



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Construcción de un Juego de mecanismos básicos en PLA para el aprendizaje de mecánica en la carrera de TSE en la ULEAM Extensión El Carmen.

Autores:

Juvenal Benigno Andrade Loor
Cristhian Fabián Cedeño Vélez

Tutor:

Ing. Fernando López, Mg.

Unidad Académica:

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica.

Carrera:

Tecnología Superior en Electromecánica

El Carmen, enero del 2025.

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la carrera de Electromecánica de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Cristhian Fabian Cedeño Vélez, legalmente matriculado/a en la carrera de Electromecánica, período académico 2024(2), cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Construcción de un juego de mecanismos básicos en PLA para el aprendizaje de mecánica en la carrera de TSE en la Uleam Extensión El Carmen".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, 20 de diciembre de 2024.

Lo certifico,



Ing. Fernando López, Mag.
Docente Tutor(a)
Área: Electromecánica

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen de la carrera de Electromecánica de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Juvenal Benigno Andrade Loor, legalmente matriculado/a en la carrera de Electromecánica, período académico 2024(2), cumpliendo el total de 144 horas, cuyo tema del proyecto es "Construcción de un juego de mecanismos básicos en PLA para el aprendizaje de mecánica en la carrera de TSE en la Uleam Extensión El Carmen".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, 20 de diciembre de 2024.

Lo certifico,



Ing. Fernando López, Mag.
Docente Tutor(a)
Área: Electromecánica

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "Construcción de un Juego de mecanismos básicos en PLA para el aprendizaje de mecánica en la carrera de TSE en la ULEAM Extensión El Carmen" de sus autores: Juvenal Benigno Andrade Loor, Cristhian Fabian Cedeño Vélez de la Carrera "**Tecnología Superior en Electromecánica**", y como Tutor del Trabajo el Ing. Fernando López, MSc.

El Carmen, enero de 2025

Ing. Marlon Serrano, Mag.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Fernando López, Mag.
TUTOR

Ing. Bladimir Mora, Mag.
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL

Ing. Wladimir Minaya, Mag.
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

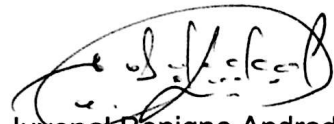
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quienes suscriben la presente:

Juvenal Benigno Andrade Loor, Cristhian Fabián Cedeño Vélez

Estudiantes de la Carrera de **Tecnología Superior en Electromecánica**, declaramos bajo juramento que el siguiente proyecto cuyo título: "Construcción de un juego de mecanismos básicos en PLA para el aprendizaje de mecánica en la carrera de TSE en la ULEAM Extensión El Carmen", previa a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Electromecánica, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

El Carmen, enero del 2025.



Juvenal Benigno Andrade Loor



Cristhian Fabián Cedeño Vélez

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento primeramente a Dios, después a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis. Agradezco a mis profesores y tutores por su invaluable orientación y apoyo durante este proceso sus enseñanzas y consejos han sido fundamental para el desarrollo de este trabajo.

Agradezco también a mis compañeros de clase, quienes compartieron conmigo momentos de estudio y también de muchos desafíos. Su camaradería y colaboración hicieron que éste camino fuera mucho más enriquecedor.

Un agradecimiento especial a mi familia, por su amor incondicional y por creer en mí en cada paso de este viaje. Su apoyo ha sido mi mayor motivación.

Finalmente quiero agradecer a todos aquellos que de una u otra forma contribuyeron para la realización de este proyecto, sin su ayuda y aliento este logro no hubiera sido posible.

Juvenal Andrade

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis.

A mi esposa Karina Pazmiño por su guía, paciencia y en este poseso de valiosos conocimientos, que fueron fundamentales en cada etapa de este proyecto a familia, por su apoyo incondicional, su amor y por ser mi fuente de fortaleza. A mis compañeros, por su compañía y ánimo en los momentos difíciles. Finalmente, agradezco a mis docentes, quienes con su ejemplo y motivación contribuyeron a mi formación personal y profesional. A todos ustedes, gracias por ser parte de este logro.

Cristhian Cedeño

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con todo mi corazón a mis padres y a mi familia quienes han sido pilares fundamentales en este proceso al profesionalismo, su amor incondicional y sus sacrificios me han enseñado el verdadero significado de la perseverancia y la dedicación. Sin su apoyo este logro no habría sido posible.

A mis amigos gracias por ser refugio en momentos de incertidumbre y por celebrar cada pequeño triunfo juntos.

Esta obra es un homenaje a todos aquellos que han creído en mí y me han inspirado a seguir adelante. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi vida y en este camino hacia el conocimiento

Juvenal Andrade

A mi esposa por ser mi guía, mi fuerza y mi mayor ejemplo de perseverancia. A mi familia, por su apoyo incondicional y su fe en mí, incluso en los momentos más difíciles. A mis amigos, por sus palabras de ánimo y compañía en este camino. Dedico este logro a todos ustedes, que con su amor y confianza me han impulsado a alcanzar esta meta. Gracias por creer en mí.

Cristhian Cedeño

RESUMEN

El presente trabajo aborda el diseño y fabricación de un juego de mecanismos básicos impresos en 3D con PLA, destinado a mejorar el aprendizaje práctico en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica (TSE) de la ULEAM, extensión El Carmen. A través de esta propuesta, se desarrollaron modelos funcionales de elementos mecánicos como engranaje, integrados en talleres educativos. El uso de impresión 3D permitió la creación de recursos accesibles y personalizados, que fomentan la comprensión de conceptos teóricos y prácticos en los estudiantes. Además, se incluyó un desglose de costos, cálculos estructurales y una guía didáctica, asegurando la viabilidad técnica y educativa del proyecto.

PALABRAS CLAVES

Impresión 3D, mecanismos, aprendizaje práctico, PLA, Electromecánica.

ABSTRACT

This work addresses the design and manufacture of a set of basic mechanisms printed in 3D with PLA, aimed at improving practical learning in the Electromechanical Technology (TSE) career at ULEAM, El Carmen extension. Through this proposal, functional models of mechanical elements such as gears and pulleys were developed and integrated into educational workshops. The use of 3D printing allowed the creation of accessible and customized resources, which promote the understanding of theoretical and practical concepts in students. In addition, a cost breakdown, structural calculations and a didactic guide were included, ensuring the technical and educational feasibility of the project.

KEYWORDS

3D printing, mechanisms, hands-on learning, PLA, Electromechanics.

ÍNDICE

CERTIFICACION DEL TUTOR	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN	VI
PALABRAS CLAVE	VI
ABSTRACT	VII
KEYWORDS	VII
ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA.....	3
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. METODOLOGÍA	5
1.4.1. Procedimiento.....	5
1.4.2. Técnicas.....	6
1.4.3. Métodos	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. DEFINICIONES	9
2.2. ANTECEDENTES.....	11
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS	12
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	15
3.1. OBJETIVO 1	15
3.2. OBJETIVO 2	16
3.3. OBJETIVO 3	18

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	20
4.1. CONCLUSIONES	20
4.2. RECOMENDACIONES.....	21
BIBLIOGRAFÍA	22
ANEXOS	24

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. <i>Modelo de engranaje hecho en SolidWorks.</i>	15
Ilustración 2. <i>Ejemplo de engranaje impreso en 3D.</i>	16
Ilustración 3. <i>Fotografía de la impresora 3D.</i>	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Desglose de gastos presentados en la impresión 3D.</i>	26
---	----

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En el proceso de impresión 3D, es necesario no solo contar con las características térmicas del equipo y del material, sino también que el grupo de materiales a emplear posea propiedades idóneas este tipo de tecnología; entre estos materiales se hayan los poliméricos; poliuretano termoplástico (TPU), orgánicos, metales, cerámicos de ingeniería y aleaciones de gran resistencia. Los materiales comúnmente más empleados para la manufactura aditiva son los termoplásticos como el ácido poliláctico (PLA) y el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) entre otros (Del Médico, 2017)

En la actualidad, las investigaciones sobre diseño de juegos se han centrado en los roles de los estudiantes en el proceso de aprendizaje; la interacción entre grupos de estudiantes y profesores; los procesos de enseñanza-aprendizaje; el estudio de actividades y habilidades que se derivan de la interacción de los estudiantes con la tecnología; y el proceso de organización y facilitación de las fases de diseño del juego. Las prácticas y los enfoques de esta área incluyen juegos de diseño, actividades de diseño, presentación progresiva de desafíos, esquemas en el desarrollo de habilidades de diseño de los juegos y la presentación del concepto de aprendizaje durante el proceso de diseño (Kalmpourtzis, 2019).

En trabajos realizados en investigaciones anteriores, como el desarrollado por Mayes y De Freitas (Freitas, 2004), se ha encontrado que los juegos y simulaciones pueden mejorar el aprendizaje diferenciado, en especial a grupos de estudiantes con habilidades y enfoques de aprendizaje muy diversos. La investigación también indicó que los juegos y simulaciones pueden apoyar de manera efectiva a los alumnos con necesidades basadas en habilidades (como la alfabetización y la aritmética). Así mismo, los juegos y las simulaciones apoyan el aprendizaje formal e informal, y pueden convertirse en una forma eficaz de vincular estos procesos y acelerar los resultados esperados de aprendizaje.

En el ámbito educativo, especialmente en la formación técnica, la comprensión de los principios mecánicos es fundamental. Los estudiantes de Técnico Superior en Electromecánica (TSE) requieren herramientas prácticas que les permitan visualizar y experimentar con estos principios de manera tangible.

La construcción de mecanismos básicos utilizando PLA en proyectos electromecánicos es una excelente forma de combinar la impresión 3D con la ingeniería mecánica y electrónica. Es una manera rápida, eficiente y económica de desarrollar prototipos, aprender sobre el diseño mecánico y estudiar la interacción de componentes eléctricos y mecánicos en sistemas integrados. La combinación de PLA y electromecánica en la construcción de un juego mecánico permite desarrollar proyectos innovadores de manera accesible, con un enfoque en la personalización y la educación, y al mismo tiempo es un gran ejemplo de cómo integrar la electrónica con la mecánica en el desarrollo de sistemas funcionales.

1.1. PROBLEMA

El aprendizaje de mecánica en la carrera de TSE está limitado por la falta de recursos prácticos accesibles, el costo elevado de los materiales didácticos, la desconexión entre teoría y práctica, y la ausencia de enfoques pedagógicos personalizados. Esto genera insatisfacción entre los estudiantes, quienes no logran desarrollar plenamente las competencias necesarias para el ejercicio profesional. El uso de PLA y la impresión 3D podrían ofrecer una solución más económica y sostenible, pero su implementación actual es limitada. La utilización de tecnologías modernas como la impresión 3D en la educación técnica puede mejorar significativamente la comprensión y retención de conceptos complejos.

El aprendizaje de la mecánica en la carrera de Técnico Superior en Electromecánica (TSE) se ve obstaculizado por la escasez de recursos prácticos accesibles, el alto costo de los materiales didácticos, la falta de conexión efectiva entre la teoría y la práctica, y la carencia de enfoques pedagógicos adaptados a las necesidades de los estudiantes. Esta situación genera insatisfacción entre los alumnos, quienes no logran adquirir las competencias necesarias para su desempeño profesional. Aunque el uso de Tecnologías de Aprendizaje (PLA) y la impresión 3D ofrecen una alternativa más accesible y económica, su implementación sigue siendo limitada, lo que impide aprovechar su potencial para mejorar la comprensión y retención de conceptos técnicos complejos.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El aprendizaje de los mecanismos básicos es fundamental en la formación de los estudiantes de TSE, ya que proporciona una comprensión profunda de los principios físicos y mecánicos que sustentan la ingeniería electromecánica. Sin embargo, en muchas instituciones educativas, la enseñanza de estos conceptos se limita a teorías y simulaciones, con poca o ninguna experiencia práctica. La implementación de un juego de mecanismos básicos permitirá que los estudiantes experimenten de manera tangible y visual cómo funcionan los sistemas mecánicos, mejorando la comprensión de conceptos complejos, como engranajes, palancas, poleas y articulaciones.

El uso del PLA como material para la fabricación de los componentes del juego de mecanismos se justifica por ser un material de impresión 3D biodegradable y ampliamente utilizado en la fabricación aditiva. Esto facilita la creación de piezas personalizadas y funcionales de bajo costo, que se pueden adaptar a las necesidades específicas de la enseñanza en la carrera de TSE. Además, la tecnología de impresión 3D permite iterar rápidamente en el diseño y la fabricación de prototipos, lo que hace posible la mejora continua del juego con base en las retroalimentaciones de los estudiantes y docentes.

Desde el punto de vista de la investigación, el proyecto tiene el potencial de contribuir al desarrollo de nuevas metodologías de enseñanza en carreras técnicas y de ingeniería. La integración de juegos didácticos físicos en el aprendizaje de la mecánica puede ser un área de estudio innovadora, explorando cómo el aprendizaje experiencial y la manipulación de modelos físicos afectan la comprensión de los estudiantes. Además, se pueden evaluar los beneficios de usar materiales ecológicos en la fabricación de equipos didácticos, lo que promueve prácticas sostenibles dentro del entorno educativo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar un juego educativo compuesto por mecanismos básicos fabricados en PLA mediante impresión 3D para estudiantes de TSE.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diseñar mecanismos mediante impresión 3D.
- Fabricar un juego de mecanismos básicos impreso en PLA.
- Integrar el juego al taller mecánico para el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de TSE.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

1.4.1.1. Identificación de los Mecanismos

- Seleccionar los mecanismos básicos que se incluirán en el juego (engranajes, poleas, levas, tornillos sin fin, etc.).
- Definir los principios mecánicos que se desean enseñar con cada mecanismo.

1.4.1.2. Diseño del Proyecto

- Utilizar software de diseño asistido por computadora (CAD) como SolidWorks, AutoCAD, o Fusion 360 para crear modelos tridimensionales de las piezas.
- Asegurarse de que todas las piezas sean compatibles entre sí y que se puedan ensamblar correctamente.

1.4.1.3. Preparación para la Impresión 3D:

- Convertir los modelos CAD a un formato adecuado para impresión 3D.
- Configurar los parámetros de impresión en el software de corte (slicer), como Cura o PrusaSlicer. Ajustar parámetros como la resolución, el relleno, y la velocidad de impresión.

1.4.1.4. Impresión de las Piezas

- Utilizar impresoras 3D FDM (Fused Deposition Modeling) para imprimir las piezas en PLA.

- Monitorear el proceso de impresión para asegurar la calidad y corregir cualquier problema que surja.

1.4.1.5. Post-Procesamiento:

- Limpiar y retirar cualquier soporte o exceso de material de las piezas impresas.
- Si es necesario, lijar o pulir las piezas para obtener un mejor acabado y funcionalidad.

1.4.1.6. Ensamblaje:

- Ensamblar las piezas impresas siguiendo las instrucciones del diseño.
- Realizar ajustes necesarios para asegurar que los mecanismos funcionen correctamente.

1.4.1.7. Pruebas y Validación:

- Probar los mecanismos ensamblados para asegurar que funcionan como se espera.
- Realizar modificaciones o mejoras basadas en las pruebas.

1.4.2. Técnicas

1.4.2.1. Técnicas de Diseño

- **Modelado 3D**

Descripción teórica: El modelado 3D es el proceso de crear representaciones digitales de objetos tridimensionales mediante software de diseño asistido por computadora (CAD). Este proceso permite la creación de modelos precisos y detallados, que pueden ser manipulados, analizados e impresos en 3D (Morán, 2027).

Razón de uso: El modelado 3D se utiliza para diseñar las piezas del juego educativo, garantizando que cada componente sea adecuado para su impresión y ensamblaje. Además, permite realizar ajustes y modificaciones de manera rápida y precisa antes de la fabricación física.

Parte del proyecto en la que se utilizó: Se utilizó en la etapa de diseño de los mecanismos básicos, donde cada pieza fue modelada digitalmente utilizando un software CAD para asegurarse de que fueran funcionales, de fácil ensamblaje y compatibles con la impresión 3D.

- **Análisis de Movimiento**

El análisis de movimiento es una técnica que permite estudiar el comportamiento dinámico de los mecanismos al simular cómo se moverán o funcionarán bajo ciertas condiciones. Utilizando herramientas de simulación, es posible prever cómo interactuarán las partes de un mecanismo, identificando posibles problemas antes de la fabricación (Crespo, 2009).

El análisis de movimiento se utilizó para simular el funcionamiento de los mecanismos diseñados, asegurándose de que cada uno cumpliera con su propósito y funcionara correctamente dentro del juego educativo. Esto ayudó a optimizar el diseño y prevenir fallos en los componentes antes de ser impresos.

Se utilizó en la fase de validación de los diseños, antes de la fabricación, para verificar el comportamiento de los mecanismos y garantizar que cada pieza interactuara de manera eficiente en el contexto del juego educativo.

1.4.3. Métodos

Impresión 3D (Tecnología FDM)

La impresión 3D mediante la tecnología FDM (Fused Deposition Modeling) es un proceso aditivo donde se depositan capas sucesivas de material fundido, en este caso, PLA, para crear objetos tridimensionales. Es una de las tecnologías más utilizadas debido a su accesibilidad, costo relativamente bajo y la capacidad de fabricar piezas con una alta precisión (Galbiati, 2019).

La impresión 3D FDM fue utilizada en este proyecto para la fabricación de los mecanismos básicos del juego educativo, ya que permite producir piezas personalizadas y funcionales de manera eficiente y con bajo costo. Además, permite crear prototipos rápidos que pueden ser evaluados y modificados fácilmente.

Se utilizó en la fabricación de todas las piezas del juego de mecanismos básicos, permitiendo que cada componente fuera impreso

en PLA con la precisión necesaria para que los mecanismos funcionaran correctamente.

Métodos de Ensamblaje

Descripción teórica: El ensamblaje manual implica la unión de piezas individuales utilizando herramientas básicas, como destornilladores, alicates y llaves. Este proceso es fundamental cuando las piezas impresas no requieren maquinaria avanzada para su montaje y se pueden ensamblar de manera directa mediante la manipulación de las piezas a mano (Jeldes & Aravena, 2020).

Razón de uso: El ensamblaje manual fue utilizado para unir las piezas del juego educativo debido a la simplicidad del diseño y la facilidad de ensamblaje de las piezas impresas en PLA. El uso de herramientas manuales fue suficiente para completar el montaje sin requerir equipos adicionales.

Parte del proyecto en la que se utilizó: Se utilizó en la etapa de construcción del juego, donde cada componente del mecanismo fue ensamblado manualmente utilizando herramientas básicas para formar el juego final.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

2.1.2. Mecanismos básicos

Los mecanismos son métodos de componentes móviles que transforman un modelo de movimiento o fuerza en otro, aprobando la elaboración de trabajos determinados. Se constituyen de eslabones y pares cinemáticos que interactúan para transferir energía y movimiento. Estos procedimientos son esenciales en la enseñanza de la mecánica, ya que interpreta los principios elementales que subyacen en máquinas y dispositivos actuales, Norton (2020).

2.1.3. Impresión 3D

La impresión 3D es una tecnología de fabricación aditiva que permite la creación de objetos tridimensionales mediante la superposición de capas de material. Este proceso comienza con el diseño de un modelo digital, generalmente en un software de diseño asistido por computadora (CAD), que se traduce en instrucciones específicas para la impresora 3D. La tecnología de impresión 3D se ha popularizado por su capacidad para fabricar piezas personalizadas, prototipos rápidos y productos finales con alta precisión y a bajo costo (Gibson, Rosen & Stucker, 2015).

Existen diferentes tecnologías de impresión 3D, siendo las más comunes el modelado por deposición fundida (FDM), la estereolitografía (SLA) y la sinterización selectiva por láser (SLS). Entre estas, la FDM destaca por su accesibilidad y facilidad de uso, siendo ampliamente empleada en educación, prototipado y fabricación de bajo volumen (Chua & Leong, 2015).

2.1.4. PLA

El PLA (ácido poliláctico) es un polímero termoplástico derivado de recursos renovables como el almidón de maíz, la caña de azúcar o la tapioca. Es ampliamente utilizado en la impresión 3D debido a su facilidad de uso, bajo costo y propiedades amigables con el medio ambiente. El PLA es biodegradable

bajo condiciones específicas, lo que lo convierte en una opción ecológica frente a otros plásticos convencionales derivados del petróleo (Reddy et al., 2013).

Una de las limitaciones del PLA es su baja resistencia térmica, ya que comienza a deformarse a temperaturas superiores a 60 °C. Sin embargo, su bajo nivel de contracción durante el enfriamiento lo convierte en un material ideal para impresiones de alta precisión dimensional (Auras et al., 2011).

2.1.5. El aprendizaje práctico en mecánica

El aprendizaje práctico, también conocido como "aprendizaje basado en la experiencia", permite a los estudiantes interactuar con mecanismos y equipos reales o simulados, lo que fortalece su comprensión de los principios fundamentales de la mecánica (Kolb, 1984). Este enfoque es particularmente relevante en carreras técnicas como TSE, donde los estudiantes necesitan comprender no solo los conceptos teóricos, sino también su aplicación en situaciones reales.

Además, la mecánica implica el estudio de sistemas en movimiento, transferencia de energía y fuerzas aplicadas. El aprendizaje efectivo de estos conceptos requiere herramientas que permitan visualizar y experimentar cómo operan dichos sistemas en tiempo real. Según Chi et al. (2018), "el uso de modelos tangibles y simulaciones puede mejorar significativamente la comprensión de conceptos complejos".

2.1.6. Rol de la tecnología en el aprendizaje de mecánica

La tecnología ha transformado la forma en que se enseñan disciplinas como la mecánica. Herramientas como la impresión 3D permiten a los estudiantes crear y manipular modelos físicos de mecanismos, facilitando un aprendizaje interactivo y colaborativo (Mellado et al., 2020). Estas herramientas también promueven el pensamiento crítico y la resolución de problemas, habilidades esenciales en el ámbito laboral.

En la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica (TSE), la integración de tecnologías modernas se alinea con las tendencias globales de la

educación técnica. El uso de modelos impresos en 3D como recurso didáctico no solo optimiza los recursos del aula, sino que también permite a los estudiantes explorar soluciones innovadoras y personalizadas a los problemas mecánicos.

2.1.7. Aplicación específica en ULEAM Extensión El Carmen

La ULEAM Extensión El Carmen, como institución de educación superior, ha promovido el aprendizaje práctico mediante la implementación de talleres y laboratorios equipados. Sin embargo, la incorporación de herramientas de fabricación digital como la impresión 3D representa una oportunidad para innovar en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

La impresión de mecanismos básicos en PLA permite a los estudiantes de TSE experimentar con prototipos reales que simulan el comportamiento de sistemas más complejos. Según García et al. (2021), "la interacción directa con modelos a escala contribuye a una mejor retención del conocimiento y mejora la motivación de los estudiantes".

2.2. ANTECEDENTES

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) es una institución de educación superior reconocida por su compromiso con la formación profesional de calidad y la investigación aplicada. Fundada en 1985, la ULEAM tiene como misión formar ciudadanos competentes, responsables y comprometidos con el desarrollo socioeconómico de la región y del país. Con una oferta educativa diversificada, la universidad cuenta con múltiples extensiones, entre las cuales se destaca la sede de El Carmen.

La extensión El Carmen se estableció con el objetivo de atender las necesidades educativas de la población local y sus alrededores, contribuyendo al desarrollo de la región mediante programas académicos pertinentes. En esta sede, se ofrecen carreras enfocadas en áreas como la tecnología, la administración y la educación, con énfasis en la aplicación práctica del conocimiento.

En el área específica de Tecnología Superior en Electromecánica (TSE), la extensión El Carmen ha desarrollado una infraestructura básica que incluye talleres mecánicos, laboratorios de simulación y espacios para la ejecución de proyectos integradores. Este entorno permite a los estudiantes adquirir competencias teóricas y prácticas, preparándolos para enfrentar los retos del sector industrial.

En términos de innovación, la ULEAM Extensión El Carmen ha reconocido la importancia de incorporar tecnologías modernas como la impresión 3D para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje. Este enfoque tecnológico no solo mejora la calidad de la formación, sino que también permite a los estudiantes explorar nuevas formas de resolver problemas mecánicos mediante la creación de prototipos y modelos funcionales. Según informes institucionales, “la adaptación a las demandas de la industria y el uso de herramientas innovadoras son pilares fundamentales en la formación de los tecnólogos de la ULEAM” (ULEAM, 2023).

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

En Europa, un estudio realizado por Groth et al. (2020) en la Universidad Técnica de Múnich, Alemania, exploró el uso de tecnologías de impresión 3D para fabricar kits de aprendizaje mecánico destinados a estudiantes de ingeniería. Este proyecto se centró en la creación de modelos funcionales de engranajes, palancas y poleas, los cuales fueron empleados para enseñar conceptos fundamentales de mecánica y cinemática en el aula. Los resultados demostraron que la incorporación de modelos impresos en 3D mejoró significativamente la comprensión de los estudiantes en comparación con métodos tradicionales basados únicamente en teoría. Además, el proyecto destacó la viabilidad de fabricar materiales educativos personalizados a un costo reducido, aprovechando la accesibilidad de las tecnologías de impresión 3D (Groth et al., 2020).

En Brasil, un proyecto desarrollado por Souza et al. (2019) en la Universidad Federal de Minas Gerais empleó tecnologías de impresión 3D para

crear herramientas educativas destinadas a la enseñanza de ingeniería mecánica. El enfoque principal fue el diseño y fabricación de modelos funcionales de sistemas de transmisión de potencia, como cajas de engranajes y mecanismos de poleas. Estos recursos fueron integrados en el currículo de prácticas de laboratorio para complementar la enseñanza teórica. El estudio reportó que los estudiantes mostraron un incremento significativo en su comprensión de conceptos técnicos, además de una mejora en habilidades prácticas al trabajar con modelos reales. Este trabajo evidenció la efectividad de los materiales impresos en 3D para superar limitaciones tradicionales de recursos físicos y económicos en las instituciones educativas del país (Souza et al., 2019).

En la provincia de Pichincha, un proyecto desarrollado en la Escuela Politécnica Nacional (EPN) empleó la impresión 3D para diseñar y fabricar dispositivos de aprendizaje enfocados en la mecánica aplicada. Según Torres et al. (2020), este trabajo consistió en la creación de modelos funcionales de sistemas mecánicos, como engranajes cónicos y transmisiones de correas, los cuales fueron integrados en cursos de laboratorio para estudiantes de ingeniería mecánica. El proyecto tuvo como objetivo reducir costos y aumentar la disponibilidad de herramientas prácticas para los estudiantes, logrando mejorar la comprensión de conceptos teóricos a través de la manipulación directa de los modelos impresos. Este esfuerzo sirvió como ejemplo de cómo las tecnologías de impresión 3D pueden adaptarse a contextos locales, promoviendo el uso de materiales y tecnologías accesibles para el fortalecimiento de la educación técnica (Torres et al., 2020).

En el cantón Portoviejo, se han desarrollado iniciativas relacionadas con la impresión 3D, pero estas se han centrado mayormente en la fabricación de elementos decorativos y piezas de prototipado rápido en sectores como la arquitectura y el diseño gráfico. No obstante, según la revisión de la literatura realizada, no se encontró evidencia de trabajos específicamente dirigidos al uso de tecnologías de impresión 3D para la enseñanza de mecánica en el contexto educativo de la provincia de Manabí.

Por lo tanto, el presente proyecto se posiciona como una propuesta innovadora al enfocarse en la creación de mecanismos básicos impresos en 3D destinados al fortalecimiento del aprendizaje práctico en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica en la ULEAM, extensión El Carmen. Este enfoque no solo aporta al ámbito educativo, sino que también explora las capacidades de las tecnologías modernas para cubrir las necesidades específicas de formación técnica en la región.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

El proyecto busca diseñar y fabricar un juego de mecanismos básicos impresos en 3D utilizando PLA, con el fin de fortalecer el aprendizaje práctico en la carrera de tecnología Superior en Electromecánica (TSE) en la ULEAM, extensión El Carmen.

3.1. OBJETIVO 1

3.1.1. Diseñar mecanismos básicos

Se elaboraron modelos 3D de engranajes, utilizando software como SolidWorks. Cada diseño incluye planos técnicos detallados con medidas exactas y especificaciones de materiales.



Ilustración 1. Modelo de engranaje hecho en SolidWorks.

El juego de engranajes tiene 8 piezas:

- 1 engranaje de 32 dientes
- 1 engranaje de 24 dientes
- 1 engranaje de 16 dientes
- 1 engranaje de 8 dientes
- 1 engranaje de 7 dientes
- 2 ejes con base
- 1 base de soporte de tres piezas

3.1.2. Diagrama de flujo del proceso del diseño

- Identificación de necesidades educativas.

- Creación de prototipos digitales.
- Simulación virtual y ajustes.
- Preparación del modelo para impresión.

3.2. OBJETIVO 2

3.2.1. Fabricar los mecanismos en PLA

Los modelos se imprimieron utilizando PLA debido a sus propiedades ecológicas, costo accesible y facilidad de manipulación. La impresora utilizada fue una Creality Ender 3 Pro, configurada con los siguientes parámetros:

- Altura de capa: 0.2 mm
- Temperatura de extrusión :200 °C
- Velocidad de impresión: 60 mm/s
- Relleno: 20% para mecanismos no estructurales y 50% para componentes críticos.



Ilustración 2. Ejemplo de engranaje impreso en 3D.

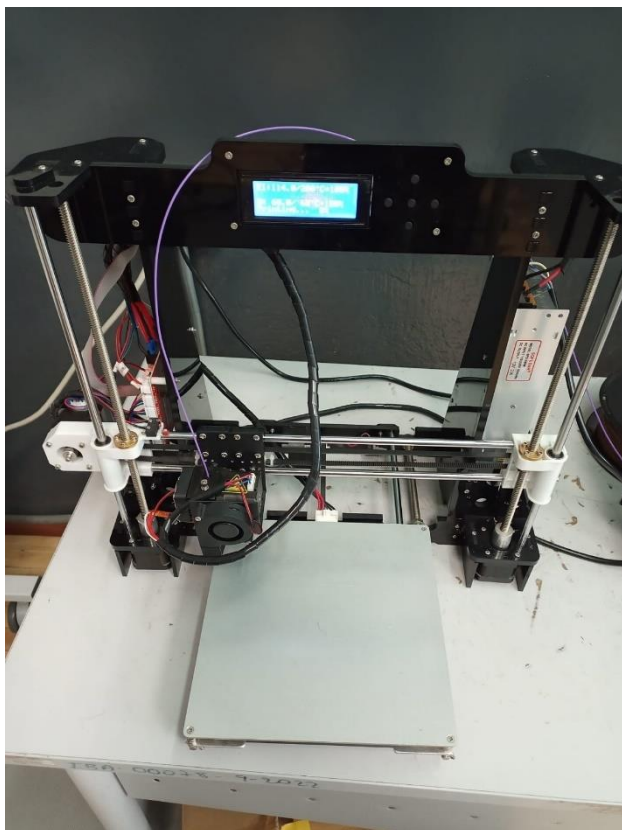


Ilustración 3. Fotografía de la impresora 3D.

3.2.2. Gastos

Tabla 1. *Desglose de gastos presentados en la impresión 3D*

Materiales y equipos	V/U	TOTAL
3 rollos de PLA	\$20.00	\$60.00
Pegamento	\$ 5.00	\$ 5.00
Herramientas auxiliares	\$10.00	\$10.00
Impresión 3D	\$20.00	\$20.00
Software CAD	\$00.00	\$00.00
Impresora	\$500.00	\$500.00
		\$595.00

3.3. OBJETIVO 3

3.3.1. Integrar el juego al taller mecánico

Para este trabajo se realizaron dos pruebas que se describen a continuación:

Prueba de Interacción y Deslizamiento de Engranajes

Objetivo: Verificar que los engranajes se ensamblen adecuadamente y funcionen correctamente sin bloqueos ni deslizamientos excesivos.

Descripción de la prueba:

- Una vez ensamblados los engranajes del juego, se procedió a hacer girar un engranaje manualmente para observar si transmitía movimiento a los engranajes conectados de manera fluida.
- Se verificó que los engranajes encajaran bien y que la transmisión de movimiento fuera suave, sin ruidos anormales ni bloqueos. Además, se evaluó si los engranajes giraban con la resistencia adecuada, sin deslizamiento ni atasco.
- Se probaron diferentes configuraciones de engranajes (engranajes grandes y pequeños, diferentes combinaciones de dientes) para asegurarse de que la relación de transmisión funcionara correctamente.

Resultado obtenido: Los engranajes giraron sin problemas y transmitieron el movimiento de manera eficiente. No hubo deslizamiento ni resistencia excesiva, y los engranajes se mantuvieron en su lugar sin caerse o desprenderse. Las diferentes configuraciones de engranajes también funcionaron adecuadamente, demostrando que los engranajes eran compatibles y operaban de manera fluida.

Prueba de Estabilidad y Durabilidad Bajo Uso Repetido

Objetivo: Evaluar la estabilidad y durabilidad del conjunto de engranajes al ser utilizado repetidamente para simular su uso en el aprendizaje práctico de los estudiantes.

Descripción de la prueba:

- El juego de engranajes se sometió a pruebas de funcionamiento durante un período de tiempo prolongado, realizando rotaciones constantes y

cambiando configuraciones de engranajes para simular un uso intensivo. Esto incluyó el giro repetido de los engranajes con diferentes combinaciones y resistencias.

- Se observó el comportamiento de las piezas frente al desgaste, especialmente en las áreas de contacto entre los dientes de los engranajes y las partes de unión.
- También se comprobó si los mecanismos seguían funcionando correctamente después de un uso repetido y si las piezas de PLA mantenían su forma, sin deformarse ni romperse.

Resultado obtenido: Las piezas del juego resistieron el uso repetido sin deformarse ni dañarse. Los engranajes continuaron funcionando correctamente, sin que se perdieran los dientes ni se rompieran las piezas. Esto demostró que el juego era durable y apto para su uso continuo en el aprendizaje de los estudiantes, lo que garantiza su eficacia y longevidad.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.CONCLUSIONES

El diseño de los mecanismos mediante impresión 3D fue exitoso, ya que permitió la creación de piezas precisas y funcionales que podían ser fácilmente modificadas y ajustadas para cumplir con las necesidades pedagógicas del juego educativo. Utilizando software CAD, se lograron diseños adecuados para la fabricación en PLA, garantizando la compatibilidad entre las piezas y la facilidad de ensamblaje. Este proceso de diseño digital facilitó la creación de prototipos y la personalización de los mecanismos, lo que fue crucial para desarrollar un juego efectivo para el aprendizaje de los estudiantes de TSE.

La fabricación del juego de mecanismos básicos utilizando la tecnología de impresión 3D en PLA se realizó de manera eficiente y económica. Las piezas impresas en PLA fueron suficientemente duraderas y funcionales para simular los engranajes y mecanismos necesarios para el aprendizaje de los estudiantes. El proceso de fabricación permitió la creación de prototipos rápidos, y el uso de PLA garantizó una solución accesible y sostenible. La impresión 3D demostró ser una herramienta adecuada para crear componentes precisos y adaptados a las necesidades del juego educativo, asegurando que el juego fuera accesible tanto en términos de costos como de tiempo.

La integración del juego de mecanismos en el taller mecánico resultó ser un componente valioso para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la carrera de TSE. Al incorporar el juego educativo, los estudiantes pudieron experimentar de manera práctica con los mecanismos básicos. La interacción directa con los engranajes y la simulación de los principios de transmisión de movimiento proporcionó una forma efectiva y accesible de aplicar la teoría en un contexto práctico.

4.2. RECOMENDACIONES

Se debe establecer un programa de mantenimiento regular para revisar las piezas impresas del juego, especialmente los engranajes y las uniones, para evitar desgastes o daños que puedan afectar su funcionamiento. Es importante detectar cualquier desgaste de las piezas de PLA que pueda surgir con el tiempo debido al uso frecuente.

Se recomienda proporcionar capacitación periódica a los docentes y estudiantes sobre el uso adecuado del juego de mecanismos. Esto incluye familiarizarlos con el ensamblaje de las piezas, el manejo de los engranajes y su aplicación en el aprendizaje de la mecánica. Una correcta capacitación asegurará que se maximice el uso del juego y se comprendan adecuadamente los principios mecánicos involucrados.

Es recomendable desarrollar versiones adicionales de mecanismos o módulos intercambiables para que el juego se pueda adaptar a diferentes niveles de complejidad y a las necesidades pedagógicas de los estudiantes. Esto permitiría que el juego se utilice en cursos avanzados o para la creación de nuevos ejercicios prácticos.

Se sugiere que el juego de mecanismos sea integrado no solo en los cursos de mecánica, sino también en actividades interdisciplinarias, como talleres de física o de ingeniería. Esto permitirá a los estudiantes aplicar el aprendizaje en contextos más amplios y experimentar con conceptos más allá de la mecánica básica.

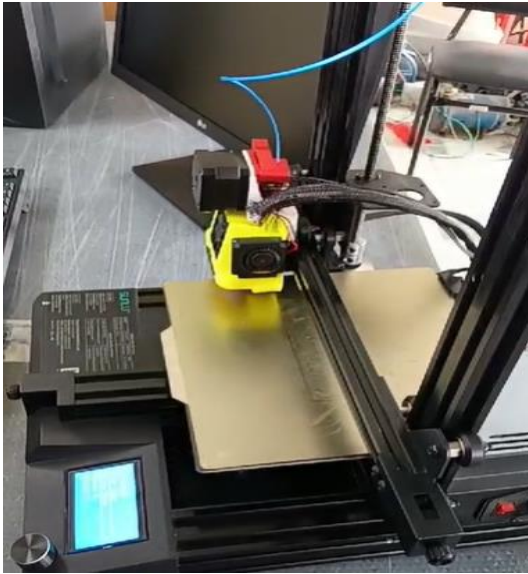
Se recomienda explorar la incorporación de tecnologías complementarias, como la realidad aumentada (AR) o la simulación virtual, para enriquecer la experiencia educativa. Estas tecnologías podrían ser utilizadas para mostrar a los estudiantes cómo funcionan los mecanismos de manera más interactiva, permitiendo realizar simulaciones que refuercen lo aprendido con los componentes físicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Crespo, M. (2009). Laboratorio de marcha y análisis de movimiento - Principios básicos y Aplicaciones clínicas.
- Freitas, M. a. (2004). *Construcción de juegos*. Medellín: Scielo. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/>
- Galbiati, A. (2019). Impresión 3D, tecnología y polímeros. *AADECA R*.
- García, F. T. (2019). Propiedades y aplicaciones del ácido poliláctico (PLA) en la impresión 3D. *Revista de Materiales y Procesos*,, 45-56.
- Jackson, R. T. (2020). Integrating 3D Printing in Teaching Thermodynamics and Fluid Dynamics. *Australian Journal of Engineering Education*, 12-19.
- Jeldes, J. C., & Aravena, L. (2020). *El método de ensamblaje como herramienta de aprendizaje - Diseño y fabricación en ámbito educativo*. Valparaíso: PUCV.
- Kalmpourtzis, G. (2019). *Construcción de un juego serio como apoyo al aprendizaje de la física cinemática*. Medellín: Scielo. Obtenido de <https://www.scielo.org.co/>
- Martínez, A. (2020). Estrategias pedagógicas en la enseñanza de mecánica: el uso de modelos físicos interactivos. . *Educación y Tecnología*, , 78-92.
- Martínez, J. (2022). Retos y oportunidades en la formación técnica superior en Ecuador: Caso ULEAM Extensión El Carmen. . *Revista de Educación Técnica en Contexto*,, 33-48.
- Morán, F. (2027). *Educación y Tecnología - Modelado 3D*. Guayaquil: Grupo Compás.
- Moreno, L. (2021). Educación y Desarrollo Tecnológico . *Uso de herramientas tecnológicas en la formación técnica: experiencias desde la impresión 3D*, 45-60.
- Norton, R. L. (2020). Design of Machinery: An Introduction to the Synthesis and Analysis of Mechanisms and Machines. *New York: McGraw-Hill*.
- Pérez, J. A. (2020).). Impacto del uso de juegos educativos impresos en 3D en el aprendizaje de la física en estudiantes de secundaria. *Revista de Investigación Educativa*, 35-52.
- Silva, R. &. (2020). Uso de tecnologías de fabricación aditiva en la enseñanza de mecánica: Caso de estudio en Brasil. *Journal of Educational Engineering Practices in Latin America*, 89-101.

Torres, J. A. (2020). Aplicación de tecnologías de impresión 3D en la enseñanza de mecánica aplicada: Caso de estudio en Ecuador. *Revista Técnica de Ingeniería EPN* , 105-120.

ANEXOS



Anexo 1. Impresora 3D



Anexo 2. Manejo de la impresora



Anexo 3. Preparación para impresión del juego en PLA



Andrade Juvenal - Cedeño Cristian

9%
Textos
sospechosos



6% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
3% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: Andrade Juvenal - Cedeño Cristian.docx
ID del documento: 586f1bb9f1c3dcd9e5d6ad63e42dc27d4c33cbc
Tamaño del documento original: 408,72 kB
Autores: []

Depositante: RENE FERNANDO LOPEZ BARBERAN
Fecha de depósito: 3/1/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 3/1/2025

Número de palabras: 4818
Número de caracteres: 33.085

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.scielo.org.co Construcción de un juego serio como apoyo al aprendizaje de la... http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242020000200159 2 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (212 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	David Salazar - David Arteaga.docx David Salazar - David Arteaga #6a6a03 El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)
2	Documento de otro usuario #80f329 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)
3	Documento de otro usuario #25d0eb El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
4	medium.com Realidad Aumentada: Transformando el Entrenamiento de Pilotos ... https://medium.com/@innovatech/realidad-aumentada-transformando-el-entrenamiento-de-pilo...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
5	Adonis Valdez - Luis Andrade.docx Adonis Valdez - Luis Andrade #405c8e El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)



Firmado electrónicamente por:
RENE FERNANDO LOPEZ
BARBERAN