVA en específico, se hizo uso de diferentes íconos que representan el contenido que se desea mostrar, estos íconos son:

Ícono de video: Al hacer clic sobre este, se desplegará una ventana y esta mostrará un video sobre el tema que se esté tratando en la diapositiva.

Ícono de gráfica: Este ícono mostrará una imagen, que ilustrará datos correspondientes en formato de gráfica o tabla.

Ícono de bombilla: Con este ícono se quiere mostrar información extra sobre un tema determinado, esto con la finalidad de que la idea que se presenta pueda ser comprendida de una mejor forma. En ejemplos o ejercicios resueltos, mostrará datos necesarios para resolver el mismo.

Ícono de lápiz: En las diapositivas que muestran ejercicios, el lápiz muestra el procedimiento de este.

Ícono Erlenmeyer: El ícono del Erlenmeyer se usa en la sección de experimentos, dando clic en este, se abrirá una ventana con un video que muestra el respectivo experimento.

En la Figura 7 se muestran las respectivas imágenes para cada uno de los botones interactivos.

Figura 7.

Íconos interactivos del OVA



También, dentro de la herramienta se encontrará texto interactivo, este se diferencia al tener el formato de letra en negrita, cursiva y subrayado, por otra parte, algunas imágenes al hacer clic o sobreponer el cursor sobre estas, abrirán o mostrarán información en forma de ventana o pestaña respectivamente.

Los videos utilizados se adjuntan desde la plataforma YouTube; Genially, soporta videos extraídos de Vimeo, YouTube y Google Drive; sin embargo, se optó por subir los videos creados a la plataforma YouTube, ya que esta es la que cuenta con el mejor reproductor de las tres opciones de la plataforma.

Para crear dicho contenido se estableció un correo electrónico en Gmail, que será entregado a los directores del proyecto para que ellos sean quienes administren el mismo, esta información será entregada en un documento adicional con las claves e información pertinente a la escuela de Ingeniería Química con el fin, de que dicha información sea de fácil acceso a cualquier docente de la asignatura.

Los videos, autoría propia de quienes realizan el presente proyecto, se crearon con la ayuda de la herramienta Camtasia Studio 8, la cual es una suite o conjunto de programas, creados y

publicados por TechSmith, para crear tutoriales en vídeo y presentaciones vía screencast, o a través de un plug-in de grabado directo en Microsoft PowerPoint.

Camtasia Studio 8 para Microsoft Windows está compuesto de dos componentes principales:

- Camtasia Recorder - una herramienta de captura de pantalla y audio independiente
- Camtasia Studio editor - el componente con el nombre del programa, que es ahora una herramienta multimedia con la interfaz estándar del "timeline" para manejar varios clips en una misma pista (Camtasia, 2021).

3.1.4. Narrador de Contenido

Para mejorar la experiencia del objeto virtual de aprendizaje, se agregó un narrador de diapositivas, este fue adjuntado con el objetivo de ayudar a los estudiantes con problemas de *visión*, al utilizar otro sentido que les ayude a captar y comprender la información suministrada.

Para la creación de esta herramienta se utilizó un narrador de voz del programa Microsoft Edge, este, es un navegador web desarrollado por Microsoft®, basado en Chromium. Fue lanzado por primera vez para Windows 10, luego para Android y iOS en 2017, y para macOS en 2019, y para Linux en 2020 (Microsoft Edge, 2021).

Se crearon guiones para cada una de las diapositivas, estas se abrieron con Microsoft Edge, una vez allí, la herramienta muestra la opción de activar el narrador de voz, mientras la herramienta narra, la voz escogida es “Dalia”, una voz femenina, con excelente pronunciación y con acento latino, realista y agradable de escuchar. Por otro lado, en la aplicación Camtasia Studio 8 se graba el audio del sistema y este será el utilizado en la herramienta.

Genially, permite adjuntar audios desde diferentes plataformas o directamente desde el equipo, pero esta última solo se encuentra disponible en la versión Premium (versión de pago), dentro de las plataformas disponibles, se eligió SoundCloud, que es una plataforma de distribución de audio en línea en la que sus usuarios pueden colaborar, promocionar y distribuir sus proyectos musicales (SoundCloud, 2021).

Los archivos de audio se subieron a la plataforma desde la misma cuenta de correo

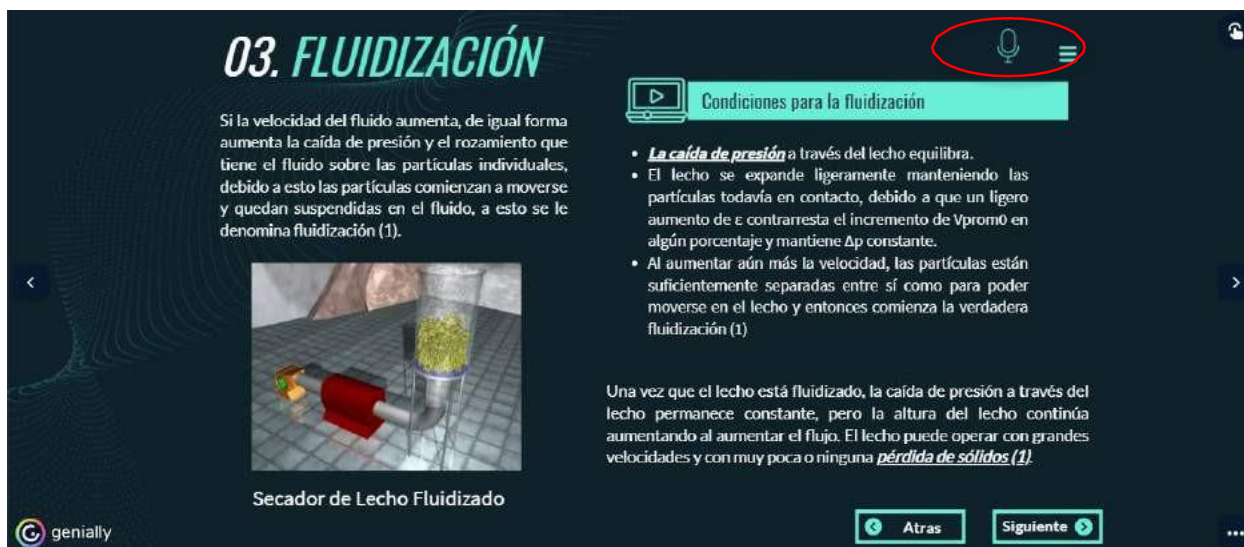
electrónico deGmail mencionada anteriormente, esto para unificar el acceso a los diferentes sitios utilizados.

Mediante un link se adjuntó el audio correspondiente a cada una de las diapositivas, esto medianteInline Frame, reproduciendo el audio directamente desde SoundCloud.

Para activar el audio de cada diapositiva se adjuntó un ícono con forma de micrófono, al dar clic sobre este, se reproducirá la narración correspondiente para cada diapositiva, simplemente presentando el audio, sin reproductores externos o cualquier otra viñeta que pudiese obstaculizar la lectura normal.

Figura 8.

Ícono utilizado para activar narrador de diapositiva.



03. FLUIDIZACIÓN

Si la velocidad del fluido aumenta, de igual forma aumenta la caída de presión y el rozamiento que tiene el fluido sobre las partículas individuales, debido a esto las partículas comienzan a moverse y quedan suspendidas en el fluido, a esto se le denomina fluidización (1).

Secador de Lecho Fluidizado

Condiciones para la fluidización

- **La caída de presión** a través del lecho equilibra.
- El lecho se expande ligeramente manteniendo las partículas todavía en contacto, debido a que un ligero aumento de ϵ contrarresta el incremento de V_{prom0} en algún porcentaje y mantiene Δp constante.
- Al aumentar aún más la velocidad, las partículas están suficientemente separadas entre sí como para poder moverse en el lecho y entonces comienza la verdadera fluidización (1)

Una vez que el lecho está fluidizado, la caída de presión a través del lecho permanece constante, pero la altura del lecho continúa aumentando al aumentar el flujo. El lecho puede operar con grandes velocidades y con muy poca o ninguna **pérdida de sólidos (1)**.

genially

Atras Siguiente

3.1.5. Experimentos propuestos

Dentro de las actividades que se propusieron en la plataforma Genially, se diseñaron una serie de experimentos caseros, con los cuales se buscó que los estudiantes asimilaran de manera natural los conceptos estudiados previamente, por medio de la observación. Estos experimentos se diseñaron de manera que no causaran accidentes graves, a continuación, se presentan las prácticas propuestas:

- Construcción de lecho fluidizado: mediante artículos como un tubo de plástico, un pequeño ventilador y esferas de icopor pequeñas, se propone simular el funcionamiento de

un lecho fluidizado.

- Fluido a través de un cuerpo con forma conocida: se observa la teoría de capa límite, haciendo pasar un fluido (humo de incienso) a través de una esfera.
- Resistencia de los objetos a ciertas formas: por medio de diferentes formas se puede observar el comportamiento del fluido cuando entra en contacto con los cuerpos y su resistencia frente a ellos.
- Principio de Bernoulli: debido al desplazamiento de un fluido a gran velocidad como lo es el viento a través de dos globos, genera que la presión disminuya y así estos se acerquen uno al otro, demostrando que la velocidad de un fluido es inverso a la presión que este genera.

3.2. Objeto virtual de aprendizaje para el estudio de cuerpos sumergidos – Práctico (Educaplay)

Se realizaron pruebas teóricas y didácticas con la ayuda de la OVA Educaplay, relacionadas con el tema de flujo alrededor de cuerpo sumergido. Con estas se busca conocer las habilidades desarrolladas por los estudiantes, cuando usen la plataforma Genially, la cual es de enfoque teórico. Se seleccionó de entre un número de plataformas la OVA Educaplay, ya que contaba con una interfaz fácil de manejar y con diversas herramientas para dar a los estudiantes varias opciones en cuanto al aprendizaje interactivo. De modo que ha sido ampliamente usada en el ámbito educacional como una forma diferente de impartir clases a través de métodos poco tradicionales, dejando balances positivos en los educadores que han dispuesto de esta herramienta como complemento a sus clases (Fernandez Parra, 2017).

A continuación, se mostrará la secuencia que se usó en la creación del contenido en esta plataforma:

3.2.1. Búsqueda de material bibliográfico

De forma análoga que en el desarrollo de la plataforma Genially, se consultaron diferentes autores para la creación de contenido acorde con las enseñanzas que se imparten en las clases regulares, garantizando así que la población de estudio no se vea afectado.

3.2.2. Creación de diferentes contenidos

Gracias a su enfoque interactivo, la plataforma permite seleccionar entre varios tipos de

actividades, ya sea para completar adivinanzas, ordenar letras o relacionar mosaicos. Esto permite que las dinámicas puedan afianzar los conocimientos adquiridos de manera teórica, sean más variados y por lo tanto el estudiante no pierda interés en el tema.

Figura 9.

Actividades disponibles en Educaplay.



Se realizaron cinco pruebas interactivas en la plataforma, dentro de la que se encuentra también una prueba que evalúa el conocimiento de los estudiantes, por medio de preguntas de selección múltiple que implican cálculos matemáticos.

Figura 10.

Actividades propuestas en Educaplay

 <p>Mapa Interactivo Tipos de fluidización ★★★★★ Seleccione el tipo de fluidización según corresponda la imagen.</p> <p>Editar Opciones</p>	 <p>Ruleta de Palabras lecho fluidizado ★★★★★ se escribirá el concepto de acuerdo con la descripción y la letra indicada en la ruleta</p> <p>Editar Opciones</p>	 <p>Relacionar Mosaico Conceptos Basicos ★★★★★ se darán algunas imágenes para que sean relacionadas con sus respectivos conceptos</p> <p>Editar Opciones</p>
 <p>Test problemas de aplicación ★★★★★ se plantearan algunos problemas, que deberan ser resueltos de manera numerica, dando asi un resultado unico</p> <p>Editar Opciones</p>	 <p>Completar preguntas teóricas ★★★★★ para este cuestionario se completaran los espacios en el texto con los conceptos dados</p> <p>Editar Opciones</p>	

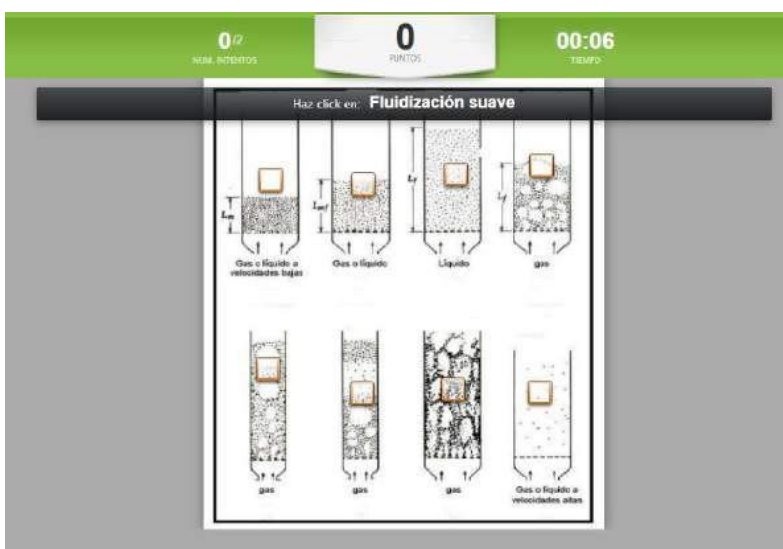
Entre las pruebas que se realizaron se encuentran:

- **Tipos de fluidización (Mapa interactivo)**

Esta actividad está diseñada con el fin de que el estudiante identifique de manera fácil los tipos de lechos. El juego consiste en clicar de manera precisa el lecho que se pide en la plataforma, este, aunque sencillo, hace que el estudiante cree nuevas asociaciones entre las imágenes que observa y el tipo de lecho que se genera:

Figura 11.

Ejercicio de seleccionar en mapa interactivo.



- **Lecho fluidizado (Ruleta de palabras)**

Para este ejercicio se usa el abecedario como base para hacer una serie de preguntas teóricas, las respuestas pueden contener o iniciar con la letra en que estemos trabajando, este tipo de actividad evalúa los conocimientos teóricos del estudiante, aprendidos en la plataforma Genially.

Figura 12.*Ruleta de conceptos.*

- **Conceptos Básicos (Relacionar mosaico)**

Esta sección aborda algunos temas relacionados con el arrastre y la capa límite en los cuerpos que son sumergidos en un flujo, es una actividad interactiva, en donde se unen las imágenes con los respectivos conceptos. Este ejercicio no contiene un límite de tiempo determinado pero si debe completarse con menos de dos desaciertos.

Figura 13.*Ejercicio de relacionar conceptos e imágenes.*

- **Problemas de aplicación (Test)**

Para esta sección fueron seleccionados ejercicios relacionados con el tema de flujo alrededor de cuerpos sumergidos, con el fin de evaluar los conocimientos adquiridos previamente por los estudiantes. Esta prueba tiene un tiempo límite de 2 horas para ser realizada, enfoca al estudiante a problemas de aplicación a la industria.

- **Preguntas teóricas (completar)**

Para esta actividad en la OVA Educaplay, se pone a prueba una vez más los conocimientos teóricos del estudiante, esto por medio de una serie de frases que se deben llenar con el concepto que va acorde a la definición. Esto ayudando al estudiante a recordar ciertos conceptos necesarios en el tema.

Figura 14.

Ejercicio de completar las frases.



3.2.3. Uso del Moodle

Finalmente, se utilizó la plataforma Moodle de la Universidad Industrial de Santander como enlace entre el estudiante y la plataforma interactiva, esto con el fin de evitar que se tengan que registrar con algún usuario, además de ser práctico para la población estudiantil que solo cuenta con un dispositivo móvil para recibir las clases de manera virtual. Este hace más fácil el control que el docente puede llevar con sus alumnos y ha ayudado de manera eficaz como herramienta para llevar el proceso del E-learning en el ámbito educacional (Haro Pacheco, Calderón Leal and Guerrero Deras, 2018).

3.3. Uso de rubricas

Para el desarrollo de las rubricas implementadas en la muestra estudiantil, se utilizó

la plataforma iRubric, con la cual se establecieron los criterios de evaluación, estos enfocados a medir el compromiso de los estudiantes con las actividades propuestas y el resultado que ello puede tener en su aprendizaje. Estos criterios son presentados a continuación:

- Ingreso a la plataforma interactiva: este criterio evalúa la cantidad de actividades que el estudiante ha realizado además de su nivel de acierto durante este proceso, mostrando su conocimiento en los temas de flujo alrededor de cuerpo sumergido.
- Uso de la herramienta virtual: en esta sección se tiene en cuenta el número de ingresos que los estudiantes hacen a la plataforma Genially, reforzando los contenidos de la clase de manera independiente.
- Desarrollo de experimentos caseros propuestos: este tipo de evaluación se diseñó con el fin de fomentar en los estudiantes el interés hacia el tema estudiado, y de cómo se comporta a nivel experimental este fenómeno.

Realización de prueba: evalúa el nivel de comprensión que el estudiante tiene con respecto a los temas teóricos, conociendo así su grado de avance en el proceso.

4. Conclusiones

Se creó material que ayuda en el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Química, por medio de componentes teóricos e interactivos, gracias a la ayuda de plataformas virtuales, las cuales son prácticas en situaciones en que la virtualidad es un elemento necesario en la educación superior.

Se plantearon diferentes experimentos que pueden ser llevados a cabo de manera casera y que no representan una amenaza a la seguridad del estudiante, contribuyendo así a la asimilación de ciertos conceptos de manera práctica.

Se aprovecharon los recursos de la Universidad Industrial de Santander como lo es la plataforma Moodle, creando una comunicación más eficaz entre el estudiante y el docente, y facilitando la calificación de las habilidades obtenidas por parte de los participantes.

Las implementaciones de estos contenidos no se pudieron abordar en este trabajo, debido a

cuestiones de tiempo, sin embargo, las herramientas desarrolladas están enfocadas en la ayuda del aprendizaje del estudiante en el tema., demostrando así que las herramientas virtuales son una buena opción cuando se requieren trabajos didácticos sin un espacio físico disponible o material especializado.

La forma de evaluar este proceso se desarrolló mediante rubricas, con criterios evaluativos enfocados a actividades específicas realizadas por el estudiante, ayudando al evaluador a conocer la efectividad del proceso, con respecto a la participación del estudiante en ellas.

Referencias Bibliográficas

- Chica, E., 2011. Una Propuesta de Evaluación Para el Trabajo de un Grupo Mediante Rúbrica. 14th ed. Rev. De Inv. Edu, pp.67-82.
- Darby, R. and Chhabra, R., 2017. Chemical engineering fluid mechanics. 3rd ed. Editorial CRC Press.
- Es.educaplay.com. 2021. Educaplay: Free educational games generator. [online] Available at: <<https://es.educaplay.com/>> [Accessed 11 February 2021].
- Espinoza Garcia, M., 2012. Operaciones y procesos unitarios. 1st ed. Chiclayo, Peru: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, pp.22-40.
- Es.wikipedia.org. 2021. Camtasia. [online] Available at: <<https://es.wikipedia.org/wiki/Camtasia>> [Accessed 17 March 2021]
- Es.wikipedia.org. 2021. Microsoft Edge. [online] Available at: <https://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Edge> [Accessed 17 March 2021].
- Es.wikipedia.org. 2021. SoundCloud. [online] Available at: <<https://es.wikipedia.org/wiki/SoundCloud>> [Accessed 17 March 2021].
- Fernandez Parra, D., 2017. Herramienta multimedia (educaplay) como estrategia para el aprendizaje de química general en segundo semestre de la carrera de biología, química y laboratorio periodo octubre 2016-marzo 2017. Trabajo De Investigación. Universidad nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Fiad, S. and Galarza, O., 2015. El Laboratorio Virtual Como Estrategia Para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje del Concepto de Mol. 8th ed. pp.3-14.
- Genial.ly. 2021. We're Genially. [online] Available at:

<<https://www.genial.ly/genially>> [Accessed 11 February 2021].

- Haro Pacheco, M., Calderón Leal, V. and Guerrero Deras, S., 2018. Aprendizaje y tecnología desde la experiencia docente. 1st ed. pp.40-46.
- McCabe, W., Smith, J., Harriott, P., Huerta Cevallos, R. and Roig Vázquez, P., 2010. Operaciones unitarias en ingeniería química [recurso electrónico]. 7th ed. McGraw-Hill Interamericana, S.A.
- McCabe, W., Smith, J. and Harriot, P., 2000. *Operaciones unitarias en ingeniería química*. 1st ed. McGraw-Hill Interamericana.
- Mott, R., Untener, J., Murrieta Murrieta, J. and Hernández Cárdenas, R., 2015. *Mécanica de fluidos*. México: Pearson.
- Perry, R., 1984. *Chemical engineer's handbook*. New York: McGraw-Hill.
- Sengel, Y., Cimbalá, J. and Faddeeva Sknarina, S., 2006. *Mecánica de fluidos fundamentos y aplicaciones*. McGraw Hill.
- Rcampus.com. 2021. iRubric: Home of free rubric tools: RCampus. [online] Available at: <<https://www.rcampus.com/indexrubric.cfm>> [Accessed 12 February 2021].

Apéndice A.

Rubrica de evaluación de actividades

criterio		iRubric		
%	bajo Tiene pocos conocimientos o habilidades en el criterio propuesto 1 pts	aceptable Conoce de manera básica los conceptos presentados. 2 pts	bueno Tiene habilidades en el manejo de conceptos relacionados con el tema 3 pts	excelente Domina de manera correcta los conceptos expuestos, además posee habilidades de comunicación y análisis 4 pts
Ingreso a la plataforma Interactiva pts Educoptey	bajo no ingresa a la plataforma ni desarrolla las actividades propuestas.	aceptable Desarrolla al menos una de las actividades contenidas en el sitio web.	bueno Participa activamente en la plataforma y obtiene resultados aceptables en las actividades.	excelente Usa de manera regular la herramienta virtual además de tener buenos resultados en las actividades.
Uso de la herramienta virtual pts Genially	bajo No revisa el contenido teórico en la plataforma.	aceptable Usa de manera ocasional el contenido de la página.	bueno Entra de manera seguida a la plataforma, como complemento de los contenidos de clase.	excelente Usa constantemente los contenidos expuestos en la plataforma y los aplica.
Desarrollo de experimentos caseros propuestos pts Uso de medios multimedia para probar su desarrollo.	bajo No Desarrolla los experimentos propuestos en la plataforma.	aceptable Lleva a cabo por lo menos uno de los experimentos propuestos en el laboratorio.	bueno Desarrolla más de un experimento sugerido en la plataforma y genera preguntas respecto al tema.	excelente Completa la sección experimental y crea conclusiones del fenómeno estudiado.
Realización de prueba escrita pts	bajo Obtiene una puntuación de menos del 25% en la prueba del tema.	aceptable Tiene resultados aceptables pero aún bajos en la prueba de menos del 50% de aprobación.	bueno aprueba se manera satisfactoria más de la mitad de las preguntas en el cuestionario.	excelente tiene resultados prometedores de por lo menos un 75% en la prueba aquí presentada.