

Desarrollo de una Herramienta Didáctica para el Aprendizaje de Materiales en Ingeniería

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Metalúrgico

Hernán Darío Jaimes Vera

Director:

Ana Emilse Coy Echeverria

PhD en ingeniería

Codirector:

Fernando Viejo Abrante

PhD en ingeniería

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas

Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales

Bucaramanga

2025

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo con todo mi corazón a mis padres, César Darío James y Josefina Vera Ojeda, por ser mi ejemplo de vida, por su amor incondicional, su apoyo incansable y por enseñarme, con su esfuerzo y valores, a luchar por mis metas sin rendirme.

A mi hermano César Felipe, por ser compañía, guía y respaldo en cada paso de este camino.

A mi novia Juliana, por brindarme su amor, paciencia y apoyo, incluso en los momentos más difíciles, y por creer en mí incluso cuando dudaba.

A mis amigos Dave, Dayana y Sebas, por ser más que compañeros de estudio: por las risas, los desvelos, los consejos, el apoyo mutuo y por estar presentes tanto en lo académico como en lo personal. Gracias por hacer más ligero este camino.

Y a todos quienes, de una u otra forma, hicieron parte de este proceso: este logro también es de ustedes.

**Muchas gracias**

## **Agradecimientos**

Agradezco profundamente a la Universidad Industrial de Santander (UIS) por acogerme en su seno académico y brindarme la oportunidad de formarme como profesional en el área de la Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales. Llevar el nombre de esta prestigiosa institución es un honor que atesoro con gratitud y compromiso.

Expreso mi especial agradecimiento a mi directora de tesis, la profesora Ana Emilse Coy, por su valiosa orientación a lo largo de este trabajo y, más aún, por acompañarme con dedicación y calidez durante toda mi trayectoria académica. Su vocación docente, reflejada en la pasión con la que prepara y dicta sus clases, ha sido una fuente constante de inspiración y aprendizaje.

De igual manera, agradezco profundamente al profesor Fernando Viejo, codirector de este proyecto, por su acompañamiento, sus aportes creativos y su valiosa experiencia. Su orientación fue especialmente enriquecedora en el abordaje de materiales poliméricos, un campo menos familiar para mí, en el que sus aportes resultaron esenciales para enriquecer el enfoque didáctico de esta herramienta.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a César, técnico del laboratorio de Metalurgia, por su disposición y colaboración. Fundamental para la preparación de muestras y el acceso al equipo necesario, lo cual facilitó en gran medida el trabajo experimental.

A la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales, y a todo su equipo docente y técnico, gracias por su dedicación y guía a lo largo de mi formación. Finalmente, agradezco también a ChatGPT, por su valioso apoyo en la estructuración de ideas a partir de prompts, lo cual contribuyó significativamente a enriquecer el desarrollo de este proyecto desde una perspectiva didáctica y creativa.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	11
1. Objetivos .....	12
1.1 Objetivo General .....	12
1.2 Objetivos Específicos.....	12
2. Marco referencial .....	13
2.1 Ciencia de Materiales y su Enseñanza en Ingeniería .....	13
2.2 Constructivismo y Aprendizaje Experiencial en la Educación en Ingeniería.....	14
2.3 Uso de Tecnologías Digitales y Gamificación en la Educación .....	14
2.4 Recursos Digitales en la Enseñanza de la Ciencia de Materiales .....	15
3. Metodología .....	18
3.1 Estructuración de la Herramienta.....	18
3.2 Adquisición de Materiales .....	18
3.3 Diseño de Actividades Experimentales .....	18
3.4 Desarrollo de Elementos Digitales e Incorporación de Elementos Virtuales .....	19
3.5 Montaje e Integración de los Componentes de la Herramienta Didáctica.....	19
4. Resultados .....	20
4.1 Estructuración de la Herramienta.....	20
4.1.1 <i>Identificación de la Competencia</i> .....	20
4.1.1 <i>Contenidos y Actividades</i> .....	21
4.2 Materiales Adquiridos.....	22

4.3	Diseño de Actividades Experimentales .....	28
4.2	Desarrollo de Elementos Digitales e Incorporación de Elementos Virtuales .....	30
4.5	Montaje e integración de los componentes de la herramienta didáctica.....	33
4.5.1	<i>Conceptualización de la Herramienta Didáctica</i> .....	33
4.6	Aplicación en el Aula y Validación Inicial.....	35
5.	Conclusiones .....	38
6.	Recomendaciones .....	39
	Referencias.....	40
	Apéndices.....	44

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Competencia a desarrollar, indicadores y niveles de desempeño .....	20
Tabla 2 Contenidos a abordar y actividades a desarrollar .....	21
Tabla 3 Materiales metálicos y aleaciones adquiridas .....	23
Tabla 4 Materiales poliméricos adquiridos .....	24
Tabla 5 Materiales cerámicos adquiridos .....	26
Tabla 6 Materiales compuestos adquiridos .....	27
Tabla 7 Actividades experimentales .....	29
Tabla 8 Recursos digitales .....	30
Tabla 9 Montaje de las actividades experimentales.....	34

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1 Ensayo visual de las piezas metálicas .....	36
Figura 2 Persepción de la actividad #1 .....	37

**Lista de apéndices**

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Guías de las actividades experimentales (Recurso digital complementario).....	44
Apéndice B. Tarjetas educativas de materiales de ingeniería (Recurso digital complementario)	44
Apéndice C. Resultados de la Encuesta Actividad #1: (Recurso digital complementario) .....	44
Apéndice D. Registro fotográfico de la Actividad #1: Clasificación de los metales.....	45
Apéndice E. Elementos prueba piloto Actividad #1 .....	46
Apéndice F. Implementos prueba de corrosión .....	47
Apéndice G. Implementos prueba de conductividad .....	47
Apéndice H. Elementos Actividad #2.....	48

## Resumen

**Título:** Desarrollo de una herramienta didáctica para el aprendizaje de materiales en ingeniería\*

**Autor:** Hernán Darío Jaimes Vera\*\*

**Palabras Clave:** enseñanza en ingeniería, aprendizaje significativo, materiales metálicos, cerámicos, poliméricos y compuestos, enfoque constructivista.

**Descripción:** Este trabajo presenta el desarrollo de una herramienta didáctica destinada a fortalecer la enseñanza y aprendizaje de materiales en el contexto de la Ingeniería. La propuesta surgió como respuesta a las dificultades encontradas en los estudiantes de Ciencia de Los materiales del programa de Ingeniería Metalúrgica, y de Estructura y propiedades de los materiales en el programa de Ingeniería Química, para identificar y clasificar los materiales metálicos, cerámicos, polímeros y compuestos, así como reconocer sus propiedades e identificar sus aplicaciones. La herramienta consiste en un maletín portátil que integra muestras físicas de cada familia de materiales, actividades experimentales simples, tarjetas con propiedades comparativas. Además, se complementa con recursos digitales diseñados con plataformas como Wordawall, Kahoot y Educaplay, que fomentan un aprendizaje lúdico y significativo. La implementación de la herramienta se fundamenta en el enfoque constructivista del aprendizaje, promoviendo la observación, manipulación y análisis por parte de los estudiantes, lo que contribuye a mejorar la motivación, el interés y la comprensión de los conceptos fundamentales de los materiales de ingeniería.

---

\*\* Facultad de ingenierías Físicoquímicas. Escuela de ingeniería Metalúrgica y ciencia de materiales. Ingeniería Metalúrgica. Director: Ana Emilse Coy Echeverría. Doctor en ingeniería. Codirector: Fernando Viejo Abrante. Doctor en ingeniería.

### Abstract

**Title:** *Development of a didactic tool for learning materials in engineering\**. \*

**Author(s):** Hernán Darío Jaimes Vera \*\*

**Key Words:** engineering education, meaningful learning, metallic, ceramic, polymeric and composite materials, constructivist approach.

**Description:** The main objective of this study is to present the development of a didactic tool aimed at strengthening the teaching and learning of materials in the context of engineering. The present research emerges as an initiative that emerges in response to the vicissitudes experienced by the students of Materials Science of the Metallurgical Engineering program and of Structure and Properties of Materials of the Chemical Engineering program, in their attempt to identify and classify metallic, ceramic, polymeric and composite materials, as well as to recognize their properties and identify their applications. The tool in question is materialized in a portable case that integrates physical samples of each family of materials, experimental activities of a simple nature and cards containing comparative properties. In addition, it is complemented with digital resources designed with platforms such as Wordawall, Kahoot and Educaplay, which promote playful and meaningful learning. The implementation of the tool is based on the constructivist approach to learning, promoting observation, manipulation and analysis by students, which contributes to improve motivation, interest and understanding of the fundamental concepts of engineering materials.

---

\* Degree Work

\*\*Faculty of physicochemical engineering. School of metallurgical engineering and materials science. Metallurgical Engineering. Director: Ana Emilse Coy Echeverria. PhD in engineering. Codirector: Fernando Viejo Abrante. PhD in engineering.

## Introducción

Los estudiantes de ingeniería suelen enfrentar dificultad en el aprendizaje de los tipos de materiales según su clasificación básica, así como en la identificación de sus propiedades, lo que dificulta su capacidad para seleccionarlos correctamente en diversas aplicaciones (Carriazo et al., 2017). Esto se debe a la naturaleza teórica y, para ellos, abstracta de los contenidos de los cursos, los cuales, a través de métodos tradicionales como clases magistrales y libros de texto, no siempre logran captar el interés de los estudiantes, quienes buscan experiencias de aprendizaje más dinámicas y participativas (Guamán Gómez & Espinoza Freire, 2022). A pesar de la disponibilidad de recursos como simulaciones digitales, muchas veces carecen de una conexión clara entre la teoría y su aplicación en el mundo real, lo que genera desmotivación y dificulta la interiorización de los conceptos (Downey et al., 2022).

El aprendizaje teórico, aunque fundamental, es insuficiente para preparar a los estudiantes para los retos profesionales. Por ello, es necesario contar con recursos adicionales que fortalezcan el modelo de aprendizaje existente (Lira et al., 2015). En respuesta a esta necesidad, el proyecto propone la creación de un recurso didáctico y lúdico que incluye muestras representativas de materiales metálicos, cerámicos, polímeros y compuestos, junto con material que ofrezca variadas experiencias de aprendizaje práctico para facilitar la comprensión de conceptos fundamentales. Al permitir que los estudiantes interactúen con los materiales a través de experiencias sensoriales y lúdicas, se busca incrementar su interés y motivación, mejorando la comprensión y retención de los conceptos, y brindándoles una experiencia educativa más efectiva y significativa.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Desarrollar una herramienta didáctica para apoyar el aprendizaje de materiales en ingeniería a través de la experiencia sensorial y lúdica.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Establecer la estructura de la herramienta didáctica basada en las competencias a desarrollar en el estudiante, los contenidos a abordar y las actividades a desarrollar.

Diseñar actividades experimentales que permitan a los estudiantes interactuar con los materiales facilitando el reconocimiento visual y táctil de los mismos y de algunas de sus propiedades.

Incorporar elementos virtuales para complementar la experiencia didáctica y mejorar la comprensión teórica de los conceptos relacionados con materiales de ingeniería.

## **2. Marco referencial**

El aprendizaje teórico tradicional, basado en la exposición de información, ha demostrado ser insuficiente para captar el interés de los estudiantes actuales. La educación en ingeniería, y en particular la enseñanza de la ciencia de materiales enfrenta el reto de hacer comprensibles conceptos que pueden resultar abstractos si no se experimentan de manera directa. Para mejorar la asimilación de estos conocimientos, es fundamental implementar enfoques didácticos innovadores que vinculen el aprendizaje teórico con experiencias sensoriales (Espinoza-Freire, 2022).

### **2.1 Ciencia de Materiales y su Enseñanza en Ingeniería**

La ciencia de materiales es un área fundamental en la formación de ingenieros, ya que permite comprender las propiedades, estructuras y aplicaciones de diferentes tipos de materiales, como metales, polímeros, cerámicos y compuestos. Sin embargo, muchos estudiantes encuentran dificultades para visualizar y diferenciar las características de estos materiales cuando el aprendizaje es exclusivamente teórico.

Estudios han demostrado que el aprendizaje basado en la experimentación activa mejora la comprensión y retención de los conceptos clave de los materiales. Chávez-Martínez (2016) destaca que la estimulación sensorial, como la observación y el tacto son fundamentales para la enseñanza de la ciencia de materiales, facilitando la identificación de propiedades como densidad, dureza y conductividad térmica.

## **2.2 Constructivismo y Aprendizaje Experiencial en la Educación en Ingeniería**

El constructivismo es una teoría del aprendizaje que sostiene que los estudiantes construyen activamente su conocimiento a partir de la experiencia directa (Mintzes & Walter, 2020). En el contexto de la ciencia de materiales, este enfoque se traduce en actividades que permiten a los estudiantes interactuar con muestras reales, realizar pruebas experimentales y generar esquemas mentales sobre las propiedades de los materiales.

De manera complementaria, el aprendizaje basado en la experimentación promueve la exploración y manipulación de materiales en escenarios didácticos, facilitando la construcción de conocimientos de forma más significativa. Maldonado-Torres et al. (2018) señalan que este enfoque incrementa la motivación y la participación de los estudiantes.

## **2.3 Uso de Tecnologías Digitales y Gamificación en la Educación**

El uso de tecnologías digitales ha surgido como un complemento ideal para los enfoques constructivistas, proporcionando entornos de aprendizaje más interactivos y accesibles. Herramientas como Kahoot, Genially y Educaplay permiten reforzar los conceptos teóricos mediante actividades dinámicas, autoevaluaciones y experiencias inmersivas. Además, plataformas como Nearpod y Canva integran simulaciones y presentaciones interactivas, facilitando la enseñanza de temas complejos como las estructuras cristalinas y las propiedades mecánicas de los materiales (Hakami, 2020).

Por otro lado, la gamificación ha ganado protagonismo al transformar tareas educativas en dinámicas de juego que fomentan la motivación y el compromiso de los estudiantes. Elementos como recompensas, desafíos y retroalimentación instantánea han demostrado ser efectivos para mejorar el aprendizaje significativo (Medina, Castro, & Balderas, 2022).

Un ejemplo destacado de integración de gamificación en la educación en materiales es Minecraft: Education Edition, que permite a los estudiantes explorar las propiedades de los materiales dentro de entornos virtuales, facilitando la comprensión de procesos como la minería y la cristalización (Nebel, Schneider, & Rey, 2016; Cuesta, 2024).

## **2.4 Recursos Digitales en la Enseñanza de la Ciencia de Materiales**

Hoy en día, muchas instituciones académicas prestigiosas, como el MIT, la Universidad de Liverpool y la Universidad de Cambridge, han creado plataformas digitales y cursos en línea masivos (MOOCs) que brindan a los estudiantes acceso a recursos avanzados sobre nanotecnología, materiales compuestos y metalurgia (Moscardini, Strachan, & Vlasova, 2020; Hilton III, 2020). Estas plataformas ofrecen una excelente oportunidad para la educación a distancia, permitiendo a los estudiantes aprender de manera autónoma y acceder a contenidos especializados que de otro modo serían difíciles de conseguir.

Al mismo tiempo, la Royal Society of Chemistry ha desarrollado una Tabla Periódica Educativa interactiva, una herramienta que permite a los estudiantes explorar a fondo las propiedades de los elementos químicos y su relación con los materiales avanzados (Reid, 2021). Este tipo de recursos digitales no solo refuerzan la comprensión teórica, sino que también despiertan el interés por explorar nuevas aplicaciones tecnológicas en diversas ramas de la ingeniería.

Dentro del programa de Ingeniería Metalúrgica, los estudiantes tienen acceso a Granta EduPack de Ansys, un software educativo que se enfoca en la enseñanza de la ciencia e ingeniería de materiales. Cuenta con un conjunto de recursos didácticos diseñado para apoyar la enseñanza de materiales en diversas áreas como ingeniería y desarrollo sostenible. La herramienta permite a

los estudiantes explorar, aprender y aplicar conocimientos sobre materiales de manera interactiva y práctica. Siendo esta una herramienta esencial para la enseñanza de los materiales de ingeniería. Sin embargo, a pesar de su valiosa contribución, sigue existiendo en los primeros semestres de ingeniería una limitación importante: la falta de experiencia sensorial directa con los materiales. Aunque las propiedades de los materiales se pueden describir numéricamente y en gráficos, manipular muestras físicas permite a los estudiantes experimentar, de forma sensorial, diferencias importantes, como la densidad de materiales como el acero, el aluminio o el magnesio. Este tipo de interacción práctica facilita una comprensión más profunda y significativa de los materiales, complementando así esta valiosa herramienta.

Para sustentar esta perspectiva, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de herramientas educativas en el campo de la ciencia de materiales. Entre los recursos más destacados se encuentran las actividades "Fun Look at Material Science" y "Materials Matter" de TeachEngineering, que introducen de manera sencilla los conceptos básicos de los materiales mediante experimentos y explican los principios de los materiales compuestos a través de actividades prácticas (TeachEngineering, 2025). Asimismo, se identificaron otros recursos de gran valor didáctico, como "How to Teach Materials", que ofrece explicaciones precisas sobre materiales cerámicos, compuestos y poliméricos; y "Tecnología 2º ESO Tema 4", presentado en el blog de F. Díaz, el cual proporciona una visión completa sobre los metales apoyándose en videos y cuestionarios interactivos para consolidar el aprendizaje (F. Díaz, 2016).

Adicionalmente, se consideraron materiales como "Clasificación del Enlace Químico", elaborado por la Secretaría de Educación Pública de México, que complementa la enseñanza de los enlaces químicos mediante artículos, videos y actividades lúdicas interactivas (Gobierno de

México, 2025). De igual importancia es el recurso "Los Metales", disponible en el portal ElBibliote, el cual detalla la clasificación, la obtención y las aplicaciones industriales de los metales, apoyándose en recursos visuales y evaluativos para afianzar el conocimiento (ElBibliote, 2025). Por último, "La Maleta Didáctica en Educación Formal" enfatiza el papel de los materiales físicos en el aula, resaltando que la experiencia sensorial es indispensable para un aprendizaje activo y significativo (Portela Fontán, Castell Villanueva, & Martín-Piñol, 2024).

### **3. Metodología**

#### **3.1 Estructuración de la Herramienta**

En esta etapa se definió la estructura general de la herramienta didáctica, comenzando por la identificación de la competencia a fortalecer en los estudiantes de las asignaturas de Ciencia de Materiales del programa de Ingeniería Metalúrgica y Estructuras y Propiedades de los Materiales del programa de Ingeniería Química. Para esto se revisaron los contenidos programáticos de las asignaturas en el Proyecto Educativo de cada Programa. Una vez identificada la competencia, se establecieron los contenidos esenciales relacionados con los materiales en ingeniería, priorizando aquellos temas se abordarían con el desarrollo de la herramienta didáctica. Finalmente, se plantearon diversas actividades que integraron tanto experiencias sensoriales con materiales físicos, como experiencias interactivas con recursos virtuales y multimedia. Asimismo, se desarrollaron herramientas de evaluación que permitieran evidenciar el logro de la competencia.

#### **3.2 Adquisición de Materiales**

A partir de la estructura previamente planteada, se procedió con la adquisición de los materiales necesarios para elaborar la herramienta didáctica, incluyendo muestras de metales y aleaciones, cerámicos, polímeros y compuestos, así como los insumos requeridos para las actividades experimentales. Los materiales fueron seleccionados por su relevancia en la industria y por presentar propiedades físicas, químicas y mecánicas fácilmente diferenciables dentro del contexto de las actividades experimentales propuestas.

#### **3.3 Diseño de Actividades Experimentales**

En esta etapa se elaboraron las guías de actividades experimentales que permitan a los estudiantes interactuar con los materiales y explorar sus propiedades físicas y mecánicas en

algunos casos. Estas actividades incluyeron experimentos sencillos que facilitaran el reconocimiento visual y táctil de los materiales y de sus propiedades, reforzando la comprensión teórica de los conceptos.

### **3.4 Desarrollo de Elementos Digitales e Incorporación de Elementos Virtuales**

Con el fin de complementar la experiencia práctica y reforzar la fijación teórica de los conceptos relacionados con los materiales de ingeniería, se desarrollaron elementos digitales de gamificación usando herramientas como Educaplay, Quizlet y kahoot.

### **3.5 Montaje e Integración de los Componentes de la Herramienta Didáctica**

En esta etapa, se realizó el montaje e integración de la herramienta didáctica, organizando las muestras en cajas temáticas clasificadas por tipo de material (metales, cerámicos, polímeros y compuestos). Estos maletines están diseñados tanto para el aula como para presentaciones externas, favoreciendo la movilidad y el acceso a dichos recursos en diferentes contextos educativos. Cada compartimento fue pensado para facilitar la identificación, manipulación y conservación de las muestras. Asimismo, se integraron las guías metodológicas, hojas de trabajo y actividades digitales interactivas para apoyar la ejecución, análisis y refuerzo lúdico de los contenidos.

## 4. Resultados

### 4.1 Estructuración de la Herramienta

#### 4.1.1 Identificación de la Competencia

La competencia común para fortalecer en los estudiantes de Ciencia de Materiales y Estructura y Propiedades de los Materiales fue la siguiente: “Comprende las relaciones existentes entre la estructura interna de los materiales con su comportamiento y sus propiedades”. En la Tabla 1 se presentan los indicadores y niveles de desempeño que se reforzarán con la herramienta didáctica.

**Tabla 1**

*Competencia por desarrollar, indicadores y niveles de desempeño*

UNIDAD 1 PARTE B: INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES				
COMPETENCIA: Comprende las relaciones existentes entre la estructura interna de los materiales con su comportamiento y sus propiedades.				
Indicadores	Nivel de desempeño			
	Insatisfactorio (1.0)	En desarrollo (2.5)	Satisfactorio (3.5)	Ejemplar (5.0)
1. Reconoce propiedades fisicoquímicas de diferentes tipos de materiales.	No identifica las propiedades fisicoquímicas de los materiales.	Reconoce ciertas propiedades fisicoquímicas de algunos materiales.	Reconoce propiedades fisicoquímicas de la mayoría de los materiales.	Reconoce propiedades fisicoquímicas de los materiales y su importancia en las aplicaciones.
2. Clasifica materiales teniendo en cuenta sus propiedades o características básicas.	No clasifica materiales teniendo en cuenta sus propiedades o características básicas.	Clasifica algunos materiales teniendo en cuenta sus propiedades o características básicas.	Clasifica la mayoría de los materiales teniendo en cuenta sus propiedades o características básicas.	Clasifica materiales teniendo en cuenta sus propiedades o características básicas y comprende la diferencia entre ellos.
3. Reconoce los elementos químicos que constituyen las principales aleaciones ingenieriles.	No identifica los elementos químicos presentes en las aleaciones ingenieriles.	Reconoce ciertos elementos, de algunas aleaciones ingenieriles.	Identifica los principales elementos en la mayoría de las aleaciones de ingenieriles-	Identifica los principales elementos en las aleaciones ingenieriles y describe su función básica

### 4.1.1 *Contenidos y Actividades*

Para el desarrollo de las actividades es necesario que el profesor garantice que los estudiantes hayan visto los siguientes contenidos: enlaces en los sólidos y energía de enlace, clasificación básica de materiales y propiedades de los materiales.

En la Tabla 2 se presentan los contenidos específicos a abordar y las actividades que se proponen desarrollar. Es importante mencionar que estas actividades consisten en experiencias reales y sensoriales, así como herramientas interactivas y de gamificación que para promoverán un aprendizaje significativo basado en la interacción.

**Tabla 2**

*Contenidos a abordar y actividades a desarrollar*

<b>Contenido a abordar con la herramienta didáctica</b>	<b>Actividad</b>
Propiedades físicas de materiales metálicos. <ul style="list-style-type: none"> <li>● Color</li> <li>● Magnetismo</li> <li>● Densidad</li> </ul> Propiedades químicas <ul style="list-style-type: none"> <li>● Resistencia a la corrosión</li> <li>● Composición química</li> </ul>	Materiales metálicos <ul style="list-style-type: none"> <li>● Experiencia sensorial en la que identifiquen algunas propiedades físicas (color, magnetismo, densidad) y química (resistencia a la corrosión de los siguientes metales y aleaciones de uso ingenieril: aluminio, titanio, acero, fundición de hierro, cobre, latón y bronce).</li> <li>● Tarjetas de consulta para identificar los elementos aleantes de los materiales usados en la experiencia sensorial, así como aplicaciones ingenieriles.</li> <li>● Actividades interactivas de refuerzo de la identificación de propiedades (Densidad, color, magnetismo, composición química).</li> <li>● Actividad de gamificación en el aula a través de la competencia grupal.</li> </ul>
Propiedades físicas y mecánicas de los materiales poliméricos. <ul style="list-style-type: none"> <li>● Sonido</li> <li>● Rigidez</li> <li>● Elasticidad</li> <li>● Plasticidad</li> </ul>	Materiales poliméricos Experiencia sensorial en la que identifiquen algunas propiedades físicas y mecánicas (Plasticidad, elasticidad, rigidez, sonido,).
Clasificación de materiales de acuerdo con sus propiedades físicas y mecánicas. <ul style="list-style-type: none"> <li>● Densidad</li> <li>● Magnetismo</li> </ul>	Materiales metálicos, polímeros, cerámicos y compuestos. <ul style="list-style-type: none"> <li>● Experiencia sensorial en la que clasifiquen los materiales atendiendo a sus propiedades.</li> <li>● Actividades interactivas de refuerzo de clasificación de materiales de acuerdo con sus propiedades)</li> </ul>

- 
- Conductividad eléctrica
  - Dureza
  - Rigidez
  - Actividad de gamificación a través de la competencia grupal con Kahoot.
- 

## 4.2 Materiales Adquiridos

Para la consolidación de la herramienta y el desarrollo de las actividades experimentales propuestas, se adquirieron materiales representativos de los principales grupos: metales, polímeros, cerámicos y compuestos. Dentro de ellos, se dio prioridad a aquellos con características contrastantes, de manera que los estudiantes pudieran identificarlos y compararlos fácilmente. Los criterios de selección incluyeron su representatividad en aplicaciones industriales, la diversidad en su composición y las diferencias notables en propiedades como el color, la densidad, la dureza, la rigidez, el sonido y la resistencia química, entre otros.

Para el caso de los materiales metálicos, se adquirieron varillas de 1,27 cm de diámetro y 50 cm de longitud, las cuales fueron cortadas para obtener muestras de 5 cm de longitud. En la Tabla 3 se presentan imágenes representativas de los metales y aleaciones seleccionados. Estos materiales se encuentran clasificados en dos grupos: ferrosos y no ferrosos. Además, se incluye información técnica como el nombre comercial, la designación o especificación del material, y propiedades mecánicas relevantes como la densidad, el límite elástico, la resistencia a la tracción y el porcentaje de alargamiento.

Los valores de propiedades fueron consultados y verificados con base en la base de datos EduPack (Granta by Ansys) y el libro "Materials Science and Engineering" de W. D. Callister, referencias ampliamente reconocidas en el ámbito de la ingeniería de materiales.

**Tabla 3**















*Materiales metálicos y aleaciones adquiridas*







<b>Metales y aleaciones</b>									
									
	<b>Aleaciones ferrosas</b>					<b>Metales y aleaciones no ferrosas</b>			
<b>Nombre Comercial</b>	Fundición de hierro gris	Varillas de acero corrugadas	Acero inoxidable austenítico	Acero al carbono	Bronce para cojinetes	Latón amarillo	Cobre	Aleación de aluminio	Aleación de titanio
<b>Designación/especificación</b>	ASTM A48	ASTM A615	AISI 304	AISI SAE 1020	UNS C93200	UNS C26000	UNS C11000	AA 5052	Ti-6Al-4V
<b>Densidad g/cm<sup>3</sup></b>	7.30	7.85	8.00	7.85	8.93	8.53	8.89	2.70	4.43
<b>Módulo de elasticidad GPA</b>	100-170	200	193	207	96 – 110	110	115	70 – 80	114
<b>Alargamiento (%)</b>	1	9-8	40	15-30	20	25 – 35	12-50	12 – 25	10-14
<b>Aplicaciones típicas</b>	Bases de maquinaria, tapas de alcantarillas	Refuerzo de concreto en obras civiles	Utensilios de cocina, tanques, tuberías y válvulas en la industria alimentaria y farmacéutica.	Ejes, pernos, tornillos, barras, perfiles estructurales	Bujes y cojinetes autolubricantes	Tubería decorativa y grifería, conectores eléctricos, intercambiadores de calor	Cables eléctricos y conductores	Paneles para carrocerías y remolques	Componentes aeroespaciales (turbinas, fuselajes), implantes biomédicos

En el caso de los materiales poliméricos, se adquirieron piezas representativas de las principales familias: termoplásticos, termoestables y elastómeros. Para los termoplásticos, además de las piezas terminadas, se obtuvo materia prima virgen correspondiente a cada uno de los códigos de reciclaje, lo cual permite su adecuada clasificación y análisis comparativo. En la Tabla 4 se presentan imágenes de los polímeros seleccionados, junto con la información técnica que incluye el nombre del material, propiedades como la densidad y el porcentaje de alargamiento, así como ejemplos de aplicaciones típicas.

**Tabla 4**

*Materiales poliméricos adquiridos*

Materiales poliméricos						
<b>TERMOPLÁSTICOS</b>						
						
<b>PET</b> ♻️ 1	<b>HDPE</b> ♻️ 2	<b>PVC</b> ♻️ 3	<b>LDPE</b> ♻️ 4	<b>PP</b> ♻️ 05	<b>PS</b> ♻️ 6	<b>TEFLÓN</b> ♻️ 7
<b>TERMOPLÁSTICOS</b>		<b>TERMOESTABLES</b>		<b>ELASTÓMEROS</b>		
						
<b>ABS</b> ♻️ 7	<b>PMMA</b> ♻️ 7	<b>BAQUELITA</b>	<b>FENÓLICOS</b>	<b>GOMA NATURAL</b>	<b>ELASTÓMEROS DE SILICONA</b>	<b>GOMA EVA</b>

<b>Termoplásticos</b>						
<b>Nombre</b>	Poliétileno Tereftalato	Poliétileno de alta densidad	Policloruro de vinilo	Poliétileno de baja densidad	Polipropileno	Poliestireno
<b>Código de reciclaje</b>	(PET)  1	(HDPE)  2	(PVC)  3	(LDPE)  4	(PP)  5	(PS)  6
<b>Densidad g/cm<sup>3</sup></b>	1.35	0.959	1.30-1.58	0.925	0.905	1.05
<b>Alargamiento (%)</b>	30-300	10-1200	40-80	100-650	100-600	1.2-2.5
<b>Aplicaciones</b>	Botellas plásticas	Envases, tapas, contenedores	Tubos, perfiles	Bolsas de supermercado	Envases para alimentos, paneles, utensilios y artículos de hogar	Vasos, cubiertos desechables
<b>Termoplásticos</b>				<b>Termoestables</b>		
<b>Nombre</b>	Politetrafluoroetileno	Acrilonitrilo Butadieno Estireno	Polimetilmetacrilato	Resinas fenólicas		
<b>Densidad g/cm<sup>3</sup></b>	2.17	1.03	1.19	1.28		
<b>Alargamiento (%)</b>	200-400	5	2.0-5.5	1.5		
<b>Aplicaciones</b>	Tuberías, válvulas, sellos, mangueras, componentes en equipos químicos recubrimientos antiadherentes	Juguetes LEGO®. Industria automotriz (Paneles interiores, cubiertas, rejillas, guanteras)	Lentes, lupas, cubiertas de pantallas, grifería transparente, vitrinas de equipos, carcasas	Montaje de probetas metalográficas, carcasas de enchufes, interruptores, bandejas resistentes a ácidos, botones.		
<b>Elastómeros</b>						
<b>Nombre</b>	Caucho natural		Elastómeros de silicona		Goma EVA	
<b>Densidad g/cm<sup>3</sup></b>	0.93		1.1-1.6		0.94	
<b>Alargamiento (%)</b>	600		270		730	
<b>Aplicaciones</b>	Mangueras, suelas, neumáticos, ligas		Catéteres, válvulas, sellos, moldes de cocina, mangueras, juntas o-ring, ligas de cabello		Plantillas y suelas de calzado, pisos acolchados, rellenos, soportes para equipos frágiles	







<b>Aplicaciones</b>	Crisoles, puentes y prótesis dentales y Revestimientos térmicos	Crisoles, bujías y Abrasivos: En papel de lija, discos de corte, pulido industrial	Capacitores, Sensores piezoeléctricos y actuadores
<b>Vidrios</b>			
<b>Nombre</b>	Vidrio común		
<b>Composición</b>	Vidrio (sódico-cálcico): mezcla de SiO <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> O, CaO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> O y MgO.		
<b>Densidad g/cm<sup>3</sup></b>	2.44		
<b>Alargamiento (%)</b>	0.04		
<b>Aplicaciones</b>	Portamuestras, botellas, ventanas		

En la Tabla 6 se presentan los materiales compuestos seleccionados, acompañados de sus imágenes y una breve descripción técnica. Esta incluye el nombre del material, los componentes que lo integran, así como propiedades clave como la densidad y el porcentaje de alargamiento. Además, se resaltan algunas de las aplicaciones más comunes de estos materiales.

**Tabla 6**

*Materiales compuestos adquiridos*

<b>Materiales compuestos</b>				
<b>MATRIZ: POLIMÉRICA REFUERZO: FIBRAS DE C</b>	<b>MATRIZ: POLIMÉRICA REFUERZO: FIBRAS</b>	<b>MATRIZ: CERÁMICA REFUERZO: PARTÍCULAS</b>	<b>MATRIZ: METÁLICA REFUERZO: PARTÍCULAS</b>	
				
<b>CFRP</b>	<b>GFRP</b>	<b>CMC</b>	<b>MMC</b>	
<b>Tipo de Matriz</b>	Matriz polimérica (epoxi, viniléster)	Matriz polimérica (epoxi o poliéster)	Matriz cerámica (o mineral)	Matriz metálica

<b>Tipo de Refuerzo</b>	Fibra de carbono (refuerzo fibroso)	Fibra de vidrio (refuerzo fibroso)	Refuerzo particulado como grava y arena (cuarzo, caliza, granitos, etc.)	Refuerzo particulado (SiC)
<b>Densidad g/cm<sup>3</sup></b>	1.7	2.1	2.2	7.5
<b>Alargamiento (%)</b>	0.32	0.85	0	0.5
<b>Aplicaciones</b>	Marco de bicicleta, Componentes estructurales de aviones y cañas de pescar	Paneles interiores, paragolpes y Cascos de embarcaciones	Concreto, reactores nucleares y hornos industriales.	Pistones, discos de freno, bielas, Frenos ferroviarios y aeroespaciales

### 4.3 Diseño de Actividades Experimentales

Las actividades experimentales se diseñaron siguiendo la estructura de una práctica de laboratorio. Contienen como apartados el título de la práctica, un ¿sabías que? al inicio de la práctica para despertar interés y generar curiosidad, los objetivos a alcanzar, los materiales a utilizar, el procedimiento a seguir y una hoja de registro de resultados y análisis. Las actividades se desarrollan en equipos y cada equipo debe elegir un líder y asignar roles dentro del grupo; se limitó un máximo de cuatro estudiantes por equipo, con el fin de garantizar la participación de todos.

En la Tabla 7 se presenta las tres actividades prácticas diseñadas junto con los objetivos, específicos evaluados en estas actividades y un resumen de la experiencia. Las guías y hojas de trabajo se encuentran en el apéndice A.

**Tabla 7***Actividades experimentales*

<b>ACTIVIDADES EXPERIMENTALES</b>	
<b>Procedimiento general</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formación de equipos, asignación de roles y entrega de materiales (10 minutos).</li> <li>2. Exploración y análisis de las aleaciones (60 minutos).</li> <li>3. Discusión y socialización de resultados (25 minutos).</li> <li>4. Cierre y evaluación (25 minutos).</li> </ol>	
<b>Actividad No.1:</b> Descubriendo el ADN de los metales y aleaciones: propiedades que revelan su naturaleza.	
<b>Objetivos:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las principales propiedades fisicoquímicas de los metales y aleaciones ingenieriles mediante la exploración y análisis de muestras.</li> <li>• Conocer los elementos químicos que constituyen las principales aleaciones ingenieriles.</li> </ul>	
<i>Introducción</i>	<i>Materiales</i>
<p>Esta actividad tiene como propósito que los estudiantes identifiquen y analicen las propiedades físicas y químicas fundamentales de metales y aleaciones de uso común en la ingeniería. Mediante inspección visual, pruebas de magnetismo, estimación de densidad y ensayos de reactividad, se promueve la comprensión del vínculo entre composición química, estructura interna y comportamiento material, fortaleciendo así criterios de selección en aplicaciones tecnológicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja de muestras metálicas</li> <li>• Imanes</li> <li>• Regla</li> <li>• Balanza</li> <li>• Papel de desbaste</li> <li>• Baraja de los materiales metálicos</li> <li>• Hoja de trabajo</li> </ul>
<b>Actividad No.2:</b> ¡No todo “plástico” es igual! Explorando y clasificando polímeros con tus sentidos.	
<b>Objetivos:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover la identificación y comparación de diversas propiedades físicas de materiales poliméricos tales como elasticidad, comportamiento acústico y respuesta a la vibración a través de pruebas no destructivas empleando materiales y recursos accesibles en el entorno del aula.</li> </ul>	
<i>Introducción</i>	<i>Materiales</i>
<p>Esta actividad tiene como propósito acercar a los estudiantes al análisis práctico de las propiedades físicas de distintos polímeros, mediante pruebas sencillas y no destructivas que pueden realizarse en el aula. A través de la observación directa y el uso de materiales cotidianos, los participantes identificarán características como la elasticidad, respuesta al impacto y comportamiento vibratorio. La experiencia busca fomentar el aprendizaje activo y colaborativo, permitiendo comprender cómo estas propiedades influyen en las aplicaciones reales de los polímeros en la ingeniería y la vida cotidiana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestras de los polímeros</li> <li>• Superficie plana y dura para pruebas de impacto</li> <li>• Objeto sencillo para aplicar presión y generar flexión</li> <li>• Baraja de los materiales poliméricos</li> <li>• Hoja de trabajo</li> </ul>

**Actividad No.3: Detectives de la Materia: Clasificando la Materia Prima del Futuro****Objetivos:**

- Clasificar y diferenciar los materiales de ingeniería (metálicos, polímeros, cerámicos y compuestos) mediante la observación visual, táctil y ensayos sencillos, con el fin de identificar sus propiedades físicas básicas utilizando herramientas del aula.

<i>Introducción</i>	<i>Materiales</i>
La correcta clasificación de los materiales de ingeniería es esencial en los procesos de selección y diseño en el ámbito industrial. Esta actividad permite a los estudiantes identificar, mediante observación y ensayos básicos, las propiedades físicas distintivas de materiales metálicos, cerámicos, poliméricos y compuestos. A través del análisis visual, táctil y funcional se busca fortalecer la comprensión de la relación entre estructura, propiedades y aplicaciones de los materiales en contextos reales de ingeniería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja de muestras metálicas, muestras poliméricas, cerámicas y compuestos</li> <li>• Imanes</li> <li>• Regla</li> <li>• Balanza</li> <li>• Papel de desbaste</li> <li>• Circuito simple</li> <li>• Barajas de los materiales</li> <li>• Hoja de trabajo</li> </ul>

**4.2 Desarrollo de Elementos Digitales e Incorporación de Elementos Virtuales**

En el marco del desarrollo de la herramienta didáctica para la enseñanza de los materiales de ingeniería, se han incorporado diversos recursos digitales con el propósito de complementar y fortalecer el aprendizaje de los estudiantes. La inclusión de elementos virtuales dinamiza la experiencia educativa, al facilitar la comprensión de conceptos clave mediante la interactividad y la gamificación.








Entre las herramientas digitales desarrolladas, se destacan los cuestionarios y juegos educativos diseñados en plataformas como Educaplay, Wordwall y Kahoot, cuyos detalles se recogen en la Tabla 8. Estos recursos permiten evaluar y reforzar los conocimientos sobre propiedades, aplicaciones y clasificaciones de los materiales de ingeniería, ofreciendo a los estudiantes una metodología atractiva que favorece la autoevaluación y la retroalimentación inmediata.







**Tabla 8***Recursos digitales*


---

**RECURSOS DIDÁCTICOS DIGITALES**

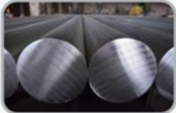


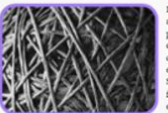

---

<b>Metales y aleaciones</b>				
<b>Nombre</b>	<b>Plataforma</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Vinculo</b>
<b>Densidad de los metales</b>	Educaplay	Filas y orden	Aprende sobre la densidad de los metales ordenando su densidad de mayor a menor	
<b>Composición de las aleaciones</b>	Educaplay	Filas y orden	Aprende sobre la composición química de los metales más comunes y ordénalos según su porcentaje elemental.	
<b>Metales, aleaciones y sus aplicaciones</b>	Educaplay	Relacionar	Aprende sobre los metales y aleaciones más comunes en la ingeniería uniéndolos con su aplicaciones industriales y cotidianas.	
<b>Quiz sobre los metales</b>	Educaplay	Quiz	Pon a prueba tus conocimientos sobre los metales con este divertido cuestionario.	
<b>Desafío de los metales y aleaciones</b>	Educaplay	Froggy jumps	Pon a prueba tus conocimientos sobre propiedades y aleaciones de materiales y no dejes que la rana muera.	
<b>Prueba de composición</b>	Educaplay	Memoria	Aprende sobre los metales emparejando el material con su composición.	
<b>Punto de fusión</b>	Wordwall	Coincidir	Relaciona cada material con su respectivo punto de fusión.	
<b>Ferrosos no ferrosos</b>	Wordwall	Coincidir	Separa los metales y aleaciones ferrosas y las no ferrosas.	

<b>Metales y aleaciones</b>	Kahoot	Quiz	Este cuestionario es un adicional para evaluar la actividad experimental #1	
<b>Polímeros</b>				
<b>Tipos de plásticos</b>	Educaplay	Mapa interactivo	Empareja el material polimérico con su respectiva aplicación.	
<b>Polímeros</b>	Educaplay	Froggy jumps	Pon a prueba tus conocimientos sobre propiedades de los materiales poliméricos y no dejes que la rana muera.	
<b>Cerámicos y compuestos</b>				
<b>Clasificación de los materiales cerámicos</b>	Educaplay	Froggy jumps	Aprende sobre la clasificación, aplicaciones y cerámicos más comunes a nivel ingenieril.	
<b>Materiales compuestos</b>	Educaplay	Froggy jumps	Aprende sobre las propiedades, conceptos y aplicaciones de los materiales compuestos.	
<b>Actividad general</b>				
<b>Clasificación de Materiales de Ingeniería</b>	quizizz	quiz	Este cuestionario es un adicional para evaluar la actividad experimental #3	
<b>Baraja de materiales</b>				

Como apoyo visual y didáctico al proceso de aprendizaje, se diseñaron tarjetas educativas que representan distintos materiales de ingeniería. Cada tarjeta incluye el nombre del material, su clasificación general (metal, polímero, cerámico o compuesto), su composición química básica, así como sus principales propiedades físicas y aplicaciones comunes. Estas tarjetas permiten a los estudiantes reforzar la identificación y comparación de los materiales de forma lúdica y participativa, especialmente al finalizar las actividades experimentales. Las imágenes ilustrativas utilizadas fueron tomadas de la galería de fotos libres de derechos de autor de Pixabay, garantizando así un uso apropiado en contextos educativos.

*Tarjetas de los materiales*

<p><b>Aluminio – "El Ligero"</b></p>  <p>De color plateado y notable ligereza, el aluminio se extrae de la bauxita mediante el proceso Bayer para obtener alumina, seguida de electrolisis en el proceso Hall-Héroult. Aunque es abundante en la corteza terrestre, su uso industrial se desarrolló ampliamente en el siglo</p> <p><b>PROPIEDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Densidad: 2.70 g/cm<sup>3</sup></li> <li>Punto de Fusión: 660 °C</li> <li>Módulo de Elasticidad: 69 GPa</li> <li>C. E. Tensión: 25.1 × 10<sup>3</sup> N/m<sup>2</sup></li> <li>Resistividad Eléctrica: 0.029 μΩ·m</li> <li>Resistencia Tracción: 90 - 600 MPa</li> <li>% Elongación: 10 - 40%</li> <li>Tracción: +++</li> <li>Costo: +</li> <li>% Ductilidad: +++++</li> <li>Resistencia a la Corrosión: +++</li> <li>Com. Principal: Aluminio (Al) 99++</li> </ul>	<p><b>PET 1 – "El Reciclable"</b></p>  <p>El PET es un plástico ligero, transparente y resistente, inventado en 1941 por Whinfield y Dickson. Se fabrica por polimerización por condensación y es ampliamente usado en botellas y envases. Su alta reciclabilidad permite reutilizarlo en nuevos envases y fibras.</p> <p><b>PROPIEDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Densidad: 1.38 - 1.40 g/cm<sup>3</sup></li> <li>Temperatura de Fusión: 230 - 260 °C</li> <li>Módulo de Elasticidad: 2.7 - 3.0 GPa</li> <li>Resistencia Térmica: 120 - 135 °C</li> <li>Fuente de Aluminio: Kerman</li> <li>Com. Principal: Polímero (C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>)</li> <li>Flexibilidad: ++</li> <li>Resistencia Mecánica: +++</li> <li>Costo: ++</li> <li>Resistencia Química: +++</li> <li>Reciclabilidad: ++++</li> </ul>
<p><b>Cerámico Tradicional – "El Constructor"</b></p>  <p>Utilizados desde la antigüedad (más de 10.000 años atrás), los cerámicos tradicionales se elaboran a partir de arcillas naturales mediante moldeado, secado y cocción a altas temperaturas (1000-1000 °C). Son económicos, duros y frágiles, ideales para fabricar ladrillos, tejas, loza y baldosas.</p> <p><b>PROPIEDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Densidad: 1.6 - 2.2 g/cm<sup>3</sup></li> <li>T de Sinterización: 900 - 1100 °C</li> <li>Módulo de Elasticidad: 50 - 80 GPa</li> <li>Absorción de Agua: Alta (5-20%)</li> <li>Permeabilidad: +++++</li> <li>Composición Principal: Arcilla, caolín, sílice</li> <li>Fragilidad: +++</li> <li>Resistencia al Degrado: -</li> <li>Costo: +</li> <li>Sostenibilidad: ++</li> </ul>	<p><b>Fibra de Carbono – "El Ultraligero"</b></p>  <p>Desarrollada en los años 60, se obtiene al calentar fibras orgánicas (como poliacetileno) a altas temperaturas en atmósfera controlada, carbonizándolas para formar hilos extremadamente resistentes y ligeros. Se combinan con resinas epoxicas para formar compuestos rígidos, utilizados en aviación, automovilismo y artículos deportivos de alto rendimiento.</p> <p><b>PROPIEDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Densidad: 1.5 - 1.8 g/cm<sup>3</sup></li> <li>R a la Tracción: 2000 - 8000 MPa</li> <li>Módulo de Elasticidad: 150 - 240 GPa</li> <li>Temp. de Uso Máxima: Hasta 2100 °C</li> <li>Composición: Fibras de carbono + resina epoxica (matriz polimérica)</li> <li>C de Exp. Térmica: -0.5 a 1.5 ppm/m°C</li> <li>Fragilidad: ++</li> <li>Costo: +++++</li> <li>Relación Resistencia/Peso: +++++</li> </ul>

Los valores numéricos de propiedades como la densidad, el módulo de elasticidad, la temperatura de fusión, etc, fueron obtenidos del software EduPack (actualmente conocido como Granta EduPack), el cual es una fuente confiable, académica y ampliamente utilizada en el estudio de la ciencia e ingeniería de materiales. Cabe destacar que estos valores son aproximados, ya que pueden variar en función de factores como el grado de pureza, el procesamiento, la forma del material y las condiciones específicas de uso. Por lo tanto, se presentan como rasgos representativos que permiten comparar materiales de manera general y didáctica. El resto de las tarjetas desarrolladas como parte de la herramienta didáctica se pueden consultar en el apéndice B.

## 4.5 Montaje e integración de los componentes de la herramienta didáctica.

### 4.5.1 Conceptualización de la Herramienta Didáctica

En esta etapa del proyecto se llevó a cabo el montaje e integración física de los distintos elementos que conforman la herramienta didáctica diseñada para la enseñanza de la ciencia de materiales. Con el fin de facilitar su uso pedagógico, así como su transporte y conservación, se

conceptualizó la creación de dos tipos de unidades de almacenamiento y presentación: una Unidad de Aula y una Unidad de Exhibición (también referida como "Caja de Museo"), cada una adaptada a un enfoque didáctico particular.

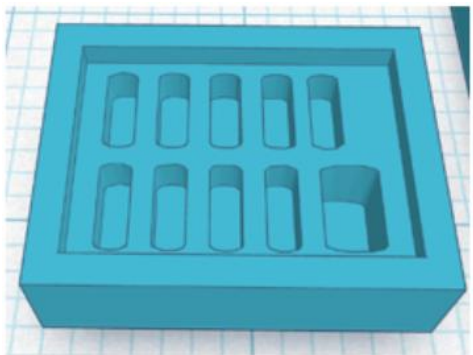
Para abarcar la totalidad de las clasificaciones de materiales estudiadas en el proyecto, se diseñaron unidades específicas para cada tipo de material, tal como se detalla en la Tabla 9, donde se presentan los modelos conceptuales desarrollados en Tinkercad para cada Unidad.

**Tabla 9**

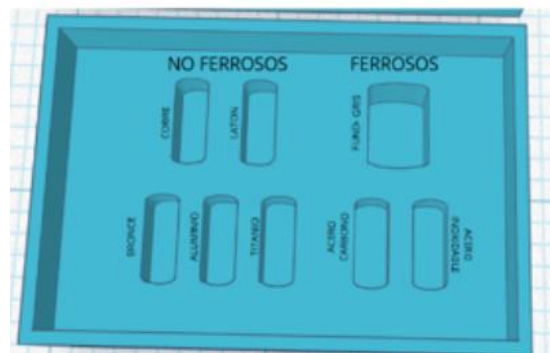
*Montaje de las actividades experimentales*

<b>Montaje</b>	
<b>Unidad de Aula</b>	<b>Unidad de Exhibición</b>
La Unidad de Aula está orientada al trabajo práctico y participativo con los estudiantes. Contiene muestras manipulables, guías, tarjetas y materiales necesarios para las actividades interactivas.	La Unidad de Exhibición tiene un enfoque más visual y explicativo, donde los materiales están organizados de forma más estética y protegida, ideal para presentaciones, exposiciones y para incentivar la curiosidad de los estudiantes a través de la observación.

*Unidad de Aula*



*Unidad de Exhibición*



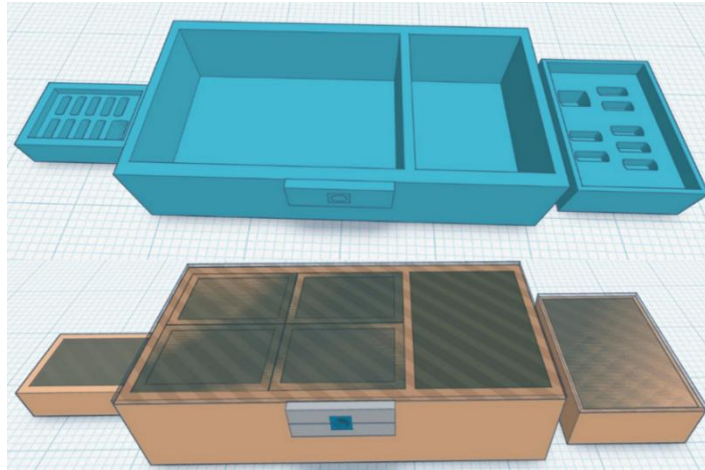
**Unidad de transporte**

Cada conjunto (Unidad de Aula y Unidad de Exhibición) correspondiente a una familia de materiales será almacenado y transportado dentro de una Caja de Transporte General "Maletín",

---

la cual permite organizar los módulos internos de manera segura y ordenada, facilitando su traslado a diferentes entornos educativos.

#### *Unidad de transporte*



---

*Nota.* El diseño conceptual inicial de estas unidades fue desarrollado mediante el software Tinkercad, donde se definieron las dimensiones, compartimentos internos y disposición de los componentes. Cabe aclarar que el modelo generado en Tinkercad se utilizó como referencia visual y funcional, ya que las cajas utilizadas en la versión final de la herramienta se adquirieron comercialmente, seleccionando aquellas que mejor se ajustaban a los requerimientos establecidos en el diseño conceptual.

#### **4.6 Aplicación en el Aula y Validación Inicial**

Aunque en el marco del presente trabajo no se tenía previsto implementar la herramienta, se realizó la aplicación temprana en el aula de uno de los componentes con estudiantes del curso de Ciencia de Materiales del programa de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Industrial de Santander.

En esta actividad se implementó la Actividad #1, la cual incluyó el uso de muestras físicas, instrumentos de evaluación manual (hojas guía) y digitales (evaluación en Kahoot). La Figura 1 muestra un momento de esta interacción, en la que los estudiantes manipulan y analizan los materiales, aplicando de forma activa los conocimientos adquiridos.

### **Figura 1**

*Ensayo visual de las piezas metálicas*



Además, se aplicó una breve encuesta de percepción con el fin de conocer la opinión de los estudiantes frente al uso de este tipo de recurso didáctico. Aunque en esta etapa aún no se contaba con la herramienta completamente integrada, la experiencia permitió evidenciar su potencial motivador, participativo y didáctico. Los resultados obtenidos, representados en la Figura 2 reflejan una valoración positiva por parte de los estudiantes, brindando comentarios y observaciones que resultan muy útiles para seguir mejorando y fortaleciendo el recurso propuesto.

**Figura 2***Percepción de la actividad #1*

Los resultados de la encuesta reflejaron una alta aceptación de la actividad experimental por parte de los estudiantes, destacando el valor del contacto directo con los materiales para una mejor comprensión de sus propiedades y aplicaciones. Comentarios como “poder tocar los materiales” y “comparar muestras físicas” resaltan la importancia del aprendizaje práctico. La observación de reacciones de los metales y aleaciones frente a sustancias químicas también fue bien recibida, aportando una perspectiva más realista sobre el comportamiento de los metales. Además, el uso de herramientas digitales como Kahoot fue valorado positivamente por su capacidad de reforzar conceptos de forma dinámica. En conjunto, la experiencia favoreció un aprendizaje significativo al integrar teoría y práctica en un contexto más cercano a lo real. Los resultados completos de la encuesta se presentan en el Apéndice C, mientras que el registro fotográfico de la actividad puede consultarse en el Apéndice D.

## 5. Conclusiones

- La estructura de la herramienta didáctica permitió articular de manera coherente la competencia a fortalecer en los estudiantes, los contenidos disciplinares y las actividades prácticas, estableciendo un marco pedagógico sólido que facilita la articulación de conocimientos teóricos y prácticos en el área de materiales de ingeniería.
- Las actividades experimentales diseñadas promueven la interacción directa con muestras de materiales metálicos, cerámicos, polímeros y compuestos, favoreciendo el reconocimiento visual y táctil de los materiales y de sus propiedades, fortaleciendo la capacidad de los estudiantes para clasificarlos e identificar algunas aplicaciones.
- La incorporación de recursos digitales interactivos a través de plataformas como Wordwall, Kahoot y Educaplay, que implican retos y recompensas, complementa y enriquece la experiencia de aprendizaje, aportando dinamismo y elementos lúdicos que potencian el aprendizaje significativo, la motivación, la autonomía y la reflexión sobre el avance de su propio aprendizaje.

## 6. Recomendaciones

- Cuando se aplique la herramienta completa en el aula, se deben diseñar cuestionarios que permitan evaluar la percepción del estudiante con relación a la utilidad de la herramienta para su proceso de aprendizaje.
- Es fundamental aplicar procesos de evaluación continua con distintos grupos de estudiantes. Esto nos permitirá obtener retroalimentación constante, lo que a su vez facilitará la implementación de mejoras significativas en la herramienta didáctica.
- Se puede ampliar el uso de la herramienta didáctica a otros cursos y espacios formativos, como por ejemplo en ferias escolares, para enseñar a los estudiantes de colegios conocimientos sobre materiales de ingeniería y motivarlos para que estudien el programa de Ingeniería Metalúrgica.

### Referencias

- Araceli Chávez-Martínez. (2016). Variables de distribución en la estimulación sensorial durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Ciencia & Futuro*, 6(4).
- Carriazo, J. G., Saavedra, M. J., & Molina, M. F. (2017). ¿Hacia dónde debe dirigirse la enseñanza de la Ciencia de Materiales? *Educación Química*, 28(2), 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.10.002>
- Cuesta, H. (2024). La revolución del aprendizaje: El auge de los videojuegos en la educación básica superior.
- Díaz, F. (2016). Tecnología 2º ESO Tema 4: Los Metales. Recuperado de <https://fdiazucedablogspot.com/2016/02/tecnologia-2-eso-tema-4-los-metales.html>
- Downey, R. M., Downey, K. B., Jacobs, J., Korthas, H., Melchor, G. S., Speidell, A., Waguespack, H., Mulroney, S. E., & Myers, A. K. (2022). Learning design in science education: perspectives from designing a graduate-level course in evidence-based teaching of science. *AJP Advances in Physiology Education*, 46(4), 651–657. <https://doi.org/10.1152/advan.00069.2022>
- Educaplay. (2024). Interactive learning platform [Sitio web]. <https://www.educaplay.com/>
- ElBibliote. (2025). Los Metales. Recuperado de [https://elbibliote.com/libro-pedia/manual\\_csnaturales/4grado/capitulo1/tema06.php?g=4&c=1&t=6](https://elbibliote.com/libro-pedia/manual_csnaturales/4grado/capitulo1/tema06.php?g=4&c=1&t=6)
- Espinoza-Freire, E. E. (2022). Aprendizaje por descubrimiento Vs aprendizaje tradicional. *Revista Transdisciplinaria de Estudios Sociales y Tecnológicos*, 2(1), 73–81.

- García Lira, J., Castillo Sánchez, M. D., & Arena Romero, J. J. (2015). Creación de material de apoyo para la enseñanza de ciencia de los materiales. *Ra Ximhai*, 327–334. <https://doi.org/10.35197/rx.11.01.e2.2015.24.jg>
- Gobierno de México. (2025). Clasificación del Enlace Químico. Recuperado de [https://www.aev.dfie.ipn.mx/Materia\\_quimica/temas/tema4/subtema2/subtema2.html](https://www.aev.dfie.ipn.mx/Materia_quimica/temas/tema4/subtema2/subtema2.html)
- Granta EduPack. (2024). Material selection and properties database [Software]. Cambridge University Press. <https://www.grantadesign.com/education/>
- Gravelsina, E., & Daniela, L. (2024). Student Teachers' Perceptions of a Game-Based Exam in the Genial.ly App. *Computers*, 13(8), 207.
- Guamán Gómez, V. J., & Espinoza Freire, E. E. (2022). Aprendizaje basado en problemas para el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 124–131.
- Hakami, M. (2020). Using Nearpod as a tool to promote active learning in higher education in a BYOD learning environment. *Journal of Education and Learning*, 9(1), 119–126.
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275–285. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>
- Hilton III, J. (2020). Open educational resources, student efficacy, and user perceptions: A synthesis of research published between 2015 and 2018. *Educational Technology Research and Development*, 68(3), 853–876.
- Kahoot!. (2024). Game-based learning platform [Sitio web]. <https://kahoot.com/>

- López, V. M., Mon, M. Á. C., Gutiérrez, E. F., & Dobarro, A. (2022). La herramienta Kahoot! como propuesta innovadora de gamificación educativa en Educación Superior. *Digital Education Review*, (42), 39–49.
- Maldonado-Torres, S., Araujo, V., & Rondon, O. (2018). Enseñar como un “acto de amor” con métodos de enseñanza-aprendizaje no tradicionales en los entornos virtuales. *Revista Electrónica Educare*, 22(3), 371–382. <https://dx.doi.org/10.15359/ree.22-3.18>
- Medina, J. P. H., Castro, R. D. C., & Balderas, E. R. (2022). Gamificación en el aula: Los videojuegos como herramienta para la enseñanza de la ciencia. Editorial Newton Edición y Tecnología Educativa.
- Mena Marcos, J. J., Sánchez-Gómez, M. C., Verdugo-Castro, S., Cabanillas, J., Martín Cilleros, M. V., Hernández Martín, I., ... & Clarke, A. (2023). Uso de la plataforma GENIALLY para la creación de recursos digitales y materiales online en la formación docente de profesores dentro de los Grados de Educación infantil, primaria y secundaria (K-12).
- Mintzes, J. J., & Walter, E. M. (Eds.). (2020). *Active Learning in College Science: The Case for Evidence-Based Practice* (1st ed.). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-33600-4>
- Moscardini, A. O., Strachan, R., & Vlasova, T. (2020). The role of universities in modern society. *Studies in Higher Education*, 47(4), 812–830. <https://doi.org/10.1080/03075079.2020.1807493>
- Nebel, S., Schneider, S., & Rey, G. D. (2016). Mining learning and crafting scientific experiments: a literature review on the use of minecraft in education and research. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2), 355–366.

Pixabay. (2024). Free stock images and videos [Sitio web]. <https://pixabay.com/>

Portela Fontán, A., Castell Villanueva, J., & Martín-Piñol, C. (2024). La maleta didáctica en educación formal: Un recurso versátil para la enseñanza-aprendizaje en el aula. Cabás. *Revista Internacional Sobre Patrimonio Histórico-Educativo*, (31), 12–31. <https://doi.org/10.1387/cabas.26215>

Quizizz Inc. (s.f.). Quizizz. <https://quizizz.com/>

Reid, N. (2021). The Johnstone triangle: The key to understanding chemistry. Royal Society of Chemistry.

Royal Society of Chemistry. (2025). How to Teach Materials. Recuperado de <https://edu.rsc.org/cpd/how-to-teach-materials-at-11-14/4012437.article>

TeachEngineering. (2025a). Fun Look at Material Science. Recuperado de [https://www.teachengineering.org/lessons/view/uoh\\_matlsci\\_lesson01](https://www.teachengineering.org/lessons/view/uoh_matlsci_lesson01)

TeachEngineering. (2025b). Materials Matter – Composites Properties Activity. Recuperado de <https://www.teachengineering.org/activities/view/uoh-2794-materials-matter-composites-properties->

Tinkercad. (2024). 3D design and circuits simulator [Software]. Autodesk Inc. <https://www.tinkercad.com>

Wordwall. (2024). Create custom teaching resources [Sitio web]. <https://wordwall.net/>

Zainuddin, N. M. M., Azmi, N. F. M., Yusoff, R. C. M., Shariff, S. A., & Hassan, W. A. W. (2020). Enhancing classroom engagement through Padlet as a learning tool: A case study. *International Journal of Innovative Computing*, 10(1).

## Apéndices

### Apéndice A. Guías de las actividades experimentales (Recurso digital complementario)

El acceso completo a estas guías está disponible en formato digital mediante los siguientes enlaces:

- **Manual Actividad #1: Clasificación de los metales**
- **Manual Actividad #2: Clasificación de los polímeros**
- **Manual Actividad #3: Clasificación general de los materiales**

### Apéndice B. Tarjetas educativas de materiales de ingeniería (Recurso digital complementario)

Dado el volumen del material gráfico, las tarjetas se incluyen en formato digital mediante los siguientes accesos:

- **Tarjetas educativas de materiales metálicos**
- **Tarjetas educativas de polímeros**
- **Tarjetas educativas de materiales cerámicos y compuestos**

Los archivos están disponibles a través del recurso digital complementario entregado junto al presente documento.

### Apéndice C. Resultados de la Encuesta Actividad #1: (Recurso digital complementario)

El archivo está disponible a través del recurso digital complementario entregado junto al presente

documento.

- **Resultados de la Encuesta Actividad #1**

**Apéndice D.** Registro fotográfico de la Actividad #1: Clasificación de los metales

**Figura D1**

*Estudiantes manipulando las muestras metálicas*



**Figura D2**

*Observación visual y táctil de los materiales*



**Figura D2**

*Participación en la evaluación interactiva con Kahoot*



El registro completo, que incluye más fotografías y algunos videos breves tomados durante la actividad, puede consultarse en el siguiente enlace:

- **Registro fotográfico Actividad #1: Clasificación de los metales**

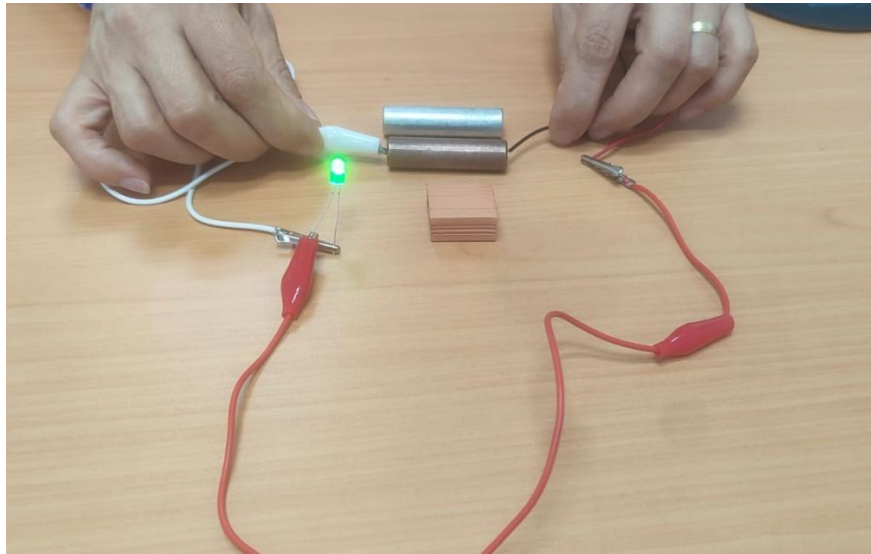
**Apéndice E.** Elementos prueba piloto Actividad #1



**Apéndice F.** Implementos prueba de corrosión



**Apéndice G.** Implementos prueba de conductividad



**Apéndice H. Elementos Actividad #2**



