

Diseño de un Módulo Interactivo para Apoyar el Aprendizaje Mediado por TICs en la  
Asignatura “Balance de Materia y Energía en Procesos Metalúrgicos” del Programa de  
Ingeniería Metalúrgica de la UIS

Eliana Julieth Mantilla Villamizar

Valentina Otero Castillo

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero Metalúrgico

Directora:

Viviana Raquel Güiza Argüello PhD.

Ingeniería Química

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas

Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales

Bucaramanga

2021

**Dedicatoria**

A Dios y a mí, por la paciencia.

**Eliana Julieth Mantilla Villamizar**

A Dios y a mi familia que son el motor de mi vida.

**Valentina Otero Castillo**

### **Agradecimientos**

El agradecimiento de la realización de nuestro proyecto de grado y la culminación de nuestros estudios de pregrado en esta alma mater, va dirigido principalmente a Dios, por la sabiduría, la paciencia y la oportunidad brindada a lo largo de esta etapa, las cuales fueron necesarias para convertirnos en lo que somos ahora, ingenieras metalúrgicas. También, para una de las mejores maestras, quien también fue nuestra directora de proyecto de grado, Viviana Raquel Güiza Argüello, por su motivación y su apoyo, factores indispensables en la culminación exitosa de este proyecto. De igual forma, nuestros mayores agradecimientos a todo el personal administrativo y técnico de nuestra Escuela, por su colaboración constante e interés en nosotros.

Finalmente, a los que hicieron este camino universitario más ameno y divertido, quienes estuvieron en los buenos momentos y en los no tan buenos, quienes nos vieron llorar, reír y nos compartieron sus consejos; ustedes saben a quienes nos referimos, a ustedes mil gracias, los llevamos en el corazón.

## Tabla de Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	9
1. Objetivos .....	10
1.1 Objetivo General .....	10
1.2 Objetivos Específicos.....	10
2. Marco Referencial.....	11
2.1. Antecedentes .....	11
2.2. Fundamentos conceptuales.....	12
2.2.1. Las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje.....	13
2.2.2. E-learning.....	13
2.2.3. Conceptos Balance de Materia y Energía en Procesos Metalúrgicos .....	14
2.2.3.1. Estequiometria .....	15
2.2.3.2. Balances de masa y energía.. .....	15
2.2.3.4. Alto horno .....	16
3. Metodología. ....	16
3.1. Búsqueda y recopilación de información sobre herramientas de diseño .....	17
3.2. Aprendizaje de las herramientas de diseño seleccionadas. ....	17
3.3. Búsqueda, compilación y clasificación de contenido pedagógico para el módulo....	18
3.4. Diseño del módulo de aprendizaje interactivo. ....	18
4. Resultados y discusión.....	18
4.1. Selección y aprendizaje de herramientas interactivas.....	19
4.2. Desarrollo y clasificación de los ejercicios.....	20
4.2.1. Ejercicio nivel principiante (Restrepo, 2008).....	21
4.2.2. Ejercicio nivel intermedio I (Butts, 1943) .....	21
4.2.3. Ejercicio nivel intermedio II (Morris, 2012).....	22
4.2.4. Ejercicio nivel avanzado (Hougen, 1982).....	22
4.3. Estructuración y montaje de los ejercicios en el software. ....	25
4.4. Ensamble y funcionamiento de las herramientas en el aula virtual Moodle.....	26
5. Conclusiones y Recomendaciones .....	34

Referencias Bibliográficas .....	35
Anexos .....	38

### Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Esquema del proceso correspondiente al ejercicio nivel intermedio II.....	22
<b>Figura 2</b> Composiciones de las corrientes del proceso del ejercicio nivel avanzado .....	23
<b>Figura 3</b> Composiciones del gas correspondientes al ejercicio nivel avanzado .....	23
<b>Figura 4</b> Vista preliminar Moodle - Módulo Interactivo de Aprendizaje.....	27
<b>Figura 5</b> Vista preliminar ejercicio nivel intermedio II .....	28
<b>Figura 6</b> Actividad "rellenar huecos" .....	29
<b>Figura 7</b> Retroalimentación del ejercicio enviado en la sección Aire Total Bnr .....	30
<b>Figura 8</b> Visualización libro digital correspondiente al ejercicio intermedio II .....	32
<b>Figura 9</b> Visualización cuestionario H5P correspondiente al ejercicio intermedio II .....	33

## Resumen

**Título:** Diseño de un Módulo Interactivo para Apoyar el Aprendizaje Mediado por TICs en la Asignatura “Balance de Materia y Energía en Procesos Metalúrgicos” del Programa de Ingeniería Metalúrgica de la UIS\*

**Autor:** Eliana Julieth Mantilla Villamizar, Valentina Otero Castillo\*\*

**Palabras Clave:** Aprendizaje, Balance, Enseñanza, Modulo educativo, Moodle, TIC.

**Descripción:** La emergencia sanitaria debida al Covid-19, ha motivado cambios drásticos en la forma como se desarrollan los procesos de enseñanza-aprendizaje a nivel mundial, por lo cual, a su vez, mayores esfuerzos han sido enfocados hacia el desarrollo y creación de herramientas apoyadas en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) que permitan mejorar la comprensión de los contenidos de clase. El proyecto realizado propuso construir un módulo interactivo educativo para la asignatura de Balance de Materia y Energía en Procesos Metalúrgicos, que presente los contenidos temáticos del curso utilizando herramientas de software de código abierto como Exe-Learning y H5P, que facilitan la enseñanza mediante un método didáctico, y que a su vez fueron compatibles con la plataforma Moodle de la Universidad. Para ello se crearon 4 paquetes en formato SCORM, cada uno con ejercicios resueltos relacionados con la asignatura y propios de la industria metalúrgica, incluyendo un desarrollo paso a paso. Adicionalmente, se creó un libro digital en la herramienta Flip PDF Professional y una actividad interactiva calificable como evidencia de la realización de los ejercicios, con el fin de ofrecer al estudiante un entorno de aprendizaje sencillo, atractivo y eficiente para reforzar en casa los conceptos estudiados en clase.

---

\*Proyecto de grado práctica en docencia.

\*\* Eliana Julieth Mantilla Villamizar, Valentina Otero Castillo

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales.

Directora: PhD Viviana Raquel Güiza Argüello

### Abstract

**Title:** Design of an Interactive Module to Support TIC's-Mediated Learning in the Subject "Balance of Material and Energy in Metallurgical Processes" of the Metallurgical Engineering Program of the UIS\*

**Author:** Eliana Julieth Mantilla Villamizar, Valentina Otero Castillo\*\*

**Key Words:** Learning, Balance, Teaching, Educational Module, Moodle, TIC.

**Description:** The health emergency due to Covid-19 has led to drastic changes in the way teaching-learning processes are developed worldwide, for which, in turn, greater efforts have been focused on the development and creation of supported tools. in Information and Communication Technologies (ICT) that allow improving the understanding of class content. The project carried out proposed to build an interactive educational module for the subject of Balance of Matter and Energy in Metallurgical Processes, which presents the thematic contents of the course using open source software tools such as Exe-Learning and H5P, which facilitate teaching through a method didactic, and that in turn were compatible with the Moodle platform of the University. For this, 4 packages were created in SCORM format, each one with solved exercises related to the subject and typical of the metallurgical industry, including a step-by-step development. Additionally, a digital book was created in the Flip PDF Professional tool and an interactive activity qualifying as evidence of the completion of the exercises, in order to offer the student a simple, attractive and efficient learning environment to reinforce at home the concepts studied in class.

---

\* Degree Project practice un teaching

\*\* Eliana Julieth Mantilla Villamizar, Valentina Otero Castillo

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales.

Directora: PhD Viviana Raquel Güiza Argüello

## Introducción

La informática, el uso de aplicaciones computacionales y la búsqueda de diferentes formas para obtener y comprender información, son factores que se hacen cada vez más relevantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente en un contexto universitario. Particularmente, la pandemia del Covid-19 ha evidenciado aún más la necesidad de fortalecer dicho proceso mediante el uso de herramientas TIC.

En la Escuela de Ingeniería Metalúrgica de la UIS se oferta la asignatura “Balance de Materia y Energía en Procesos Metalúrgicos”, la cual tiene como propósito que el estudiante adquiera habilidades prácticas para analizar y solucionar problemas de balance de materia y energía típicos de su profesión. En este sentido, este trabajo de investigación apunta a la elaboración de un módulo educativo para fortalecer el aprendizaje didáctico de esta asignatura, el cual sea accesible desde la plataforma digital de la Universidad Industrial de Santander.

La construcción de esta herramienta interactiva de aprendizaje se apoyó en el uso de una herramienta de software la cual permitió crear contenidos educativos de una manera sencilla, facilitando la exportación del contenido generado en múltiples formatos. Con la creación de este módulo educativo se espera potenciar el aprendizaje virtual de la asignatura, a la vez que se ofrece al estudiante un entorno de aprendizaje atractivo y eficiente para reforzar en casa los conceptos estudiados en clase.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Diseñar un módulo interactivo para apoyar el aprendizaje mediado por TIC en la asignatura “Balance de Materia y Energía en Procesos Metalúrgicos” del programa de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Industrial de Santander.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Realizar una búsqueda extensiva sobre herramientas de diseño y programación de uso libre para la construcción de módulos de aprendizaje interactivos, los cuales sean compatibles con la plataforma Moodle.

Seleccionar y desarrollar ejercicios prácticos e ilustrativos sobre balances de materia y energía en procesos metalúrgicos, con base en una consulta rigurosa de la bibliografía disponible.

Construir un módulo de aprendizaje interactivo para el aula virtual de la asignatura “Balance de Materia y Energía en Procesos Metalúrgicos”, con base en el contenido temático seleccionado anteriormente y utilizando las herramientas de diseño y programación establecidas.

## **2. Marco Referencial**

### **2.1. Antecedentes**

Hace pocos años era imposible imaginar una situación en el mundo de la educación como la que vivimos ahora. La tecnología, entendida como el arte del saber hacer, ha estado presente en la historia de la pedagogía, pero en las últimas décadas ha tomado un papel predominante como una herramienta al servicio de la educación.

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) tienen una gran influencia en la educación, ya que han ido evolucionando en estos últimos años. El utilizar alguna tecnología en el aula pasó a ser indispensable para el desarrollo de las clases, teniendo en cuenta la necesidad de estas herramientas básicas para docentes y alumnos. Es decir, dentro del ámbito de la educación, el docente y el alumno deben estar apoyados por materiales didácticos que sean desarrollados a medida que avanzan las clases y que estén basados en los contenidos de la asignatura, facilitando así el alcance de las competencias planteadas durante un periodo determinado.

Debido a esta necesidad, han surgido nuevos ambientes de aprendizaje apoyados en la informática en los cuales el aprendizaje es entendido como el conjunto de actividades realizadas por los estudiantes sobre la base de sus capacidades y experiencias previas, con el objeto de lograr ciertos resultados, ya sean conceptuales, procedimentales o actitudinales (Crisólogo, 2000).

En este contexto, los módulos didácticos interactivos proporcionan a los estudiantes un cambio de actitud, ya que generan estímulos visuales y/o auditivos que facilitan la enseñanza brindada por la web mediante los soportes instruccionales apropiados. Estos módulos deben ser adecuadamente estructurados y organizados, para que puedan ser utilizados eficientemente por docentes y estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Esteban A. y Rodríguez G. (2011), mencionan que “un módulo educativo, conocido como módulo instruccional, es un material didáctico interactivo que contiene todos los elementos necesarios para el aprendizaje de conceptos y destrezas al ritmo del estudiante, sin el elemento presencial continuo del profesor o instructor”. El módulo se valida como la presentación de un contenido temático, siguiendo una metodología encaminada a lograr una comunicación efectiva con el lector o usuario. Su propósito es hacer posible la retención o comprensión del conocimiento desde algún modelo de aprendizaje.

También, Cornejo (1993) plantea que un módulo didáctico “es una estructura articular de unidades y actividades de aprendizaje que, en un lapso flexible de tiempo, permite alcanzar objetivos educacionales de desarrollo de capacidades, destrezas y actitudes que posibiliten al estudiante al cumplimiento de las metas y fines propuestos inicialmente”. Cada unidad es autosuficiente para el logro de capacidades en el educando. A través de él, se abordan problemas educativos relacionando el análisis teórico y la intervención práctica, mediante producciones teóricas de carácter pedagógico y mediante el desarrollo de unidades que encaminen el proceso de enseñanza-aprendizaje a un ambiente de autonomía.

## **2.2. Fundamentos conceptuales**

La enseñanza y aprendizaje online, más conocido como e-learning, de la mano con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) brindan la posibilidad de adquirir conocimiento en un entorno dinámico e interactivo, pues permiten la presentación y resolución de situaciones problema comunes del campo de estudio.

### ***2.2.1. Las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje***

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación hacen referencia a las nuevas formas de comunicación, mediante el uso de herramientas tecnológicas y de comunicación, para facilitar el acceso y tratamiento de la información, además de la emisión y recepción de esta.

El surgimiento de Tecnologías de la Información y la Comunicación y su posterior inclusión masiva en la sociedad juegan un rol fundamental en el contexto educativo, realizando un aporte fundamental al desarrollo de nuevo software educativo (Pizarro, 2009). Esto puede favorecer, según el informe del IPE-UNESCO (2006), a la adquisición de habilidades, necesarias para los nuevos tiempos, tales como la creación y selección de la información, autonomía, capacidad para tomar decisiones, flexibilidad y capacidad de resolver problemas, trabajo en equipo y habilidades comunicativas. Adicionalmente, en este informe se afirma:

“Es bastante evidente la necesidad de incluir las TICs en la realidad del sistema educativo como una herramienta que apoye tanto lo referido al aprendizaje de los alumnos y de los profesores, como lo que se refiere a mejorar la eficiencia de la gestión de las instituciones y del sistema educativo en general. Por ello debe constituirse en una oportunidad para producir cambios profundos.”

### ***2.2.2. E-learning***

Electronic learning, abreviado en inglés e-learning, es el término utilizado para el proceso de enseñanza – aprendizaje en línea, es decir a través de la tecnología y la internet. Así pues, el e-learning debe entenderse como una modalidad formativa que pretende aportar flexibilidad y personalización en los procesos de aprendizaje (Ganduxé, 2018), además, aprovecha plataformas

módulos, o entornos de aprendizaje virtual, llamados Learning Management System (LMS) los cuales pueden ser privados o de código abierto como Moodle.

### ***2.2.3. Conceptos Balance de Materia y Energía en Procesos Metalúrgicos***

La asignatura “Balance de Materia y Energía en Procesos Metalúrgicos” posee un enfoque fundamentalmente práctico, y presenta al estudiante el reto intelectual de desarrollar conjuntamente habilidades de análisis, cálculo y diseño, en el contexto de problemas típicos de su profesión. Con el fin de fortalecer el aprendizaje en este curso de pregrado, en el presente trabajo de investigación se construyó un módulo interactivo de aprendizaje que está enfocado tanto en los fenómenos que ocurren en los procesos metalúrgicos, como en el análisis y desarrollo práctico de problemas típicos de este campo de la ingeniería. El curso se divide en las siguientes 4 temáticas, las cuales fueron abordadas con un ejercicio para cada una de ellas:

- I. **Introducción a los cálculos de ingeniería de procesos:** Este primer módulo contiene los temas bases para la resolución de problemas propuestos en la asignatura, los tópicos que se abarcan son: Conversión de unidades y de ecuaciones, parámetros adimensionales, estequiometría y problemas de estequiometría en metalurgia, manejo de información de gases ideales y psicrometría y la ingeniería de procesos en metalurgia.
- II. **Balances de materia:** En este módulo se estudia la conservación de la masa, a su vez se incluyen los temas de balances de materia en procesos estacionarios, con y sin reacción química, problemas que involucran recirculación, procesos no estacionarios y casos de estudio en procesos metalúrgicos.

- III. **Balances de energía:** En el tercer módulo se abordan las temáticas de formas de energía, unidades de energía, termodinámica y termoquímica, balances de energía en estado estacionario, representación de diagramas de Sankey, con el fin de solucionar casos de estudio en procesos metalúrgicos.
- IV. **Balances conjuntos de materia y energía:** Finalmente en este último módulo el estudiante cuenta con la capacidad para la resolución de problemas seleccionados en el área de procesos metalúrgicos, así como problemas que involucran condensación, vaporización y aspectos medioambientales.

**2.2.3.1. Estequiometría.** La finalidad de esta temática es que el estudiante sepa ejecutar adecuadamente el ajuste de ecuaciones, la masa molar y las leyes de la combinación química en la determinación de las cantidades de sustancias involucradas en una reacción química con el fin de poder resolver ejercicios estequiométricos siguiendo pasos justificados que involucren el uso adecuado de las ecuaciones químicas balanceadas.

**2.2.3.2. Balances de masa y energía.** Este conocimiento es fundamental para el diseño y control de procesos metalúrgicos industriales. Los balances de masa y energía son acoplados para optimizar el consumo de materia y energía en un proceso, reduciendo costos y desperdicios. Si algún cambio ocurre en el proceso, los balances de masa y energía tienen que realizarse de nuevo. Los primeros balances son realizados durante el diseño de un proceso, mejorados en la fase de planta piloto, y refinados o mantenidos como instrumento de control una vez puesta la planta de producción.

Los balances de energía son normalmente algo más complejos que los de materia, debido a que la energía puede transformarse de unas formas a otras (mecánica, térmica, química, etc.), lo que obliga a considerar este aspecto en las ecuaciones.

En general, los balances de energía serán imprescindibles en el caso de los reactores químicos como el alto horno para su diseño, ya que en cualquier caso habrá que asegurarse de que la temperatura del reactor permanezca dentro del intervalo deseado, especialmente cuando los efectos térmicos de la reacción sean importantes. Para hacer un balance de energía global, la ley de conservación de la energía (Primera Ley de la Termodinámica) establece que la energía no puede crearse ni destruirse, y para los procesos en estado estacionario no hay acumulación por definición (Felder, 2000).

**2.2.3.4. Alto horno** La mena o mineral de hierro que se extrae de las minas es un óxido de hierro (un compuesto formado por hierro y oxígeno mezclado con otras sustancias acompañantes). Para separar el oxígeno del hierro es necesario someter al mineral a un proceso que se denomina reducción. El alto horno es un reactor vertical que emplea carbono para reducir estos óxidos de hierro. Su objetivo es producir arrabio de una manera uniforme, tanto en composición como en cantidad. Aunque el horno alto constituye probablemente el proceso siderúrgico más complejo, se ha llegado a un elevado nivel tecnológico en su diseño y control, lo que junto con el proceso de acería LD, convierte a estas tecnologías en las más adecuadas para la obtención de elevadas cantidades de aceros de alta pureza y calidad. (García, 2017)

### **3. Metodología.**

### **3.1. Búsqueda y recopilación de información sobre herramientas de diseño y programación de uso libre para la construcción de módulos de aprendizaje interactivos compatibles con la plataforma Moodle.**

Para el alcance de esta actividad fue necesario buscar información sobre herramientas de diseño y programación de módulos de aprendizaje. Seguidamente, se realizó una compilación de datos y características de software o programas que permitieran la creación de contenido educativo compatible con la plataforma digital de la Universidad, con el fin de seleccionar aquellas herramientas que permitieran diseñar módulos interactivos con Moodle, y así poder determinar cuáles de las herramientas anteriormente seleccionadas se ajustaban mejor al material pedagógico que se pretendía desarrollar. Lo anterior, se realizó mediante la comparación de características, funciones y compatibilidad de los programas y herramientas software investigados, con el propósito de seleccionar el más adecuado para el proyecto.

### **3.2. Aprendizaje de las herramientas de diseño seleccionadas.**

Esta fase del proyecto se realizó mediante el uso de tutoriales y demás información útil disponible, se hizo un proceso de autoaprendizaje de las herramientas de diseño y programación seleccionadas. A manera de práctica, se hicieron pruebas preliminares de construcción de módulos interactivos usando problemas básicos de la asignatura, con el fin de conocer, navegar y explorar el software para probar el autoaprendizaje realizado. Una vez verificado el aprendizaje y dominio apropiado de las herramientas, se siguió con la siguiente etapa del proyecto.

### **3.3. Búsqueda, compilación y clasificación de contenido pedagógico para la elaboración del módulo.**

Con el apoyo de las bases de datos de la Universidad, se consultó el material bibliográfico disponible y relacionado con la asignatura, para seleccionar un grupo de ejercicios prácticos que fueran ilustrativos y permitieran reforzar los objetivos de aprendizaje del curso. Una vez seleccionados, dichos ejercicios, se desarrollaron de manera detallada en formato PowerPoint, Word y PDF, explicando paso a paso cada procedimiento matemático, además de los conceptos y/o herramientas matemáticas necesarias para la comprensión de la solución. De esta forma, se tuvo el insumo completo para implementarlo en el diseño del módulo.

### **3.4. Diseño del módulo de aprendizaje interactivo.**

Una vez preparada y organizada toda la información y los contenidos necesarios para el módulo interactivo, se procedió a su construcción. Finalmente, se reprodujo y verificó en el programa la totalidad de los temas y actividades seleccionadas y desarrolladas, así como el correcto funcionamiento de cada uno de ellos, con el fin de exportar el proyecto en un formato compatible con la plataforma digital Moodle de la Universidad.

## **4. Resultados y discusión.**

Teniendo en cuenta la metodología planteada anteriormente se dividió el reporte de resultados en las siguientes 4 secciones:

#### **4.1. Selección y aprendizaje de herramientas interactivas.**

Para cumplir con el objetivo de este proyecto, fue necesaria la búsqueda de herramientas de software o programas de código abierto que permitieran la creación de contenido educativo y que a su vez fuese compatible con la plataforma Moodle de la Universidad.

El software seleccionado fue Exe-Learning, el cual es un software gratuito utilizado para la creación de contenido web educativo interactivo, permite generar contenido en formato HTML5 y se puede exportar en formato SCORM, con la finalidad de integrarlo en un LMS (Learning Management System) como Moodle.

Para el uso del software mencionado anteriormente, fue necesario el autoaprendizaje de las herramientas brindadas por este, mediante video-tutoriales de YouTube y la práctica, pues se realizaron ejercicios básicos con el fin de utilizar y descubrir cada una de las funcionalidades que esta herramienta ofrece.

Adicional a este software, se escogió la herramienta Flip PDF Professional, un creador de libros animado que se caracteriza por la función de edición de página, es decir, ofrece plantillas prediseñadas y permite personalizar el archivo PDF que se quiera presentar, facilitando la incorporación del contenido multimedia y la exportación en forma de libro digital.

Como complemento se seleccionó la herramienta H5P (abreviatura de Paquete HTML5), el cual permite la creación de contenido interactivo en formato HTML5 y se puede publicar en páginas web o plataformas en línea, incluidas Moodle. Los recursos y actividades pueden ser generadas desde la plataforma H5P.org o desde Moodle directamente, sin necesidad de crear una cuenta en el sitio oficial, lo cual permite que estas actividades puedan ser calificadas dentro del curso y quedar registradas en el libro de calificaciones, esta herramienta se usó con el fin de realizar un cuestionario a modo garantizar la realización de cada ejercicio propuesto.

Como herramientas adicionales se utilizaron programas del paquete de Office, como Word, PDF, Excel y PowerPoint, los cuales fueron empleados para la realización, edición y revisión de cada uno de los ejercicios propuestos.

#### **4.2. Desarrollo y clasificación de los ejercicios.**

Se realizaron cuatro ejercicios correspondientes a cada una de las temáticas impartidas en la asignatura Balance de Materia y Energía en Procesos Metalúrgicos. El proceso para cada uno fue similar: primero se realizó una búsqueda exhaustiva en la literatura con el fin de encontrar un ejercicio que contuviera los temas principales de cada módulo en el que está dividida la asignatura; la complejidad de cada ejercicio se asignó de acuerdo con el tópico respectivo, los conocimientos requeridos y el porcentaje de avance de la materia según el orden cronológico del plan de la asignatura. Es decir, para la primera temática “Introducción a los cálculos de ingeniería de procesos” se seleccionó el ejercicio con menor complejidad, llamado ejercicio nivel principiante. Para el segundo tema “Balance de materia”, se asignó el ejercicio nivel intermedio I; para el tercer tema, “Balances de energía”, se designó el ejercicio nivel intermedio II, y finalmente, para el último tema de la asignatura se escogió el ejercicio nivel avanzado, el cual involucra la mayor complejidad debido a que en este se emplean los conocimientos y la capacidad de análisis adquiridos en las anteriores temáticas.

Luego de esto, se procedió a solucionar los ejercicios manualmente para posteriormente trasladarlos a una presentación Power Point, detallando el paso a paso, la cual sirvió como plantilla para estructurar la información del módulo educativo. Adicionalmente, se presentaron los ejercicios en formato Word para posteriormente convertirlos a PDF con el fin de crear el libro de

ejercicios mediante el programa Flip PDF Professional, incluyendo la solución a cada problema en forma de libro digital.

#### **4.2.1. Ejercicio nivel principiante (Restrepo, 2008)**

Se tuesta pirita ( $\text{FeS}_2$ ) con un exceso de aire para producir  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{SO}_2$ . El gas de chimenea contiene 4,5% de  $\text{SO}_2$  y el resto  $\text{N}_2$  y  $\text{O}_2$ . Calcule según la base de cálculo de 750 kilogramos de pirita:

- a. El requerimiento teórico de aire (en  $\text{Nm}^3$ ).
- b. El requerimiento real de aire.
- c. La composición volumétrica del gas de chimenea.
- d. El volumen de gas de chimenea a  $630^\circ\text{C}$  (en  $\text{Nm}^3$ ).

#### **4.2.2. Ejercicio nivel intermedio I (Butts, 1943)**

Un alto horno de hierro que funde un mineral de magnetita utiliza 912 toneladas cortas de mineral por día, 510 toneladas de coque y suficiente caliza para producir una escoria del 40% de  $\text{SiO}_2$ . Asuma que todo el fósforo, la mitad del manganeso y la quinta parte del silicio cargado se reducen y van al arrabio, que también contiene por análisis 4 por ciento de carbono. Suponga que todo el azufre va a la escoria como  $\text{CaS}$ . El 1 por ciento del hierro cargado se pierde en la escoria.

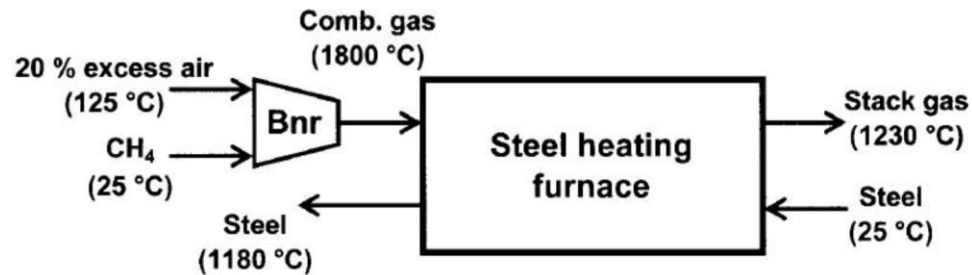
El aire inyectado asciende a 112000 pies cúbicos (medidos a una temperatura de  $60^\circ\text{F}$ , y 30 in de presión) que contiene 9 granos de humedad por pie cúbico, por tonelada de coque cargado. Se requiere un balance de masa completo del horno, en libras por día.

#### 4.2.3. Ejercicio nivel intermedio II (Morris, 2012)

Un horno calienta palanquillas de acero de 46.800 kg/h de 25 °C a 1180 °C utilizando 7000 m<sup>3</sup>/h (STP) CH<sub>4</sub> como combustible, con un 20% de exceso de aire de combustión. A continuación, se muestra un esquema del proceso. Calcula la eficiencia térmica (%) y la pérdida de calor del horno en kcal / seg.

Figura 1

Esquema del proceso correspondiente al ejercicio nivel intermedio II.



Nota. Representación gráfica del proceso correspondiente al ejercicio nivel intermedio II.

#### 4.2.4. Ejercicio nivel avanzado (Hougen, 1982)

Para producir 100 kg de fundición, un alto horno se carga con 212,7 kg de mineral, 110 kg de carbón y 13 kg de fundente.

La composición de las corrientes del proceso son las siguientes:

**Figura 2.**

*Composiciones de las corrientes del proceso del ejercicio nivel avanzado.*

MINERAL (212,7 kg)		CARBÓN (110 kg)		FUNDENTE (13,9 kg)		FUNDICIÓN (100 kg)	
$Fe_2O_3$	54,93%	$C$	86,89%	$SiO_2$	78,38%	$C$	3,12%
$FeO$	8,48%	$O$	3,15%	$Al_2O_3$	13,99%	$Si$	1,52%
$CaO$	9,58%	$H$	0,45%	$CaO$	0,53%	$Mn$	2,22%
$Mn_3O_4$	4,97%	$N$	0,51%	$Fe_2O_3$	3,90%	$Fe$	93,14%
$Al_2O_3$	3%	$H_2O$	7%	$H_2O$	3,20%		100%
$MgO$	1,83%	<i>Cenizas</i>	2%		100%		
$SiO_2$	4,92%		100%				
$H_2O$	4,48%						
$CO_2$	7,81%						
	100%						

*Nota.* Composiciones de las corrientes del proceso compuestas por mineral, carbón, fundente, y fundición.

El poder calorífico total del carbón es 7035 kcal por kg. El gas limpio (sin cenizas) obtenido tiene la siguiente composición en volumen sobre la base libre de humedad:

**Figura 3.**

*Composiciones del gas correspondientes al ejercicio nivel avanzado.*

$CO_2$	12,62%
$CO$	25,56%
$CH_4$	0,69%
$H_2$	1,34%
$N_2$	59,79%
	100%

*Nota.* Composiciones del gas compuesto por  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$ ,  $H_2$  y  $N_2$  correspondientes al ejercicio nivel avanzado.

El mineral, el fundente y el carbón se cargan al horno a una temperatura media de 25°C. La corriente de aire se seca y entra en las toberas a una temperatura de 300°C, libre de humedad.

Los gases salen del horno a una temperatura de 173°C y tan solo contienen cantidades despreciables de cenizas.

La escoria y la fundición salen del horno a una temperatura media de 1360°C.

Para enfriar el revestimiento del etalaje del horno y por tanto proteger del calentamiento excesivo los refractarios, circula agua por una tubería que pasa alrededor de la circunferencia del etalaje. Sobre la base de 100 kg de fundición obtenida, circulan 576 kg de agua que se calientan elevando su temperatura 13°C.

Toda el agua que existe en el mineral se separa en la parte superior del horno sin reducirse. Suposición: todo el dióxido de carbono y agua del mineral salen del alto horno en los gases. El  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  y  $\text{MgO}$  van a la escoria.

En la zona caliente del horno los óxidos se reducen posteriormente al estado metálico para proporcionar las demandas de hierro de la fundición. El hierro que queda pasa a la escoria como  $\text{FeO}$ .

El contenido en silicio de la fundición lo proporciona la sílice que se reduce a silicio metálico. Lo que queda de sílice va a la escoria en forma de  $\text{SiO}_2$ .

Una parte del  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  del mineral se reduce en forma de manganeso metálico, proporcionando el que existe en la fundición. Lo que queda de manganeso pasa a la escoria como  $\text{MnO}$ .

El oxígeno separado en la reducción de los óxidos de hierro, silicio y manganeso se encontrará en los gases como  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  o  $\text{H}_2\text{O}$  (combustión del hidrógeno presente en el carbón). Los gases también contienen el  $\text{CO}_2$  y el  $\text{H}_2\text{O}$  del mineral.

Base: 100kg de fundición obtenida.

Calcúlense los balances completos de materia y energía de este horno.

### 4.3. Estructuración y montaje de los ejercicios en el software.

Luego de una revisión cuidadosa de las soluciones a los problemas planteados y desarrollados en PowerPoint, se buscó en la herramienta Exe-Learning una actividad interactiva que permitiera la comprensión y el seguimiento para la realización de los ejercicios, por lo cual se escogió una combinación entre “texto” y “rellenar huecos”, los cuales se pueden encontrar en los *iDevices* del menú. Adicional a esto, se tuvo en cuenta que el ejercicio se presentara por secciones las cuales mediante un título permitieran identificar cuál paso se desarrollaba, es decir, si la página o sección se llama “Balance del FeO” allí se encuentran los correspondientes cálculos para el balance del óxido de hierro.

También, se decidió utilizar la misma estructura jerárquica para cada una de las secciones, facilitando de esta manera el desplazamiento entre ellas y permitiendo una visualización más agradable de la herramienta, considerando que la solución de cada ejercicio se da teniendo en cuenta un paso a paso.

Cabe resaltar, que cada uno de los ejercicios fue realizado independientemente, es decir, cada uno es un archivo diferente, lo cual se conoce en Exe-Learning como “nuevo proyecto”, y que cada uno de estos proyectos fue exportado en formato SCORM1.2.

Adicionalmente, para la realización del libro digital, se realizó en formato Word la solución de cada ejercicio con su respectivo paso a paso, para lo cual se creó un nuevo proyecto en versión HTML5 utilizando el programa Flip PDF Professional. Finalmente, se importó el archivo del ejercicio para obtener así el respectivo libro digital.

#### **4.4. Ensamble y funcionamiento de las herramientas en el aula virtual Moodle.**

Gracias a que las herramientas fueron exportadas en formato HTML5 pudieron ser embebidas en la plataforma Moodle de la Universidad, agregando una actividad denominada paquete SCORM, completando los espacios requeridos y adjuntando el archivo comprimido (ZIP).

El módulo de aprendizaje en Moodle quedó compuesto por cuatro ejercicios de diferente complejidad realizados en Exe-Learning a los cuales se les llamó “Actividad Interactiva”, correspondientes a cada uno de los módulos de la asignatura, además de cuatro libros digitales exportados del programa Flip PDF Professional llamados “Libro Digital” y cuatro “Actividades Participativas” diseñadas directamente en la plataforma Moodle utilizando el programa H5P.

La vista previa de las herramientas de aprendizaje diseñadas anteriormente mencionadas, embebidas en Moodle, aparecen como se muestra a continuación en la **figura 4**.

Figura 4.

Vista preliminar Moodle - Módulo Interactivo de Aprendizaje.

The screenshot displays the Moodle course page for 'Diseño de un Módulo Interactivo de Aprendizaje'. The interface includes a navigation menu on the left and a main content area with four activity levels: principiante, intermedio I, intermedio II, and avanzado. Each level lists activities such as 'Tabla Pesos Moleculares', 'Actividad Interactiva', 'Actividad Participativa', and 'Libro Digital'. Colored arrows point to specific activities: a purple arrow to 'Tabla Pesos Moleculares' in the intermedio II section, a red arrow to 'Actividad Interactiva Nivel Intermedio II', a blue arrow to 'Actividad Participativa Nivel Intermedio II', and a green arrow to 'Libro Digital Nivel Intermedio II'.

*Nota.* Vista preliminar Moodle - Módulo Interactivo de Aprendizaje, señaladas con flechas de colores las actividades correspondientes.

El ejercicio que se usará como modelo para evidenciar el funcionamiento de la herramienta corresponde al ejercicio nivel intermedio II.

Al dar clic sobre la “Actividad Interactiva Nivel Intermedio II” señalada con la flecha roja en la **figura 4**, automáticamente se redirecciona a una ventana que le permitirá el ingreso a la actividad, para lo cual debe seguir la ruta de “Entrar” y así se visualizará la interfaz del ejercicio. La cual está compuesta por una tabla de contenidos ubicada en la esquina superior izquierda de la

interfaz, la cual contiene el enunciado, un diagrama de flujo, y un balance de cada componente, tal como se muestra en la **figura 5**.

**Figura 5.**

*Vista preliminar ejercicio nivel intermedio II.*

**Actividad Interactiva Nivel Intermedio II**

Modo de presentación preliminar

TOC (Tabla de Contenidos)

- Inicio
- Diagrama de Flujo General
- Aire Total Entr
- Masa de los Gases de Combustión
- Síntesis diagrama de Flujo General
- Calor de Entrada
- Calor de Salida
- Eficiencia Térmica y Pérdida de Calor

**Inicio**

**Enunciado**

Un horno calienta palanquillas de acero de 46800 kg/h de 25°C a 1180°C utilizando 7000 m<sup>3</sup>/h (STP) CH<sub>4</sub> como combustible, con un 20% de exceso de aire de combustión. A continuación, se muestra un esquema del proceso. Calcula la eficiencia térmica (%) y la pérdida de calor del horno en kcal/seg.

**Suposiciones:**

Acero 100% Fe

Temperatura de referencia = 0°C = 273,15 °C

Composición del aire teórico: 21% O<sub>2</sub> y 79% N<sub>2</sub>

En condiciones normales: 1 kmol ocupa 22,4 m<sup>3</sup>

**Nota:**

*Recuerde utilizar tres cifras decimales en caso de ser necesario. Los pesos moleculares son cantidades enteras, consulte la tabla general de pesos moleculares adjuntada en el Moodle.*

*Nota.* Vista preliminar ejercicio nivel intermedio II donde se evidencia la tabla de contenidos junto con el enunciado.

En algunas secciones se podrá encontrar espacios en blanco (**Figura 6**), los cuales deberán ser completados con las cantidades correspondientes a los cálculos realizados por los estudiantes.

Figura 6.

Actividad "rellenar huecos".

tic.uis.edu.co/ava/mod/scorm/player.php?a=747&currentorg=8&scoid=2307&sesskey=1egajbv5AP&display=popup&mode=browse

Actividad Interactiva Nivel Intermedio II

Modo de presentación preliminar

TOC (Tabla de Contenidos)

- Inicio
- Diagrama de Flujo General
- Aire Total Bnr
- Masa de los Gases de Combustión
- Síntesis diagrama de Flujo General
- Calor de Entrada
- Calor de Salida
- Eficiencia Térmica y Pérdida de Calor

Aire Total Bnr

Complete los espacios vacíos con las cantidades correspondientes.

La reacción química que representa la combustión para el Bnr es la siguiente:

$$\square \text{CH}_4 + \square \text{O}_2 \rightarrow \square \text{CO}_2 + \square \text{H}_2\text{O}$$

Para hallar el requerimiento de  $\text{O}_2$  estequiométricamente necesario, se debe realizar la conversión del volumen de combustible a kmol y luego teniendo en cuenta la reacción de combustión, calcular las kmol de  $\text{O}_2$ .

$$\square \text{ m}^3 \text{CH}_4 \left( \frac{1 \text{ kmol CH}_4}{22,4 \text{ m}^3} \right) = \square \text{ kmol CH}_4$$

Los valores que corresponden a las casillas en blanco son:

?   $\text{m}^3 \text{CH}_4$

?   $\text{kmol CH}_4$

Nota. Actividad "rellenar huecos" del ejercicio Nivel Intermedio II correspondiente al Aire Total Bnr.

Luego de esto se deberá seleccionar el botón “Enviar” para recibir la puntuación obtenida, la cual muestra las casillas correctas en color verde y las incorrectas en color rojo; adicional a esto, aparece el botón “Mostrar respuestas”, el cual permite ver las respuestas acertadas para cada espacio, y otro botón “Reiniciar”, el cual hace que los espacios aparezcan en blanco para poder realizar de nuevo el intento en dicha sección. Lo anterior se puede evidenciar en la **figura 7**.

Se debe tener en cuenta que al cambiar de sección se borrarán las respuestas dadas y la retroalimentación recibida, ya que el programa no concibe cada sección como una secuencia de un ejercicio sino como un conjunto de actividades independientes. A pesar de ser posible presentar todo el ejercicio en una sola sección, no se optó por esta opción debido a que se perdía la apariencia agradable de la interfaz que tanto se buscaba y no permitía llevar un seguimiento y verificación constante de los pasos con las respuestas correctas.

Figura 7.

Retroalimentación del ejercicio enviado en la sección Aire Total Bnr.

Actividad Interactiva Nivel Intermedio II

TOC (Tabla de Contenidos)

- Inicio
- Diagrama de Flujo General
- Aire Total Bnr
- Masa de los Gases de Combustión
- Síntesis diagrama de Flujo General
- Calor de Entrada
- Calor de Salida
- Eficiencia Térmica y Pérdida de Calor

Los valores que corresponden a las casillas en blanco son:

? 1  kmol CH<sub>4</sub>.

? 2  kmol H<sub>2</sub>O.

Para hallar el aire teórico, sabemos que el 21% del aire corresponde a O<sub>2</sub>.

$$\frac{625 \text{ kmol } O_2}{0,21} = 2976,190 \text{ kmol aire}$$

Para hallar el aire total se utiliza la siguiente ecuación, sabiendo que hay un 20% de exceso de aire.

Aire total = Aire teórico + Aire exceso

Aire total =  +  (20%)

Aire total =  kmoles aire

Su puntuación es 2/9.

Obra publicada con [Licencia Creative Commons Reconocimiento Compartir igual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

<< < > >>

*Nota.* Retroalimentación del ejercicio enviado en la sección Aire Total Bnr para evidenciar las respuestas correctas e incorrectas.

Las secciones de síntesis, presentadas en algunos ejercicios, permitirán la verificación del cumplimiento del balance en cada uno de los compuestos. Cabe resaltar que la puntuación obtenida en cada una de las secciones es personal, es decir, el o la docente no tiene acceso a esta puntuación, ya que el objetivo de esta herramienta es apoyar el estudio individual en casa del estudiante, y por lo tanto, a medida que intente resolver los problemas, dicho estudiante puede hacer un proceso de autoevaluación.

Como complemento, se adjuntó un PDF con los pesos moleculares de cada uno de los elementos y compuestos presentes en los ejercicios para lograr una estandarización en los resultados de los cálculos, dado que el programa no permite márgenes de error en los espacios

vacíos, este PDF se encuentra señalado con la flecha color morado, como se muestra en la **figura 4**.

La idea de realizar los ejercicios es que luego se haga una revisión total de cada uno de ellos, para esto se logró presentar los libros en línea, ya que permiten la comparación rápida de los apuntes tomados por el estudiante con la solución real. Con el fin de presentar los libros digitales, se usó la herramienta “Publish”, ubicada en el menú superior del programa Flip PDF Professional, para descargar el libro en versión HTML5-Flash teniendo en cuenta que se debía publicar como .html, realizando este procedimiento para los cuatro archivos en carpetas diferentes. Posterior a esto, se procedió a crear una página o servidor que permitiera la incorporación de cada uno de los libros digitales con el fin de obtener un enlace que se pudiese adjuntar a la plataforma Moodle, ya que de otra forma se podría adjuntar un archivo comprimido para cada libro, pero esto obligaría a los estudiantes a descargar cada archivo con extensión RAR, por lo cual se decidió optar por el enlace gracias a su facilidad de acceso.

Para la visualización del “Libro Digital Nivel Intermedio II” se debe dar clic a este, como se señala con la flecha de color verde en la **figura 4**, luego se accede al enlace que aparece en pantalla y posterior a esto se presentará la vista previa observada en la **figura 8**. Para el desplazamiento de las paginas, es posible utilizar las flechas ubicadas en los extremos centrales de la visualización, o dar clic en la parte inferior de cada página. El libro permite buscar palabras clave las cuales serán filtradas en el documento para su búsqueda, además presenta otras herramientas básicas que mejoran la visualización como zoom y la opción de pantalla completa.

Figura 8.

Visualización libro digital correspondiente al ejercicio intermedio II.

**EJERCICIO NIVEL INTERMEDIO II**

Un horno caliente palanquillas de acero de 46800 kg/h de 25°C a 1180°C utilizando 7000 m<sup>3</sup>/h (STP) CH<sub>4</sub> como combustible, con un 20% de exceso de aire de combustión. A continuación, se muestra un esquema del proceso. Calcule la eficiencia térmica (%) y la pérdida de calor del horno en kcal/seg.

Diagrama I:

```

    graph LR
        Air[20% excess air  
(125 °C)] --> Brn[Brn  
(1180 °C)]
        CH4[CH4  
(25 °C)] --> Brn
        Brn --> Furnace[Steel heating furnace]
        Steel[Steel  
(1180 °C)] --> Furnace
        Furnace --> Stack[Stack gas  
(1230 °C)]
        Furnace --> SteelOut[Steel  
(25 °C)]
    
```

Suposiciones:  
 Acero 100% Fe  
 Temperatura de referencia = 0°C = 273,15°C  
 Composición del aire teórico: 21% O<sub>2</sub> y 79% N<sub>2</sub>  
 En condiciones normales: 1 kmol ocupa 22,4 m<sup>3</sup>

Desarrollo:

La reacción química que representa la combustión para el Brn es la siguiente:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Para hallar el requerimiento de O<sub>2</sub> estequiométricamente necesario, se debe realizar la conversión del volumen de combustible a kmol y luego teniendo en cuenta la reacción de combustión, calcular los kmol de O<sub>2</sub>:

$$7000 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 \left( \frac{1 \text{ kmol CH}_4}{22,4 \text{ m}^3} \right) = 312,500 \text{ kmol CH}_4$$

Sabiendo que 1 kmol de CH<sub>4</sub> corresponde a 2 kmoles de O<sub>2</sub>:

$$312,500 \text{ kmol CH}_4 \left( \frac{2 \text{ kmol O}_2}{1 \text{ kmol CH}_4} \right) = 625 \text{ kmol O}_2$$

Para hallar el CO<sub>2</sub> generado, sabemos que 1 kmol de CH<sub>4</sub> corresponde a 1 kmole de CO<sub>2</sub>.

$$312,500 \text{ kmol CH}_4 \left( \frac{1 \text{ kmol CO}_2}{1 \text{ kmol CH}_4} \right) = 312,500 \text{ kmol CO}_2$$

Para hallar el H<sub>2</sub>O generado, sabemos que 1 kmol de CH<sub>4</sub> corresponde a 2 kmoles de H<sub>2</sub>O.

$$312,500 \text{ kmol CH}_4 \left( \frac{2 \text{ kmol H}_2\text{O}}{1 \text{ kmol CH}_4} \right) = 625 \text{ kmol H}_2\text{O}$$

Para hallar el aire teórico, sabemos que el 21% del aire corresponde a O<sub>2</sub>.

$$\frac{625 \text{ kmol O}_2}{0,21} = 2976,190 \text{ kmol aire}$$

Para hallar el aire total se utiliza la siguiente ecuación, sabiendo que hay un 20% de exceso de aire.

$$\text{Aire total} = \text{Aire teórico} + \text{Aire exceso}$$

$$\text{Aire total} = 2976,190 + 2976,190 (20\%)$$

$$\text{Aire total} = 3571,428 \text{ kmoles aire}$$

A continuación, se muestra como hallar la masa de los gases de combustión compuestos por CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>.

- CO<sub>2</sub>
$$312,500 \text{ kmol CO}_2 \left( \frac{44 \text{ kg CO}_2}{1 \text{ kmol CO}_2} \right) = 13750 \text{ kg CO}_2$$
- H<sub>2</sub>O
$$625 \text{ kmol H}_2\text{O} \left( \frac{18 \text{ kg H}_2\text{O}}{1 \text{ kmol H}_2\text{O}} \right) = 11250 \text{ kg H}_2\text{O}$$
- O<sub>2</sub>, para este componente se debe tener en cuenta que hay 20% de aire en exceso y que el 21% del aire estequiométrico corresponde a O<sub>2</sub>.
$$(20\%)(2976,190 \text{ kmoles})(21\%) = 125 \text{ kmoles O}_2$$

Nota. Visualización libro digital correspondiente a las paginas 2-3 del ejercicio intermedio II.

Para la creación del cuestionario en la herramienta H5P, se seleccionó en la plataforma Moodle la opción de “agregar una actividad” y posteriormente se eligió la casilla “contenido interactivo”, el cual desplegará una lista del editor que le permitirá elegir algunas actividades, de esta lista se eligieron cuatro actividades, las cuales fueron: para el ejercicio nivel principiante “Drag and Drop” o “arrastrar y soltar”, para el ejercicio nivel intermedio I “Fill in the Blanks” o

“rellenar huecos”, para el ejercicio nivel intermedio II se eligió la actividad “Single Choice Set” y para el ejercicio nivel avanzado “Find the Hotspots”.

Para acceder a la “Actividad Participativa Nivel Intermedio II” se deberá dar clic sobre esta, como se muestra en la **figura 4** señalada con la flecha de color azul. En la **figura 9** se visualiza la actividad participativa del ejercicio nivel intermedio II, la cual corresponde a “Single Choice Set”, en esta actividad se puede crear una pregunta con una única opción de respuesta correcta, para este caso se realizaron tres preguntas cada una con tres opciones de respuesta. Al realizar la actividad participativa, el estudiante obtendrá una calificación la cual podrá ser vista por el docente.

**Figura 9.**

*Visualización cuestionario H5P correspondiente al ejercicio intermedio II.*

The screenshot displays the user interface of the Universidad Industrial de Santander's virtual learning environment. The top navigation bar includes the university logo, name, and social media links. Below this, a breadcrumb trail shows the user's path: 'Página Principal' > 'Mis cursos' > 'FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO QUÍMICAS' > 'Ingeniería Metalúrgica' > '2020-1' > 'Diseño de un Módulo Interactivo de Aprendizaje' > 'Ejercicio nivel intermedio II' > 'Actividad Participativa Nivel Intermedio II'. The main content area is titled 'Diseño de un Módulo Interactivo de Aprendizaje' and 'Actividad Participativa Nivel Intermedio II'. It features a question: '¿Cuántas unidades de proceso presenta el ejercicio de la actividad interactiva nivel intermedio II en su diagrama de flujo general?'. Three radio button options are provided: 'Uno', 'Dos', and 'Tres'. The 'Dos' option is selected and highlighted in green, with a green checkmark indicating it is the correct answer. A progress bar at the bottom shows the current question's status. A sidebar on the left contains a navigation menu with various course and activity links.

*Nota.* Visualización cuestionario H5P correspondiente al ejercicio intermedio II donde se evidencia la pregunta #1 y su respectiva respuesta correcta.

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

Mediante la revisión bibliográfica se estableció que el uso de programas interactivos contribuye al aprendizaje significativo, ya que la interfaz visual mejora la calidad de la educación y logra que el estudiante capte la atención por los contenidos temáticos.

El diseño del módulo didáctico contribuye en el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que integra herramientas que mejoran la presentación del material multimedia compartido, mediante libros digitales, cuestionarios y paquetes de ejercicios en formatos que pueden reproducirse en cualquier LMS compatible, en este caso Moodle, todo esto sirve como estrategia de enseñanza activa, pues es motivada debido a que la valoración de la realización no se hace con relación a criterios cuantitativos.

Para la construcción del módulo de aprendizaje se incorporaron herramientas y recursos interactivos que dejan como resultado cuatro ejercicios establecidos de diferente complejidad, realizados mediante programas como Exe-Learning, Flip PDF Professional y H5P, los cuales se espera que sean aprovechados al máximo por los estudiantes que cursen la asignatura “Balance de Materia y Energía en Procesos Metalúrgicos”, adquiriendo así la capacidad de llevar a cabo un proceso de autoaprendizaje al completar la realización de las actividades incorporadas en este.

Se recomienda la implementación de softwares o programas educativos e interactivos en los procesos de enseñanza y aprendizaje dado que ha sido demostrado que son herramientas útiles para la comprensión de los contenidos, además que mediante la utilización de dichas herramientas se facilita la calificación por parte de los docentes.

A su vez, se recomienda la construcción de herramientas interactivas como este módulo en las demás asignaturas del programa académico para favorecer la educación virtual.

### Referencias Bibliográficas

- Arceo, F. D. B., Rojas, G. H., & González, E. L. G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructiva. McGraw-hill. P. 465.
- Avanzada, B. D. M. Y. E., & Lucas, A. C. Unidad I “Balance de materia sin reacción química en flujo continuo”.
- Butts, A. (1943). Metallurgical problems. New York: McGraw-Hill.
- Cornejo, M. (1993) Módulo didáctico: La educación infantil en el medio rural. Andalucía: Instituto Andaluz de evaluación y formación de profesorado.
- Creación de materiales didácticos con eXe Learning. Riate. <http://www.riate.org/apls/moodle/web/course/view.php?id=4> Generación de recursos educativos digitales en formato estándar con eXe Learning. Salvador Aznar. Conselleria de Educación de la Comunidad Valenciana.
- Crisólogo, A. (2000) Tecnología Educativa. Edc. 3a. edit. ABEDUL. Lima.
- Educrea. Modificabilidad Estructural Cognitiva y Experiencia de Aprendizaje Mediado. [En línea]. (Recuperado en 3 de noviembre de 2020). Disponible en: <https://educrea.cl/modificabilidad-estructural-cognitiva-y-experiencia-deaprendizaje-mediado/>.
- Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. Programa de Balance de Materia y Energía de Procesos Metalúrgicos. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas, 2020.

- Esteban A. & Rodríguez G. (2011). El módulo Instruccional desde una perspectiva cognitiva. Revista Escenarios. Cekar. Enseñanza de las Ciencias. Docente de la corporación universitaria del Caribe.
- Felder, Richard; Silverman, Linda. K; Soloman, Bárbara. (1984). Índice de Estilos de Aprendizaje (ILS). [En línea]. (Recuperado en 3 de noviembre de 2020). Disponible en: <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/Felder/publiv/ILSpa.html>.
- Ferro Soro, Carlos; Martínez Senra, Ana Isabel; Otero Neira, María del Carmen. Ventajas del uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. [Base de datos en línea]. Octubre de 2020. Revista EDUTEC-e, Revista electrónica de tecnología educativa, (29), 2-9. (Recuperado en 10 de octubre de 2020). Disponible en: <http://www.edutec.es/revista/index.php/edutece/article/view/451/185>.
- Güiza, V. (2020) PROGRAMA DE LA ASIGNATURA: Balance de Materia y energía en Procesos Metalúrgicos. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Universidad Industrial de Santander.
- Henley, E. J. (1973). Cálculo de balances de materia y energía. Reverté.
- Himmelblau, D. M., & Huerta, J. L. R. (1988). Balances de materia y energía. Prentice Hall.
- Hougen, O. A., Watson, K. M., & Ragatz, R. A. (1982). Principios de los procesos químicos. Termodinámica (Vol. 2). Reverté.
- Morris, A. E., Geiger, G., & Fine, H. A. (2012). Handbook on material and energy balance calculations in material processing. John Wiley & Sons.
- Restrepo O. (2008). NOTAS DE CLASE DE LA ASIGNATURA: METALURGIA EXTRACTIVA. Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia.

Rodríguez Alba, E., Villavicencio Lozano, L., Bueno Montaña, Y., & de la Caridad Bueno

Rodríguez, N. (2016). Consideraciones sobre el uso de la herramienta de código abierto  
exe-learning en el diseño y desarrollo de contenidos multimedia y recursos para el  
aprendizaje. *Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 7(2).

Vázquez, R. M., Pascual, M. G. M., Sánchez, M. D. R. R., & Pérez, G. M. (2014). Balance de  
materia y energía: procesos industriales. Grupo Editorial Patria.

Watanabe, E. P. Balance de materia y energía.

Anexos

uis.edu.co/webUIS/es/index.jsp

Sábado, 17 de abril de 2021 Actualizado hace: 1 día(s)

[Inicio](#)
[La UIS](#)
[Unidades Académicas](#)
[Programas Académicos](#)
[Investigación y Extensión](#)
[Profesores](#)
[Estudiantes](#)
[Gestión Administrativa](#)
[Eventos](#)
[UISALUD](#)

[@uis.edu.co](#)  
[@correo.uis.edu.co](#)  
[@saber.uis.edu.co](#)  
 UIS e-idiomas  
 Sistemas de Información  
**Aula Virtual de Aprendizaje**  
[Biblioteca Virtual](#)  
 Acceso WiFi  
 Aplicativos móviles  
 CENTIC

**CRÉDITO FÁCIL Y RÁPIDO**  
**Comunicado a usuarios UISALUD**  
**GESTIÓN ADMINISTRATIVA**  
**Renovación de la Acreditación Institucional**

Información General **Universidad Industrial de Santander**

Rectoría  
 Atención en salud: COVID-19  
 Acuerdos por la Educación Superior Pública  
 Acuerdos conciliatorios celebrados ante los agentes del Ministerio Público  
 Admisiones  
 Asamblea de Profesores  
 Bienvenidos a la U  
 Cátedra Low Maus  
 Cátedra Salud y Sociedad  
 Cátedra UIS  
 Comprobación de Derechos Afiliados UISalud  
 Concurso Administrativo  
 Concurso Docente  
 Concursos y Convocatorias  
 Contratación  
 Convenio de Cooperación UIS-ECP

**Estudiante UIS**  
 Si eres de 2do, 4to o 6to semestre de programas técnicos, tecnológicos y profesionales de la Universidad Esta información es para ti

**ESTUDIANTES DE SEGUNDO, CUARTO Y SEXTO SEMESTRE DEBEN PRESENTAR LA PRUEBA SABER UIS**  
 Publicado: Miércoles, 14 de Abril de 2021  
 Dirección de Comunicaciones  
 Entre el lunes 19 y domingo 25 de abril estará abierta la prueba Saber UIS, la cual deberán responder los estudiantes de segundo, cuarto y sexto semestre de programas profesionales, técnicos y tecnológicos de pregrado presencial y distancia de la Universidad Industrial de Santander. [+]

**DIRECCIÓN CULTURAL ABRE CONVOCATORIA PARA ESTUDIANTES INTERESADOS EN INTEGRAR LAS AGRUPACIONES ARTÍSTICAS UIS**  
 Publicado: Lunes, 12 de Abril de 2021  
 Dirección de Comunicaciones  
 Hasta el 30 de abril estará disponible la convocatoria para estudiantes interesados en pertenecer a cualquiera de las seis agrupaciones artísticas de la Universidad Industrial de Santander (UIS). [+]

**VISITANTES INTERESTELARES EN LAS NOCHES DE ASTRONOMÍA DEL GRUPO HALLEY**  
 Publicado: Viernes, 16 de Abril de 2021  
 Oficina de Comunicaciones  
 "Están presentes en todo el universo, después de independizarse vagan a la deriva saliendo de sus sistemas solares a grandes velocidades, hasta que su trayectoria se ve obstruida por un planeta lejano y allí se enfrentan con la atmósfera planetaria y la fuerza de gravedad hasta lograr un "aterrizaje forzoso", esa es la historia de millones de visitantes interestelares, de los asteroides o cometas procedentes de otra estrella. [+]

Actualidad UIS  
 ¡Bienvenido...  
**¡Bienvenidos a la UIS!**  
 Con gran expectativa los nuevos estudiantes inician su formación profesional en la Universidad. ¡Gracias por ser parte de nuestra Alma Mater!  
 Emisoras Periódicos y Revistas

Facebook Twitter YouTube Instagram LinkedIn

The screenshot shows the user interface of the Universidad Industrial de Santander's virtual learning environment. At the top, the university's logo and name are displayed, along with social media icons and a user profile picture for 'Valentina'. A navigation bar contains links to 'Página Principal', 'Mis cursos', 'UIS', 'Vicerrectoría Académica', 'CEDEUIS', 'iPred', and 'Este curso'. Below this, a breadcrumb trail indicates the current location: 'Página Principal > Mis cursos > FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO QUIMICAS > Ingeniería Metalúrgica > 2020-1 > Diseño de un Módulo Interactivo de Aprendizaje'. A green button labeled 'Activar edición' is visible in the top right corner.

The main content area is titled 'Diseño de un Módulo Interactivo de Aprendizaje'. It features a sidebar on the left under the heading 'NAVEGACIÓN' with a tree structure of folders. The folder 'Diseño de un Módulo Interactivo de Aprendizaje' is highlighted with a red oval. The main content area is divided into sections: 'Avisos' with a progress indicator 'Su progreso ?'; 'Ejercicio nivel principiante' containing a list of activities with checkboxes; and 'Ejercicio nivel intermedio I' containing a single activity.

Ejercicio nivel principiante	
Tabla Pesos Moleculares	<input type="checkbox"/>
Actividad Interactiva Nivel Principiante	<input checked="" type="checkbox"/>
Actividad Participativa Nivel Principiante	<input checked="" type="checkbox"/>
Libro Digital Nivel Principiante	<input type="checkbox"/>

Ejercicio nivel intermedio I	
Tabla Pesos Moleculares	<input type="checkbox"/>