

DISEÑO Y DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PEDAGÓGICAS PARA EL
FORTALECIMIENTO DE LAS COMPETENCIAS DE IDEACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y
VALIDACIÓN DE MODELOS A PARTIR DEL DISEÑO PARA LA MANUFACTURA
(DFM) APLICADO AL TALLER DE DISEÑO IV.

Sergio Andrés Díaz Rodríguez.

Trabajo de Grado para Optar al Título de Diseñador Industrial

Director

Israel Garnica Bohórquez

Magister en Ingeniería Industrial

Codirectores

Clara Isabel López Gualdrón

PhD en Ingeniería para la Innovación

Denis Senith Cabrera Anaya

Magister en Semiótica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas

Escuela de Diseño Industrial

Bucaramanga

2024

Agradecimientos

En primer lugar, deseo agradecer al director y codirectoras del proyecto, por su orientación constante, su paciencia y su valiosa guía a lo largo de este proceso. Sus conocimientos y sugerencias fueron fundamentales para dar forma a mi trabajo de grado.

Agradezco a mi familia por su apoyo inquebrantable y amor durante todos estos años.

También quiero reconocer la confianza que tuve en mis propias habilidades y en mi capacidad para alcanzar mis metas. Creer en mí mismo y mantener una mentalidad positiva fue esencial para superar los obstáculos.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Contextualización	12
1.1. Planteamiento del Problema	12
1.2. Objetivo general.....	14
1.3. Objetivos específicos.....	14
2. Marco referencial	15
2.1. Marco teórico	15
2.1.1 Diseño para la Manufactura (DFM).....	15
2.1.2 Herramientas Pedagógicas.....	16
2.1.3 OVA (Objeto Virtual de Aprendizaje).....	17
2.1.4. TIC	18
2.1.5. Estrategias Pedagógicas	19
2.2 Antecedentes de la situación de estudio.....	21
3. Metodología	25
3.1 Descripción de fases metodológicas.....	28
3.1.1. Identificar	29
3.1.2. Definir	30
3.1.3. Diseñar	32
3.1.4. Evaluar	33
3.2. Presentación del curso.....	36
3.2.1. Contenido de la asignatura.....	37

3.2.2. Estrategias de enseñanza y aprendizaje	39
3.2.3. Nivel de Indicadores de logros.....	40
3.2.4. Proyectos de clase	42
3.2.5. Clases	43
3.2.6. Recursos	43
3.2.7. Recursos Digitales	43
3.2.8. Análisis OVA Universidad Industrial de Santander	46
4. Resultados	49
4.1. Identificación.	49
4.1.1 Encuesta Inicial del curso (Diagnóstico inicial)	49
4.1.2. Encuesta inicial estudiantes diseño IV 2023-1	55
4.2. Definición y diseño de las herramientas pedagógicas y el material formativo.....	58
4.2.1 Definición de las pedagógicas para la transferencia de conocimiento	61
4.2.2 Generación de material formativo	70
4.2.3 Aplicación del material formativo	81
4.3. Aplicación de las distintas herramientas pedagógicas en los proyectos de clase.	86
4.4 Evaluar	97
4.4.1 Encuesta Final del curso.	99
5. Apropiación social de conocimiento.....	107
6. Conclusiones	111
7. Recomendaciones	113
8. Referencias bibliográficas.....	114
9. Apéndices.....	118

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Fases metodológicas relacionadas con las actividades y objetivos.	26
Tabla 2. Contenido del plan de trabajo de la materia	37
Tabla 3. Proyectos de clase.....	42
Tabla 4. Descripción técnica detalla de recursos	43
Tabla 5. Dominio de programas CAD	55
Tabla 6. Tipos de aprendizaje y su pertinencia.....	62
Tabla 7. Herramientas pedagógicas y justificación	63

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Fases para el desarrollo del proyecto.....	27
Figura 2. Diseño centrado en el usuario y modelo doble diamante	28
Figura 3. Ejemplo de los Recursos empleados en las clases de diseño	45
Figura 4. Ejemplo de OVA UIS.....	47
Figura 5. Herramientas de bocetación usadas frecuentemente	50
Figura 6. Herramientas de modelado 3D usadas frecuentemente.....	50
Figura 7. Nivel de detalle y alcance proyectual de los modelos.....	51
Figura 8. ¿Los modelos y prototipos fueron validados y que nivel de análisis alcanzaron?	52
Figura 9. Dificultades durante la ideación y desarrollo de las alternativas de diseño	53
Figura 10. Dificultades durante el modelado CAD y desarrollo de la alternativa de diseño.....	54
Figura 11. Principales dificultades al momento de realizar el prototipado.....	54
Figura 12. Puntaje del grado de habilidad en el uso de materiales	57
Figura 13. Presentación del material formativo en el aula virtual de aprendizaje	58
Figura 14. Herramientas pedagógicas desarrolladas.....	59
Figura 15. Nivel plan de estudios de la materia.....	60
Figura 16. Pertinencia de las herramientas pedagógicas	69
Figura 17. Gama de color.....	71
Figura 18. Portada Guía técnicas de moldeo	76
Figura 19. Definición del material y herramientas	77
Figura 20. Ampliación Técnica de moldeo con papel mache.....	78
Figura 21. Trabajo de clase Tecnicas de moldeo.....	79

Figura 22. Ejemplos de clase tecnicas de moldeo (Aplicaciones).....	79
Figura 23. Moldes resultantes estudiantes semestre 2023-2.....	80
Figura 24. Guía reto TOTEM	82
Figura 25. Guía para la creación de una cuenta en AutoDesk	83
Figura 26. Guía para la descarga y uso de Fusion360	84
Figura 27. Taller uso de Fusion360	85
Figura 28. Taller Prototipado Rápido Estructura TOTEM.....	86
Figura 29. Taller Illustrator para la creación de teselados	87
Figura 30. Guía Procesos de Manufactura.....	88
Figura 31. Guía para la creación de moldes.....	88
Figura 32. Entrega teselados 3d y tótem entrega 1	89
Figura 33. Banco de proyectos.....	90
Figura 34. Práctica Rhinoceros	91
Figura 35. Práctica para la tabulación y análisis de datos en Excel.....	92
Figura 36. Matriz de ideación e innovación.....	93
Figura 37. Entrega Final Diseño IV semestre 2023-1.....	93
Figura 38. Resumen fases proyectuales y desarroyo de proyectos	94
Figura 39. Síntesis opiniones encuesta 1	97
Figura 40. Grado de interés.....	101
Figura 41. Grado de utilidad	102
Figura 42. Grado de pertinencia.....	103
Figura 43. Análisis de opiniones comparativa para los semestres 2023-1 & 2023-2	104
Figura 44. Participación en Ponencia.....	108

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A. Encuesta 1.....	118
Apéndice B. Encuesta 2.....	119
Apéndice C. Encuesta 3.....	120
Apéndice D. Respuestas encuesta 1.....	121
Apéndice E. Respuestas encuesta 2.....	126
Apéndice F. Respuestas Encuesta 3 2023-1.....	129
Apéndice G. Respuestas Encuesta 3 2023-2.....	137
Apéndice H. Certificado ponencia UFPS.....	141
Apéndice I. Evidencia Material formativo desarrollado.....	142

Resumen

Título: Diseño y desarrollo de herramientas pedagógicas para el fortalecimiento de las competencias de ideación, construcción y validación de modelos a partir del diseño para la manufactura (DFM) aplicado al taller de Diseño IV*

Autor: Sergio Andrés Díaz Rodríguez**

Palabras Clave: Diseño Industrial, Diseño para la manufactura (DFM), innovación pedagógica, OVA, Validaciones.

Descripción: El modelo Pedagógico UIS21 considera que la investigación educativa es crucial para mejorar continuamente el proceso de formación. Por lo tanto, se espera que los estudiantes desarrollen competencias para mejorar sus prácticas pedagógicas (ACUERDO n° 233, 2021). En este proyecto de grado, a través de la modalidad de práctica en docencia, se busca fortalecer las habilidades de los estudiantes en el *Taller de Diseño IV*, mediante la incorporación de herramientas pedagógicas basadas en el Diseño para la Manufactura (DFM) y selección de materiales de forma estratégica. El proyecto propone el uso de herramientas pedagógicas para fortalecer las competencias de los estudiantes y mejorar la calidad de sus modelos y prototipos, en la metodología, se propuso una secuencia didáctica para alcanzar este objetivo con el grupo seleccionado. Con ello, se logró que los prototipos presentados fueran coherentes con las alternativas desarrolladas durante el concepto o modelos previamente analizados y fueron análogos a la forma y/o función que se buscaba emular en el taller. Los resultados mostraron que, a pesar de las dificultades para desarrollar modelos/prototipos, seleccionar los materiales y desconocer procesos de manufactura, las herramientas pedagógicas implementadas apoyaron a los estudiantes a lo largo del curso, evidenciándose una notoria mejoría en el resultado de sus proyectos, aumentando la cantidad de soluciones de diseño integral que fueron puestas a prueba.

* Trabajo de Grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: Israel Garnica Bohórquez. Magister en Ingeniería Industrial. Codirectoras: Clara Isabel López Gualdrón. PhD en Ingeniería para la Innovación. Denis Senith Cabrera Anaya. Magister en Semiótica.

Abstract

Title: Design and development of pedagogical tools for strengthening ideation, construction, and validation competencies based on Design for Manufacturing (DFM) applied to Design Workshop IV.*

Author(s): Sergio Andrés Díaz Rodríguez **

Key Words: Industrial Design, Design for Manufacturing (DFM), Pedagogical Innovation, Virtual Learning Object (VLO), Testing.

Description: The UIS Pedagogical Model²¹ considers educational research as crucial to continuously improve the training process. Therefore, students are expected to develop competencies to improve their pedagogical practices (AGREEMENT No. 233, 2021).

The aim is to strengthen students' skills in Design Workshop IV by incorporating pedagogical tools based on Design for Manufacturing (DFM) and material selection in a strategic way. The methodological approach to design thinking is reaffirmed to improve the construction of models and prototypes that meet the criteria established in the subject.

To achieve this objective, the prototypes presented must be consistent with the alternatives developed during the previously analyzed concept or models and be analogous to the form and/or function sought to be emulated in the workshop, thus, effectively validating the proposed design solution.

The difficulty that students have had in developing models/prototypes, their inability to select the materials for their construction and the lack of knowledge of the manufacturing processes for the transformation of these materials, preventing them from reaching integral design solutions, is addressed. In addition, the aim is to prevent students from proposing solutions that only adapt to their comfort zone and that do not comply with the essential functions of the concept.

The project proposes the use of pedagogical tools to strengthen students' skills and improve the quality of their models and prototypes.

* Graduate Work

**School of Physical and Mechanical Engineering. School of Industrial Design. Director: Israel Garnica Bohórquez. Magister en Ingeniería Industrial. Codirector: Clara Isabel López Gualdrón. PhD en Ingeniería para la Innovación. Denis Senith Cabrera Anaya. Magister en Semiótica.

Introducción

El proyecto desarrollado se vincula al proyecto de investigación titulado "Modelo de innovación pedagógica basado en Diseño para la Manufactura orientada a estudiantes de Diseño Industrial" (Garnica, 2023). El reto es fortalecer las competencias y capacidades de los estudiantes de Diseño Industrial en la ideación, construcción y validación de modelos funcionales a través de la implementación de una secuencia didáctica. Para ello, se toma como estructura metodológica el pensamiento de diseño, abordando los problemas de manera integral y considerando las necesidades de los usuarios, la viabilidad técnica y la factibilidad de la idea, lo cual permite generar soluciones innovadoras y efectivas. Además, el pensamiento de diseño fomenta el trabajo en equipo, la colaboración multidisciplinaria y el enfoque centrado en el usuario, lo cual potencia el aprendizaje y la creatividad en el proceso de diseño (Plan de Estudios de Diseño Industrial, 2022).

Específicamente, el proyecto se enmarca en el desarrollo del programa de la materia "Taller de Diseño Industrial IV Validar", cuyo propósito es buscar que los estudiantes generen valor en las soluciones de diseño desarrolladas a partir de un adecuado análisis de las características y comportamientos de la naturaleza (Plan de Estudios de Diseño Industrial, 2022). El objetivo principal de estas herramientas es capacitar a los estudiantes para comprender y llevar a cabo sus proyectos de manera efectiva, enfocándose en aspectos clave como la selección de materiales, el uso de técnicas de modelado 3D y la aplicación de simulación y análisis de elementos finitos (FEA), permitiendo tomar decisiones más informadas en cuanto a costos, tiempo, materiales, procesos y otras métricas relevantes para lograr la construcción adecuada de sus modelos.

1. Contextualización

1.1 Planteamiento del Problema

El Diseño Industrial (DI) se refiere al proceso creativo de ideación y desarrollo de productos, que incluye la identificación de necesidades y problemas del usuario, la generación de ideas, la conceptualización, el desarrollo de prototipos, la selección de materiales, procesos para la fabricación, y la validación del producto final. Según Dreyfuss (1955) es el proceso integrado de creación, diseño y desarrollo de productos que satisfacen las necesidades del usuario y se adaptan a los requisitos de fabricación y distribución.

Así mismo “El programa de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander (UIS), tiene como misión educar integralmente personas en los aspectos curriculares del Diseño Industrial, para que de esta manera contribuyan al desarrollo sociocultural y económico de manera sostenible. Competentes en proyectar, configurar y desarrollar objetos con calidad estética y funcional” (UIS Escuela de Diseño Industrial Posgrados y Pregrado, Edi Web, 2023), en consecuencia, la línea de talleres de diseño es la principal herramienta para afianzar los conocimientos y conceptos referentes al desarrollo de productos mediante la implementación de metodologías conceptuales basadas en el pensamiento de diseño. En cada una de estas materias se realizan proyectos donde el estudiante demuestra las capacidades y el conocimiento alcanzado en cada nivel. Adicionalmente, las demás asignaturas contempladas en el plan de estudios complementan paralelamente el proceso de aprendizaje (Plan de Estudios de Diseño Industrial, 2022)

“El diseñador industrial de la UIS está en la capacidad de: Investigar y desarrollar métodos de trabajo, nuevos materiales, procesos productivos, sistemas de mercadeo, aprovechamiento de recursos humanos y materiales, nuevos productos, aprovechamiento de

materiales naturales y artificiales” (Plan de Estudios de Diseño Industrial, 2022). Así mismo, la asignatura de Diseño IV Validar, está articulada con el proceso de diseño cimentado en la resolución de problemas por proyectos orientados a la práctica. Se toma el *Design Thinking* o pensamiento de diseño como estructura metodológica, desde las etapas de empatía, definición, ideación, seguido de prototipado y prueba. Esta última etapa es clave para verificar los supuestos o hipótesis planteadas de los conceptos generados por medio de la evaluación asumida a través de un proceso que involucra la experimentación para la validación de un concepto o producto. De modo que, las alternativas y soluciones derivadas del proceso proyectual deben ser validadas por medio de un proceso de experimentación. En el presente curso el estudiante debe adquirir la capacidad de identificar, proponer y definir la estrategia de evaluación, verificación y/o validación, que le permita analizar de forma objetiva las variables de interés, así como de establecer la pertinencia y la fiabilidad de sus propuestas (Programa Diseño IV, 2023).

Uno de los problemas centrales en la asignatura Taller de Diseño IV es la dificultad que presentan los estudiantes para construir modelos o prototipos. Esta situación tiene un impacto negativo en el planteamiento y desarrollo del protocolo de validación, impidiendo así llegar a una solución de diseño integral que pueda ser puesta a prueba. Lo anterior puede ser consecuencia de la falta de habilidades técnicas para construir los prototipos, la escasez de recursos y materiales para su elaboración, la falta de comprensión de los procesos de producción o la falta de claridad en la definición de los criterios de evaluación. Esta problemática puede comprometer el desarrollo adecuado de los proyectos de diseño y la formación integral de los estudiantes en el programa de Diseño Industrial de la UIS, lo que podría afectar su futuro desempeño laboral y su contribución al desarrollo socioeconómico sostenible.

1.2 Objetivo general.

Diseñar herramientas pedagógicas basadas en el Diseño para la Manufactura (DFM) de cada uno de los temas de interés para el Taller de Diseño IV Validar, que orienten la toma de decisiones en el proceso de ideación, construcción, verificación y validación de modelos funcionales mediante el uso de TIC.

1.3 Objetivos específicos.

- 1.1.1 Identificar las necesidades, problemas y oportunidades de mejora dentro de la materia Diseño IV mediante el estado del arte, casos de estudio y estudiantes que hayan visto la asignatura.
- 1.1.2 Definir las herramientas pedagógicas y técnicas para la transferencia de conocimiento en el taller de Diseño IV.
- 1.1.3 Diseñar e implementar objetos de aprendizaje mediante el uso de TIC para el Taller de Diseño IV.
- 1.1.4 Evaluar el desempeño de la implementación de las herramientas pedagógicas de manera longitudinal a través del desarrollo del taller de Diseño IV.

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

2.1.1 Diseño para la Manufactura (DFM)

El Diseño para la Manufactura (DFM) es un enfoque de diseño que tiene como objetivo optimizar los procesos de producción y reducir los costos de fabricación. Se basa en la idea de que, si se tienen en cuenta las limitaciones y capacidades de los procesos de fabricación desde las primeras etapas del diseño, se pueden lograr productos de alta calidad a menor costo y en menos tiempo. En términos prácticos, el DFM implica una serie de consideraciones específicas en el diseño de productos, como la selección de materiales adecuados, la minimización del número de piezas y la simplificación de los procesos de ensamblaje (Ulrich et al., 2004).

De acuerdo con Thompson (2012).

“El diseño para la manufactura (DFM) es el proceso de diseñar o ingeniar un producto para que sea fácilmente fabricado. Al utilizar el diseño para la manufactura, los ingenieros y diseñadores pueden identificar los componentes del producto que son difíciles o costosos de fabricar y rediseñarlos para que sean más fáciles de producir, con el fin de reducir los costos de producción y mejorar la calidad del producto final” (p.11).

Por medio de herramientas de ingeniería asistida por computadora (CAE, computer-aided engineering), los modelos CAD 3D han empezado a servir como prototipos analíticos, pueden reducir el tiempo de desarrollo del producto y/o mejorar su calidad resultante. Estas tecnologías se pueden usar para materializar conceptos del producto en forma rápida y a bajo costo, aumentando la facilidad con la cual los conceptos se puedan comunicar a otros miembros del equipo, a la alta administración, socios del desarrollo o a clientes potenciales (Ulrich et al., 2004). De igual forma, la tecnología de impresión 3D se está convirtiendo progresivamente en un

método de fabricación comercial con la capacidad de imprimir productos de usuario final a partir de diversos materiales, incluidas piezas metálicas (Gebisa & Lemu, 2017).

2.1.2 Herramientas Pedagógicas

Las herramientas pedagógicas son recursos y técnicas utilizadas en la enseñanza para facilitar la adquisición de conocimientos y habilidades por parte de los estudiantes. Estas herramientas pueden incluir actividades de aprendizaje práctico, ejercicios de resolución de problemas, presentaciones multimedia, juegos educativos y recursos en línea. El objetivo de las herramientas pedagógicas es mejorar la comprensión, retener el material de aprendizaje y fomentar el desarrollo de habilidades críticas y analíticas (MEN, 2023)

En la Universidad Industrial de Santander, el Centro para el Desarrollo de la Docencia, CEDEDUIS es la unidad académica y administrativa dependiente de la Vicerrectoría Académica, cuyas funciones principales son “dirigir y evaluar el proceso permanente de análisis y renovación curricular” y “responder por el mejoramiento continuo de los procesos pedagógicos mediante el fomento, la promoción, el fortalecimiento y la ejecución de programas de capacitación docente” (Acuerdo No 057, 1994, Universidad Industrial de Santander).

Los modelos pedagógicos son enfoques y estrategias utilizadas en la enseñanza para transmitir conocimientos o habilidades a los estudiantes. Los modelos pedagógicos pueden ser teóricos o prácticos, y se basan en la idea de que cada estudiante tiene un estilo de aprendizaje diferente y necesita un enfoque personalizado para adquirir el conocimiento. “El modelo pedagógico es una construcción teórico formal que fundamentada científica e ideológicamente interpreta, diseña y ajusta la realidad pedagógica que responde a una necesidad histórico-concreta. Implica el contenido de la enseñanza, el desarrollo del estudiante y las características de la práctica docente” (Ortiz Ocaña, 2013).

2.1.3 OVA (*Objeto Virtual de Aprendizaje*)

OVA (Objeto Virtual de Aprendizaje) es un recurso educativo digital que combina diferentes elementos multimedia, como texto, imágenes, audio y video para proporcionar información y conocimiento a los estudiantes. Se utilizan para mejorar el aprendizaje y la enseñanza en diversos campos, como la educación formal, la capacitación laboral y la educación continua. Pueden ser interactivas y personalizables para adaptarse a las necesidades y habilidades de los estudiantes. De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional, el OVA es un recurso digital que puede ser reutilizado en diferentes contextos educativos. Pueden ser cursos, cuadros, fotografías, películas, vídeos y documentos que posean claros objetivos educacionales, entre otros” (MEN - OVA, 2017). El proceso de diseño y construcción de un OVA contribuye a que el estudiante cumpla con todos los objetivos y garantice la adecuada transmisión de conocimiento (Natalia & Palacios, 2016).

Por otra parte, el Diseño para la Manufactura (DFM) y las tecnologías asociadas, como el modelado y la impresión 3D, pueden ser utilizados en proyectos de innovación pedagógica para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Estas herramientas permiten desarrollar recursos pedagógicos más accesibles y efectivos, facilitando la comprensión de conceptos y promoviendo una experiencia de aprendizaje enriquecedora para los estudiantes.

A su vez, el Manual para el diseño y desarrollo de objetos de aprendizaje (Plan Ceibal, 2009) especifican las siguientes prestaciones para un OVA:

- *Reutilizable*. El recurso debe ser modular para servir como base o componente de otro recurso. También debe tener una tecnología, una estructura y los componentes necesarios para ser incluido en diversas aplicaciones.

- *Accesible*. Pueden ser indexados para una localización y recuperación más eficiente, utilizando esquemas estándares de metadatos.
- *Interoperable*. Pueden operar entre diferentes plataformas de hardware y software.
- *Portable*. Pueden moverse y albergarse en diferentes plataformas de manera transparente, sin cambio alguno en estructura o contenido.
- *Durable*. Deben permanecer intactos a las actualizaciones (upgrades) de software y hardware.

2.1.4. TIC

Siguiendo los lineamientos del reglamento académico estudiantil de pregrado de la Universidad Industrial de Santander.

“La Práctica en Docencia comprende la experiencia y los aportes del estudiante en la cátedra universitaria mediante el desarrollo de Proyectos de Aula orientados a proponer y/o evaluar nuevas metodologías, estrategias didácticas, procesos de evaluación de asignaturas y demás componentes que contribuyan al mejoramiento del proceso de aprendizaje, o el enriquecimiento de unidades de aprendizaje en las que se desarrollen objetos de aprendizaje mediante el uso de TIC” (p.60 Reglamento Estudiantil de Pregrado UIS).

Así mismo, El Consejo Superior de la Universidad Industrial de Santander, en el Acuerdo N° 051 de 2009, adopta la Política de apoyo a la formación mediante las tecnologías de la información y la comunicación. Uno de sus principales propósitos es la consolidación de un conjunto de estrategias pedagógicas soportadas en las TIC que contribuya al mejoramiento de la calidad de los procesos de formación en todos los niveles y modalidades. Bajo esta línea

conceptual, las TIC se definen como la aplicación de las actividades humanas mediante la incorporación de recursos de manejo de datos de forma electrónica, óptica, entre otros.

Dentro del marco del acuerdo anterior se establece que el uso de las TIC también se desarrolla bajo tendencias pedagógicas que impulsan cambios en las estructuras curriculares y modelos pedagógicos,

“Las TIC ofrecen nuevos medios de interacción social, de representación del conocimiento, de procesamiento y circulación de la información potencian distintas maneras de transformaciones propuestas por estos modelos, que en muchos casos son vistas como factor de impulso de los cambios pedagógicos que se proponen las instituciones de educación superior” (Acuerdo n° 051, 2009).

2.1.5. Estrategias Pedagógicas

Existen distintas acciones que se realizan en el marco del desarrollo de la clase las cuales, guía el profesor, docente u encargado del curso con el fin de facilitar la síntesis de la información y el aprendizaje en los estudiantes (Atenea Lab, Universidad Simón Bolívar, 2023). Dentro de las más importantes se destacan:

2.1.5.1 Clase magistral.

Son clases altamente estructuradas, independiente de las metodologías empleadas o el formato de presentación (presencial o virtual). Se caracterizan por tener en cuenta distintos aspectos tales como:

- Los objetivos de aprendizaje son claramente explicados al inicio de cada clase.
- Cada clase se enlaza con las anteriores.

- Las actividades son preparadas con tiempos definidos para cada una y se logra un buen aprovechamiento del tiempo.
- El profesor evalúa, supervisa y retroalimenta permanentemente a los estudiantes.
- Al final, la clase siempre tiene un cierre en que se refuerza lo importante o las tareas asignadas a las siguientes sesiones.

La clase magistral es uno de los recursos más empleados en el desarrollo de las clases y se desarrolla de manera implícita.

2.1.5.2 Aprendizaje Colaborativo.

El aprendizaje colaborativo promueve el aprendizaje centrado en el estudiante basando el trabajo en pequeños grupos o equipos de trabajo, en donde estos asumen diferentes roles y responsabilidades de acuerdo con sus habilidades para realizar una variedad de actividades de aprendizaje que buscan mejorar su entendimiento sobre un tema.

2.1.5.3 Aprendizaje basado en casos.

Corresponde a una estrategia basada en un conjunto de experiencias o situaciones problémicas de la vida real, presentadas en forma de narrativa con la finalidad de reflexionar sobre las secuencias de hechos o situaciones y proponer acciones alternativas ante tales situaciones.

2.1.5.4 Aprendizaje basado en investigación.

Permite hacer uso de estrategias de aprendizaje activo para desarrollar en el estudiante competencias que le permitan realizar una investigación.

2.1.5.5 Aprendizaje basado en proyectos.

Es una estrategia que involucra al aprendizaje activo de los estudiantes, puesto que se estructura en investigar la respuesta a alguna pregunta o problema del mundo real y luego crear una solución concreta.

2.1.5.6 Aprendizaje basado en problemas.

Es una estrategia que permite desarrollar la capacidad del estudiante de resolver problemas o situaciones de la vida real a partir de la aplicación de funciones cognitivas, el desarrollo de actitudes, integración y la apropiación de nuevo conocimiento.

2.2 Antecedentes de la situación de estudio.

Los siguientes artículos describen aplicaciones del Diseño para la Manufactura. En primer lugar, estos proyectos buscan implementar el Diseño para la Fabricación Aditiva (DfAM) en el campo del diseño industrial. El DfAM se refiere al enfoque de diseño que tiene en cuenta las particularidades y ventajas de las tecnologías de fabricación aditiva, como la impresión 3D. La implementación de DfAM en estos proyectos implica aprovechar al máximo las posibilidades y las tecnologías de fabricación aditiva en la creación de prototipos y la fabricación de productos.

Además, estos proyectos tienen como objetivo capacitar a los futuros diseñadores en las herramientas y técnicas de DfAM. Es fundamental que los diseñadores se desarrollen con las nuevas posibilidades y limitaciones que ofrecen las tecnologías de fabricación aditiva. Esto les permitirá aprovechar al máximo estas tecnologías en sus futuros proyectos de diseño y garantizar una integración adecuada entre el diseño y la fabricación:

Gebisa & Lemu (2017) analizan la transición del Diseño para la Fabricación (DfM) al Diseño para la Fabricación Aditiva (DfAM) en respuesta al desarrollo de nuevos materiales, métodos de diseño mejorados y mayores demandas sociales en productos fabricados. A medida que las técnicas de Fabricación Aditiva (AM) han logrado capacidades de fabricación más allá del concepto convencional de DfM, es necesario replantear el diseño considerando las capacidades de estas tecnologías. El artículo examina el cambio de paradigma potencial de DfM a DfAM, analiza su impacto en el diseño óptimo y la incorporación de requisitos de sostenibilidad del producto. Además, se discute el papel que DfM ha realizado en enfoques anteriores del proceso de desarrollo de productos y los factores impulsores del enfoque DfAM.

Stavric & Jablan, (2011) en su artículo aborda la aplicación de conocimientos teóricos en la creación de estructuras ornamentales tridimensionales mediante fabricación digital. Explora la relación entre los grupos de simetría de los ornamentos y la fabricación digital, así como el uso de reglas matemáticas y geométricas para extender ornamentos bidimensionales a patrones tridimensionales. Se destaca el uso de la teoría de la antisimetría simple y múltiple como base matemática para la construcción, lo que permite obtener una amplia variedad de patrones ornamentales con solo seis prototipos modulares.

Agudelo et al., (2018) presenta el diseño de un vehículo de tracción humana como una alternativa sostenible de transporte en Montería, buscando reducir la contaminación y el ruido, mientras mejora la salud de los usuarios. Se empleó la metodología DFMA para simplificar los procesos de fabricación y ensamblaje, reduciendo así los costos. Además, se realizó un análisis de esfuerzos en el chasis utilizando elementos finitos, considerando las condiciones del terreno y las exigencias de seguridad. Como resultado, se logró reducir los costos de fabricación en un 32% en comparación con un diseño previo que no empleaba DFMA.

Défossez & Serhan, (2013) se explora el uso de herramientas de Excelencia en Diseño (DEX) para analizar los costos de inversión y la validación técnica en el desarrollo de nuevos productos, específicamente en el sector médico. Se describe cómo el método DEX se implementa en el desarrollo de un nuevo implante espinal, destacando el éxito de varias herramientas en la reducción de iteraciones de diseño y la validación del producto. Se subraya la importancia de seleccionar y estimar adecuadamente las herramientas de DEX para maximizar el retorno de la inversión desde el inicio del proyecto, requiriendo un conocimiento sólido de los recursos disponibles y la estrategia de desarrollo de la empresa.

Kandikjan et al., (2022) presentan la implementación de Diseño para la Fabricación Aditiva (DfAM) en el currículo de Ingeniería de Diseño Industrial. Destacan la importancia de las tecnologías de fabricación aditiva para la creación rápida de prototipos y la evaluación de nuevos conceptos de diseño. Se mencionan las limitaciones de estas tecnologías y la falta de conocimiento en herramientas de DfAM como barreras para su implementación. Se propone que al capacitar a los futuros diseñadores en DfAM, podrá trabajar de manera eficiente y aprovechar al máximo las posibilidades de las tecnologías de fabricación aditiva. El artículo incluye ejemplos prácticos y proyectos de estudiantes para estimular la creatividad y mejorar la comprensión de la fabricación de objetos con tecnologías de fabricación aditiva.

Con relación a las prácticas pedagógicas y de investigación desarrolladas para el diseño y aplicación de guías de apoyo para el mejoramiento de metodologías en otras materias de la malla curricular, podemos destacar que estas acciones están alineadas con el Modelo Pedagógico UIS21. Dónde la implementación de prácticas pedagógicas para el acompañamiento de las asignaturas de Diseño Industrial UIS, demuestra el compromiso de la institución educativa y los docentes por ofrecer una formación integral a los estudiantes. La implementación de las

herramientas resultantes permite que los estudiantes pongan en práctica los conocimientos adquiridos y desarrollen sus habilidades en la resolución de problemas y el diseño de productos.

Cano & Espinel, (2017) propusieron la elaboración de una guía didáctica para orientar la enseñanza del proceso creativo en los centros de formación de joyería del SENA, basado en el estudio formal de las piezas orfebres de las culturas precolombinas. Dónde la creación de material formativo fue crucial para la generación de nuevo conocimiento en su área de estudio.

Ballesteros & Gómez, (2022) diseñaron un proyecto de aula para enriquecer la estrategia de enseñanza *learning by doing* utilizando como mediaciones Objetos Virtuales de Aprendizaje para la asistencia en la propuesta e implementación de una estrategia de enseñanza-aprendizaje-evaluación para la asignatura Diseño VIII: Gestión del Diseño de la Escuela de Diseño Industrial UIS. Se implementó un Aula Virtual en Moodle y se diseñó un OVA donde se demuestra la estrategia de un proceso de diseño de producto, allí se encuentra el material didáctico relacionado con los temas vistos en clase, que a su vez son materiales de apoyo para el proceso llevado por cada estudiante.

Cruz & Guevara, (2020) proponen instrumentos de apoyo para afianzar la ideación y desarrollo de conceptos con potencial innovador en la creación de artefactos basados en Bioforma aplicados en la estructura metodológica empleada en la asignatura, Diseño IV Bioforma.

Jaimes & Maradei, (2021) diseñaron como proyecto de grado un material formativo basado en metodologías y técnicas didácticas aplicable en la enseñanza-aprendizaje que sirva como apoyo para el desarrollo del plan de clases, en el marco de la asignatura Ergonomía cognitiva y sociocultural.

Romero Gómez (2011) propuso un modelo educativo que combinó el uso de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) con la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como una forma de mejorar la educación y la construcción de conocimiento en la Fundación Universitaria del Área Andina, especialmente, en el contexto de la formación en Informática General para estudiantes de Enfermería.

Es importante aclarar que el proyecto no tiene como objetivo establecer metodologías para el desarrollo de los contenidos del curso. Su finalidad fue el diseño de herramientas pedagógicas que orientaran a los estudiantes en la toma de decisiones en temas relacionados con la ideación, el modelado CAD y el prototipado de sus proyectos. De este modo, se buscó que estos proyectos alcanzaran finalmente un nivel de manufactura tal que permitiera que fueran validados y verificados por los distintos usuarios.

3. Metodología

La metodología incluye actividades como identificar, definir, diseñar y evaluar, junto con herramientas pedagógicas específicas. Lo anterior permitió una mejor formación integral de los estudiantes de Diseño IV Validar incorporando conceptos de Diseño para la Manufactura (DFM). Además, al proporcionar una guía clara y detallada, se promovió la autonomía y la toma de decisiones informadas por parte de los estudiantes en el proceso de ideación, construcción, evaluación y validación de modelos funcionales. Las actividades se organizaron y clasificaron de acuerdo con el desarrollo metodológico del taller de diseño en un de aprendizaje (OVA). La metodología se describe en la Tabla 1.

Tabla 1.*Fases metodológicas relacionadas con las actividades y objetivos.*

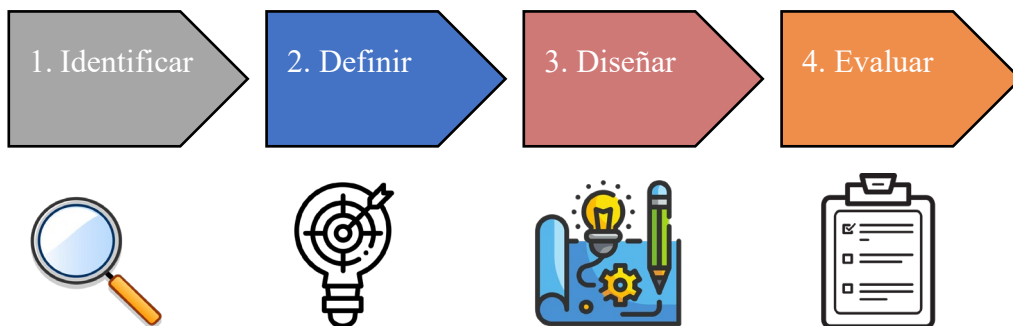
Fase Metodológica	Objetivo	Actividad (An)
F1. Identificar.	Identificar las necesidades, problemas y oportunidades de mejora dentro de la materia Diseño IV mediante el estado del arte, casos de estudio y estudiantes que hayan visto la asignatura.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar una revisión exhaustiva del programa y los contenidos de la materia Diseño IV. 2. Identificar las herramientas y metodologías de diseño más adecuadas para abordar los objetivos de la materia. 3. Hacer un análisis retrospectivo sobre las lecciones aprendidas, fortalezas y oportunidades de mejora de los estudiantes que han cursado la asignatura. 4. Realizar un diagnóstico de las habilidades y conocimientos previos de los estudiantes involucrados en la materia.
F2. Definir	Definir las herramientas y técnicas para la transferencia de conocimiento en el Taller de Diseño IV.	<ol style="list-style-type: none"> 5. Establecer estrategias de enseñanza y prácticas que fomenten la comprensión y aplicación de los conceptos aprendidos. 6. Seleccionar y adaptar las herramientas y técnicas de enseñanza a utilizar en el taller de Diseño IV, tomando en cuenta las necesidades y características de los estudiantes, relacionando el requerimiento de aprendizaje y adquisición de las competencias propuestas en el programa de la materia.
F3. Diseñar	Diseñar e implementar objetos de aprendizaje mediante el uso de TIC. para el Taller de Diseño IV.	<ol style="list-style-type: none"> 7. Diseñar guías e instructivos que proporcionen una descripción detallada de cada proyecto, incluyendo los objetivos, los pasos a seguir, los plazos y los criterios de evaluación.

		8. Crear el material pedagógico que presenten de forma visual los conceptos clave y las etapas del proceso de diseño para cada proyecto.
F.4. Evaluar	Evaluar el desempeño de la implementación de las herramientas pedagógicas de manera longitudinal a través del desarrollo del taller de Diseño IV.	9. Evaluar el proceso de transferencia de conocimiento en el Taller de Diseño IV, utilizando los criterios de evaluación cualitativos y cuantitativos a través de la aplicación de una encuesta final. 10. Seguimiento del caso de estudio para establecer de manera longitudinal como se incorporaron en los proyectos el enfoque de diseño para la manufactura y realizar ajustes y mejoras.

Nota: Fuente elaboración propia.

Figura 1.

Fases para el desarrollo del proyecto.



Nota: En la figura se muestran las principales etapas del proyecto de manera general.

Figura 2.

Diseño centrado en el usuario y modelo doble diamante o de divergencia y convergencia.



Nota: La figura representa las Fases para el desarrollo de productos inspirado en el modelo de doble diamante del Design Council 2015. (elaboración propia).

3.1 Descripción de fases metodológicas.

El proyecto en modalidad práctica docente inicia su ejecución siguiendo las etapas de design thinking de modo que durante el proceso se realizaron actividades conducentes a la generación del material pedagógico y su implementación. A continuación, se describe lo realizado en cada etapa.

3.1.1. Identificar

Se analizó la experiencia previa de estudiantes que había cursado la asignatura, de tal forma que permitió establecer una línea base. Se llevó a cabo una encuesta a los estudiantes que habían cursado la materia de Diseño IV en semestres anteriores al 2023-1. El objetivo fue conocer sus opiniones sobre los resultados obtenidos durante el curso y las dificultades que habían experimentado. Se obtuvo una base de datos con 53 respuestas de estudiantes que cursaron la materia entre los semestres 2018-2 y 2022-2.

Este ejercicio de introspección y la identificación de oportunidades de mejora resultaron fundamentales para el desarrollo del proyecto. A partir de las respuestas recopiladas, se analizó en detalle el programa de la asignatura y se evaluó la ejecución de cada uno de los proyectos propuestos para el cumplimiento de los objetivos del curso.

Por medio de un proceso de observación participante (Mackellar, J. 2013), se participó en calidad de auxiliar docente en todas las clases del semestre 2023-1 y 2023-2 del Taller de Diseño IV, lo que permitió observar y ofrecer acompañamiento. La actividad realizada facilitó identificar aspectos clave en el desarrollo de las clases proporcionando los datos necesarios para identificar las herramientas metodológicas empleadas en el curso y determinar las herramientas pedagógicas más adecuadas.

Un aspecto encontrado se relacionó con la heterogeneidad en los temas de los proyectos fueron el factor determinante al momento de desarrollar las metodologías proyectuales en las que se enmarca el curso de Diseño IV; La temática de los proyectos enfocada en la realización del análisis de los distintos seres vivos, facilitó la generación de diferentes abstracciones formales y análisis de estructuras anatómicas. De modo que, al momento de aplicar estos principios biomiméticos en el desarrollo de los productos, cada estudiante se enfrentó a un reto único.

Otro factor identificado se relacionó con las habilidades y competencias de cada estudiante. Partiendo del hecho de que cada estudiante posee habilidades y destrezas distintas que pueden contribuir de manera significativa al desarrollo de los proyectos y objetivos establecidos en la materia, se identificaron y analizaron las habilidades y conocimientos previos de los estudiantes de Diseño IV del semestre 2023-1 y 2023-2.

Todos los datos recopilados se centraron en la detección de problemáticas y oportunidades de mejora dentro del desarrollo de la materia. Todos estos factores determinaron la pertinencia del desarrollo de este trabajo de grado.

3.1.2. Definir

Una vez identificadas las oportunidades de mejora, se evaluó la pertinencia de las herramientas pedagógicas o el material formativo a desarrollar en el contexto de la materia de Diseño IV. Con énfasis en las etapas de ideación, modelado de alternativas de diseño y prototipado de productos.

El eje central del desarrollo en la materia fue el proceso de diseño basado en la resolución de problemas siguiendo la metodología del *Design Thinking* o pensamiento de diseño, es importante reconocer que los estudiantes pueden tener preferencias y estilos de aprendizaje diversos, por lo que una pedagogía efectiva debe ser variada y flexible para atender a estas diferencias y maximizar el aprendizaje de cada individuo. Este proceso abarcó etapas como la empatía, definición, ideación, prototipado y prueba, siendo esta última crucial para verificar las suposiciones planteadas por los estudiantes, las etapas de ideación y prototipado fueron fundamentales para generar alternativas de diseño que posteriormente pudieron someterse a pruebas.

De acuerdo con los tipos de enfoques de biomimética, se empleó la metodología indirecta (análisis formal y validación conceptual) y directa (análisis funcional, verificación y validación experimental) en el desarrollo de los proyectos, que implicaba el análisis de la estructura y las características de seres vivos. Es decir, tomar la naturaleza como fuente de inspiración para el desarrollo de los proyectos. Esta metodología se había aplicado en la materia en semestres anteriores. Sin embargo, al prototipar, las alternativas de diseño no lograban cumplir con las características o similitud necesaria para que el prototipo cumpliera con los requisitos formales, estéticos y de material de tal forma que la calidad de los prototipos o modelos no eran aptos para ser validado por los usuarios.

Por esa razón, en ese proyecto fue esencial implementar conceptos de diseño para la manufactura (DFM), con el objetivo de guiar a los estudiantes hacia el desarrollo de proyectos utilizando diferentes materiales que emularan de manera más precisa las estructuras o características que deseaban reproducir.

El conocimiento de los materiales fue fundamental para que los prototipos resultaran más resistentes, viables y estéticos. A lo largo del desarrollo de la materia, los estudiantes realizaron de manera implícita un estudio de materiales y un análisis del mercado para poder desarrollar sus productos. Sin embargo, no bastaba con adquirir el material; los estudiantes debían transformar distintos materiales y materias primas para lograr sus productos. Aquí fue donde se encontró una gran dificultad. En muchos casos, los estudiantes crearon modelos de papel y cartón para emular estructuras que entraban en contacto con elementos que los dañaban o degradaban rápidamente, provocando que los modelos no fueran viables y que la calificación de los estudiantes no fuera positiva.

Como introducción a la primera entrega, se propuso la actividad denominada "Reto Tótem", donde los estudiantes debían diseñar la estructura y/o el soporte donde exhibirían sus proyectos. En ese proyecto de baja complejidad, los estudiantes analizaron diversos tipos de materiales para desarrollar la estructura o el esqueleto del Tótem, así como la estructura externa donde se presentaban los diferentes elementos, según lo requerido para cada entrega.

El proyecto 1 correspondió al estudio de una especie vegetal, a partir del proceso de observación se deben identificar o definir aproximaciones geométricas e identificar patrones. Para facilitar esta actividad se centró en establecer herramientas pedagógicas para la enseñanza de procesos de generación de módulos y estructuras mediante herramientas de modelado 2D y 3D. Finalmente, se propuso una aplicación para los patrones, teselados o módulos resultantes.

El proyecto 2 o proyecto final correspondiente al estudio una especie animal, cuyo propósito consiste en generar una solución de diseño basado en las capacidades o características de este. Se realizó la revisión de proyectos previos, a partir de ello, se ejemplificaron y analizaron los distintos casos previamente desarrollados en el curso, contribuyendo a que los estudiantes generaran prototipos que fueran validados con usuarios.

Se seleccionaron y adaptaron distintas herramientas tales como: guías paso a paso, tutoriales, talleres de clase, guía de modelado 2D y 3D, guía de moldeo y guía procesos de manufactura; para que el estudiante pueda iniciar el proceso de ideación y prototipado usando dichas herramientas pedagógicas de manera autónoma.

3.1.3. Diseñar

Se diseñaron los diferentes elementos visuales educativos y haciendo uso de la herramienta de presentaciones de Genially, se presenta el material formativo en el Aula Virtual

de Aprendizaje de la UIS, ilustrando la integración de diversas herramientas pedagógicas y enfoques de enseñanza, esta combinación es beneficiosa para atender a los distintos estilos de aprendizaje de los estudiantes, ejemplos específicos de guías utilizadas durante los talleres de Diseño IV en los semestres 2023-1 y 2023-2.

3.1.4. Evaluar

Plan de Evaluación: Herramientas Pedagógicas basadas en Diseño para la Manufactura (DFM) para el Taller de Diseño IV.

Objetivo: Evaluar el diseño, desarrollo e impacto de herramientas pedagógicas basadas en el Diseño para la Manufactura (DFM) en el Taller de Diseño IV de la Universidad Industrial de Santander (UIS), mediante encuestas realizadas a estudiantes que cursaron la materia, estudiantes al iniciar el curso y estudiantes al finalizar el curso.

Diseño del Estudio: Se aplicó un estudio descriptivo longitudinal para observar las características y el impacto de las herramientas pedagógicas a lo largo del tiempo. No se establecieron relaciones causales.

Variables Por Medir: Las variables a medir incluyeron:

- Efectividad de las herramientas pedagógicas.
- Dominio de herramientas de modelado y prototipado.
- Nivel de comprensión de los estudiantes.
- Pertinencia de las herramientas pedagógicas
- Utilidad de las herramientas Pedagógicas
- Manufactura de los proyectos desarrollados.

Sujetos Los sujetos de estudio fueron estudiantes y profesores titulares del Taller de Diseño IV de la UIS. Se dividieron en tres grupos:

1. Grupo A: Estudiantes que cursaron la materia de Diseño IV durante el periodo 2019-2/2022-2
2. Grupo B: Estudiantes que cursarán la materia de Diseño IV 2023-1/2023-2.
3. Grupo C: Estudiantes que han finalizado el curso de Diseño IV 2023-1/2023-2.

Instrumentos o Técnicas de Recopilación de Datos: Se utilizaron los siguientes instrumentos y técnicas de recopilación de datos:

1. Encuestas: Las encuestas fueron administradas periódicamente a los participantes para recopilar información sobre sus experiencias, actitudes y comportamientos relacionados con las herramientas pedagógicas y el proceso de aprendizaje.
2. Entrevistas y retroalimentación: Se realizaron entrevistas estructuradas o semiestructuradas y charlas al finalizar cada intervención para profundizar en las experiencias y percepciones de los participantes.
3. Observación: Se llevó a cabo observación directa durante las sesiones del Taller de Diseño IV para recopilar información sobre los comportamientos, preguntas, dificultades y acciones de los estudiantes.
4. Análisis de documentos: Se analizaron documentos y registros relevantes, como registros académicos y bancos de proyectos, para complementar los datos recopilados.

Procedimiento: Cada intervención se realizó de la siguiente manera:

1. En la Intervención 1 (Grupo A), se administraron encuestas a los estudiantes que ya habían cursado la materia en semestres anteriores para detectar falencias y oportunidades de mejora. Se puede visualizar la encuesta en el Apéndice A.
2. En la Intervención 2 (Grupo B), se administraron encuestas al inicio del curso de Diseño IV con el fin de hacer un diagnóstico de habilidades y conocimientos previos. Visualización en el Apéndice B.
3. En la Intervención 3 (Grupo C), se administraron encuestas al final del curso de Diseño IV para evaluar la implementación de las herramientas pedagógicas desarrolladas. En el Apéndice C se aprecia la encuesta realizada en los semestres 2023-1 y 2023-2.

Se realizó un análisis descriptivo de los datos obtenidos a través de encuestas, entrevistas, observaciones y análisis de documentos para establecer la pertinencia del material formativo aplicado al curso de Diseño IV.

Los resultados obtenidos se utilizaron para informar futuras iteraciones en el diseño y desarrollo de herramientas pedagógicas, así como para realizar ajustes en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Taller de Diseño IV. Los distintos resultados y el análisis de los mismos se encuentran en los Apéndices D,E,F y G respectivamente.

3.2. Presentación del curso.

El modelo conceptual que orienta el desarrollo de las herramientas metodológicas en la asignatura de Diseño IV se basa en el enfoque de Diseño para la Manufactura (DFM), este enfoque busca optimizar los procesos de producción y reducir los costos de fabricación desde las primeras etapas del diseño, considerando las limitaciones y capacidades de los procesos de fabricación, al integrar teorías del diseño con técnicas de innovación y metodologías de evaluación y validación, el DFM permite a los estudiantes diseñar productos que sean fáciles de fabricar y de alta calidad, el modelo conceptual utiliza herramientas de ingeniería asistida por computadora (CAE) y tecnologías como el modelado y la impresión 3D, lo que facilita la materialización rápida y económica de conceptos de productos, mejorando la comunicación dentro del equipo y con los stakeholders.

Este enfoque metodológico se refleja en el plan de trabajo semanal, donde cada tema se alinea con actividades específicas y herramientas pedagógicas que promueven el aprendizaje integral, desde la planeación inicial del proyecto hasta la validación final del producto, los estudiantes participan en diagnósticos, análisis de casos, talleres de creatividad, y ejercicios prácticos, las fases de desarrollo incluyen la definición y evaluación del concepto de diseño mediante técnicas como el benchmarking y el análisis de patentes, y culminan en la comprobación y validación del diseño a través de modelos y prototipos, este modelo secuencial y bien estructurado asegura que los estudiantes desarrollen proyectos sólidos, fundamentados en decisiones argumentadas y evidencias cuantitativas y cualitativas, mejorando su capacidad para enfrentar desafíos reales en el campo del diseño y la manufactura.

El contenido de la asignatura de Diseño IV descrito aquí se basa en el microcurrículo actual del Programa de Estudios Profesionales (PEP) de la Universidad Industrial de Santander

(UIS) y no constituye una nueva propuesta, este plan de trabajo semanal, las estrategias de enseñanza y aprendizaje, los indicadores de logros, los proyectos de clase, y los recursos utilizados están ya implementados y en uso, reflejando las metodologías y herramientas pedagógicas vigentes en el curso, la información proporcionada detalla cómo se configuran las actividades y se aplican las teorías y enfoques, como el Diseño para la Manufactura (DFM), para optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje en el marco del programa existente.

3.2.1. Contenido de la asignatura

Tabla 2.

Contenido del plan de trabajo para el desarrollo de la asignatura

Fecha	Tema	Actividad
Semana 1	Planeación de un proyecto de diseño	Diagnóstico inicial Introducción a al curso Elaboración del plan de proyecto
Semana 2	Análisis de casos de estudio	Revisión de proyectos desarrollados en el marco de la asignatura, identificación de alcances y oportunidades de mejora Reconocimiento de la estructura metodológica utilizada en estos proyectos Construcción de una ficha metodológica por medio de la identificación de las etapas, actividades, herramientas y modelos de evaluación Mapa conceptual
Semana 3	Analogía forzada	Concepto Taller de creatividad

			Ejercicio práctico y representación con un prototipo rápido
Semana 4	Composición bidimensional		Análisis de imágenes, geometrización, identificación y definición de patrones a partir de elementos naturales
Semana 5	De la idea al problema de diseño		Depuración de ideas preliminares y definición del qué y por qué del proyecto de diseño
Semana 6	El concepto de Diseño	Herramientas para definir el concepto de diseño:	Benchmarking, Revisión de patentes, Análisis web y Reporte de análisis de la revisión en el marco del proyecto de diseño
Semana 7	El concepto de Diseño		Concepto de atributos Determinantes y parámetros de diseño Evaluación del concepto con usuarios y grupos de expertos
Semana 8	El concepto de diseño		Identificación de oportunidades Identificación de potencial innovador de la idea Taller: Matriz de potencial de innovación para valoración de las ideas, lineamientos básicos. Pregunta de diseño e hipótesis
Semana 9	Comprobaciones en el proceso de diseño		Tipos de modelos: bidimensionales, formales, funcionales, virtuales y prototipos rápidos Modelos y criterios de comprobación en las diferentes etapas del proceso de diseño: etapa de concepto, diseño en detalle y verificación y testeo.
Semana 10	Comprobaciones en el proceso de diseño		Tipos de variables Herramienta TRL. Evaluación y selección

		Depuración del Diseño de producto seleccionado
Semana 11	Medición en un proceso de pensamiento de diseño Pregunta de diseño	
Semana 12	Validación del producto	Protocolo de validación
Semana 13	Acompañamiento y seguimiento de avance del proyecto	Establecimiento de los instrumentos de medida
Semana 14	Validación del producto	De la hipótesis al protocolo de validación Planificación de la prueba
Semana 15	Validación del producto	Taller aplicado al proyecto de diseño Respuesta a la pregunta de diseño
Semana 16	Preparación y presentación de avances de proyecto final	Sustentación

Nota. Se describe el programa del curso Diseño IV

3.2.2. Estrategias de enseñanza y aprendizaje

- Presentación magistral sobre los conceptos de biomimética y exposición de casos exitosos asociados a soluciones de nuevos productos, nuevos conceptos y sistemas.
- Realización de lecturas sobre artículos de casos de estudios los cuales pueden servir como referencia conceptual, teórica y metodológica en el desarrollo de los proyectos del curso.

- Participación de los estudiantes por medio de exposiciones.
- Generación de mesas de trabajo para socializar y discutir propuestas y avances de los trabajos de diseño.
- Desarrollo de actividades grupales, como herramientas de apoyo en la toma de decisiones durante la etapa de inspiración y definición de los proyectos
- Aprendizaje basado en la práctica, realizando comprobación de hipótesis por medio de comprobaciones físicas y experimentales

3.2.3. Nivel de Indicadores de logros

A continuación, se describe el nivel de aprendizaje del estudiante mediante indicador de logro, estos indicadores se describen desde el nivel de logro más bajo hasta el logro pleno esperado.

- El estudiante presenta una solución de diseño sin definir claramente su problema de diseño.
- El estudiante presenta una solución basada en 1 decisiones sin definir la hipótesis y los medios claves para verificarla, no se definen ni se evidencia la realización de un proceso experimental para corroborar sus supuestos.
- El estudiante reconoce y tiene claridad en los conceptos inherentes al proyecto, propone alternativas y desarrolla algunas técnicas relacionadas, sin embargo, falta

coherencia entre las actividades realizadas, el concepto propuesto y la toma de decisiones asociadas al desarrollo del proyecto.

- El estudiante realiza el proceso de diseño donde se corrobora que está soportado por decisiones y evidencias cualitativas o cuantitativas que demuestran la coherencia en la aplicación de los conceptos y herramientas de evaluación, verificación y validación. El proceso es coherente en todas sus etapas, las decisiones están sustentadas y argumentadas, se evidencia la realización de un proceso de verificación que sustenta las buenas prácticas según las decisiones tomadas.
- El estudiante desarrolla el proceso experimental estableciendo variables, condiciones experimentales, tratamientos, desarrollo del experimento ejecutado para validar y evaluar sus supuestos; analiza los resultados, reformula, itera y mejora los conceptos del diseño para obtener mejores resultados experimentales por medio de evaluaciones cuantitativas.

3.2.4 Proyectos de clase

En la tabla se puede observar los proyectos del curso su enfoque metodológico, sus entregables y el peso que tienen estos proyectos en el curso

Tabla 3.

Proyectos de clase.

Tipo de proyecto	Entregables	Porcentaje	Fase metodológica	
Conducta de entrada	Usuario Arquetipo Matriz de ideas Pitch Modelo	10%		
Proyectos Cortos	Ensayo Mapa Mental Tótem	10%		
Proyecto I	Bitácora Presentación Propuesta de aplicación 3D Tótem Exhibición I	20%	Metodología Indirecta	FASE INTERVENIDA
Proyecto II	Análisis del objeto de estudio Prototipos de prueba Validaciones y verificaciones Informe	25%	Metodología Directa	FASE INTERVENIDA
Proyecto III	Bitácora final Tótem con prototipo Presentación Poster Ficha técnica	35%	Metodología Directa	FASE INTERVENIDA

Nota. Aula virtual de aprendizaje Diseño IV 2023-1 Presencial

3.2.5. Clases

Las clases se desarrollan de manera presencial en periodos semanales, con una intensidad de 6 horas de acompañamiento docente.

3.2.6. Recursos

Aulas: Equipadas con pizarras, proyectores, pantallas, sistemas de sonido y mobiliario adecuado para la comodidad de los estudiantes.

Proyectores y pantallas: Para mostrar presentaciones en PowerPoint, vídeos educativos u otro contenido multimedia.

Computadoras y dispositivos móviles: Utilizados para acceder a recursos en línea, realizar investigaciones y participar en actividades interactivas.

3.2.7. Recursos Digitales

Durante el desarrollo de las clases estos son los recursos utilizados por el docente encargado del curso para la explicación de los temas de la materia.

Tabla 4

Descripción Técnica Detallada de Recursos y Recursos Digitales

Recurso / Recurso Digital	Descripción Técnica
Aulas	Equipadas con proyectores de alta definición, pantallas retráctiles, sistemas de

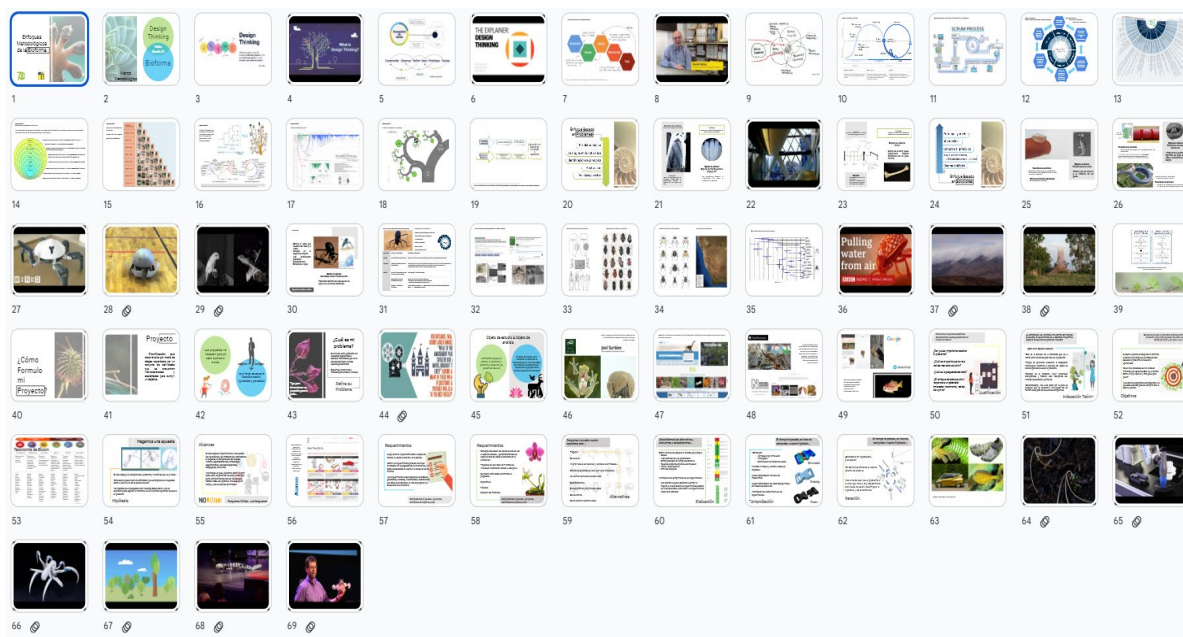
	sonido con micrófonos inalámbricos y computador.
Proyectores y pantallas	2 Proyectores LCD/LED de 4000 lúmenes con capacidad de proyección Full HD, junto con pantallas de proyección motorizadas para mostrar presentaciones en PowerPoint, vídeos educativos y contenido multimedia variado.
Computadoras y dispositivos móviles	2 Equipos de computación de última generación con procesadores Intel Core i7, SSD de alta velocidad y al menos 16 GB de RAM, además de dispositivos móviles como tablets y smartphones para acceso a recursos en línea, investigaciones y participación en actividades interactivas.
Recursos Digitales	Incluyen plataforma de aprendizaje en línea como Moodle o Blackboard, archivos multimedia en formatos variados (MP4, PDF, HTML5), software de diseño gráfico y CAD, simuladores interactivos y laboratorios virtuales para la enseñanza práctica.

Nota. Esta descripción técnica detallada proporciona una visión exhaustiva de los equipos, dispositivos y herramientas digitales utilizados en el curso de Diseño IV, garantizando un ambiente

educativo tecnológicamente avanzado y adecuado para las exigencias del aprendizaje en diseño y manufactura.

Figura 3.

Presentación “Enfoques Metodológicos de la Bioforma”. Recurso empleado en las clases de diseño para explicación del contenido 2023-1



La implementación de los nuevos recursos digitales o material formativo en los cursos 2023-1 y 2023-2 recibió un alto nivel de aprobación por parte de los estudiantes. Se utilizaron como canal de difusión y presentación de los distintos recursos utilizados en semestres anteriores, con la diferencia de que el contenido estaba enfocado en el desarrollo del trabajo de grado. Esto facilitó la implementación de las distintas herramientas pedagógicas.

Cada una de las herramientas fue discutida en la clase correspondiente para facilitar su implementación y desarrollo. Los diferentes proyectos de clase se llevaron a cabo de acuerdo con el plan curricular establecido.

3.2.8. Análisis OVA Universidad Industrial de Santander

El Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia (IPRED) de la Universidad Industrial de Santander (UIS) cuenta con diferentes programas académicos de pregrado a nivel Técnico, Tecnológico y Profesional en modalidad Distancia y Virtual, en su quehacer prevalece la formación integral y política de ciudadanos capaces de pensar y actuar universalmente, con visión futurista, participativos, inclusivos, críticos, emprendedores, innovadores y orientados a la construcción colectiva, en concordancia con los objetivos de desarrollo sostenible; sustentando su trabajo en la inclusión social, la educación rural y los principios y virtudes de la comunidad universitaria, la innovación educativa, la proyección regional y la continua incorporación de tecnologías (Ipred UIS, 2023), el IPRED tiene a su disposición objetos virtuales de aprendizaje, 25 de distintas temáticas y de temas desarrollados en el marco de los programas técnicos, tecnológicos a distancia.

Figura 4.

Ejemplo de OVA implementado en la Universidad Industrial de Santander.



Nota. Fuente: Ipred UIS 2023

Las herramientas de aprendizaje OVA empleadas por el IPRED se constituyen de las siguientes partes:

Portada donde se encuentra el título y la identidad institucional acompañada de un personaje que estará presente a lo largo de la experiencia de aprendizaje.

Contenidos del curso, en este ítem se estructura el contenido del curso en forma de resumen, índice, diagramas de flujo, entre otros, con la finalidad de establecer un mapa del sitio.

La introducción y el contenido del Objeto virtual de aprendizaje que, así mismo, se puede presentar en forma de módulos, y subtemas por los cuales se puede navegar mediante botones o distintos iconos a lo largo de la experiencia de aprendizaje.

Los OVA destinados a temas y niveles de educación técnica, tecnológica o superior, están acompañados de personajes “mascotas o guías” infantilizan el proceso de aprendizaje.

La inclusión de distintas herramientas dentro del OVA como la *lectura en voz alta* y el *lenguaje de señas* es un recurso muy interesante y positivo para la educación de personas con capacidades diversas.

De forma general las herramientas OVA son un recurso muy valioso dentro de la universidad y facilitan la interacción de los estudiantes con gran cantidad de contenido audiovisual o temas muy extensos dentro de una materia, el fin de analizar los OVA utilizados por la universidad es el preámbulo para poder establecer un OVA dentro de la materia de Diseño IV que converja el contenido relacionado con el Diseño para la manufactura y las diferentes herramientas para modelar prototipos.

4. Resultados

4.1. Identificación.

4.1.1 Encuesta Inicial del curso (*Diagnóstico inicial*)

En las fases tempranas del desarrollo del proyecto de grado, se aplicó una encuesta a 53 estudiantes de pregrado en Diseño Industrial, quienes cursaron la materia entre los periodos 2018-2 y 2022-2 con el fin de obtener más información sobre el uso de las herramientas de bocetación 2D y modelado 3D durante el desarrollo de cada entrega.

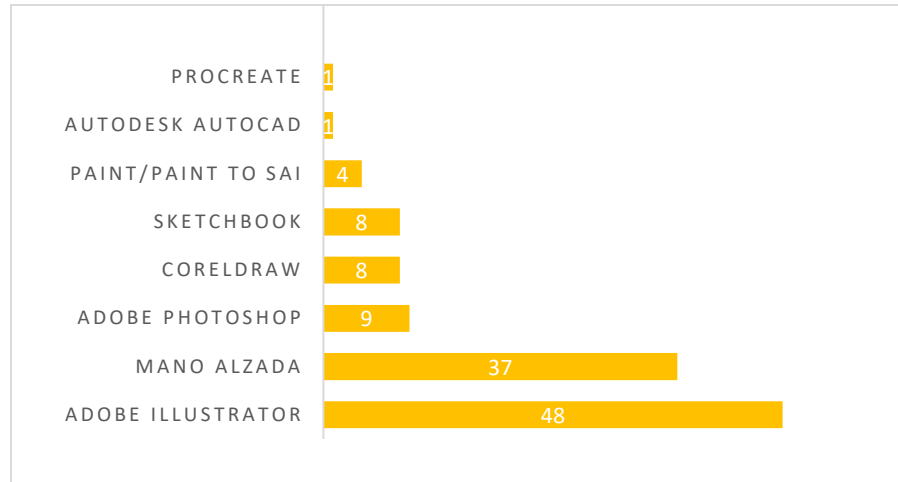
En esta primera encuesta, se analizaron las respuestas de los estudiantes acerca de su experiencia personal al desarrollar las distintas entregas de la materia y de cómo era necesario tener conocimientos en el uso de diferentes programas para la bocetación 2D y modelado 3D. Se evidenció que la mayoría de los estudiantes desconocían el manejo de algunas de estas herramientas, los estudiantes señalaron que ese momento de la carrera no habían recibido ninguna enseñanza o clase sobre programas como Illustrator, lo que dificultó el desarrollo del Proyecto I de la materia, pues tuvieron que aprender a manejar estos programas al mismo tiempo que avanzaban en el curso.

La materia de Dibujo Mecánico tiene como finalidad ofrecer a los estudiantes conocimientos para el modelado 3D mediante el uso del programa SolidWorks. Esto facilita que los estudiantes adquieran cierta experiencia al modelar sus alternativas de diseño de forma digital a través de herramientas CAD.

A continuación, se evidencian algunas de las respuestas más concurrentes de la encuesta diagnóstica donde los participantes comparten la experiencia de uso de las distintas herramientas o programas para el desarrollo de las etapas tempranas de sus proyectos:

Figura 5.

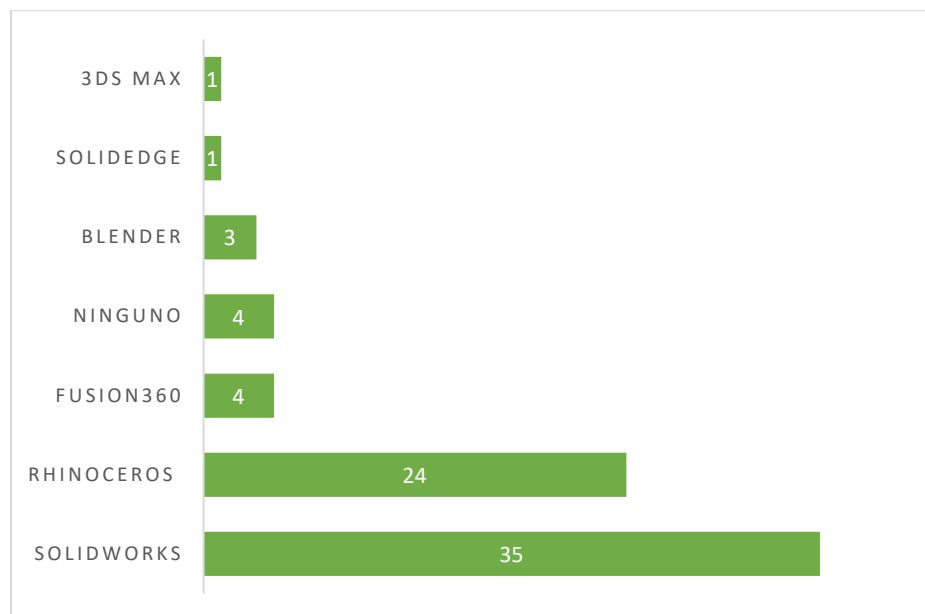
Herramientas de bocetación usadas frecuentemente por los estudiantes encuestados.



Nota. Fuente elaboración propia.

Figura 6.

Herramientas de modelado 3D usadas frecuentemente por los estudiantes encuestados.

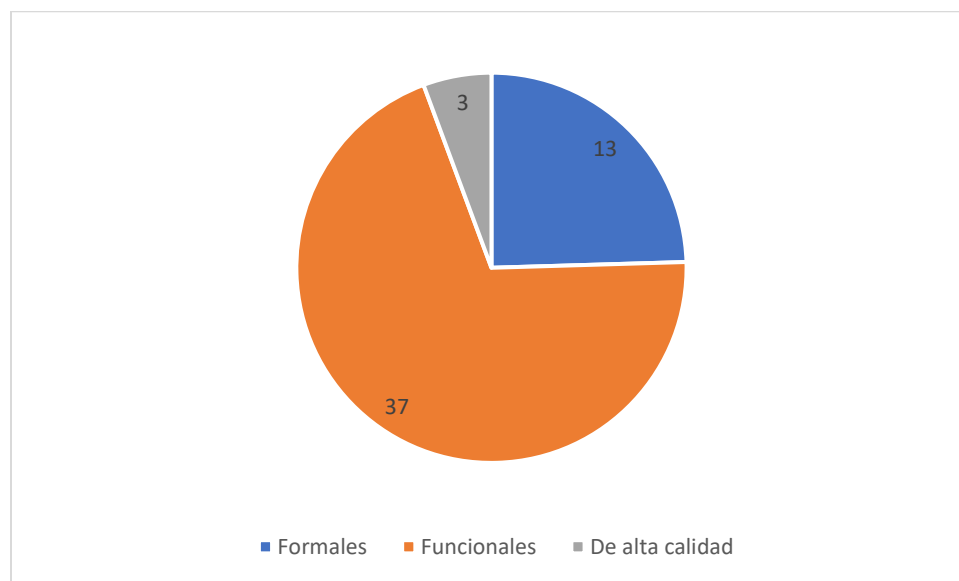


Nota. Fuente elaboración propia.

La encuesta diagnóstica permitió identificar diversas deficiencias y oportunidades de mejora en la materia, en particular en las fases de ideación, prototipado y validación del producto.

Figura 7.

Nivel de detalle y alcance proyectual de los modelos/prototipos



Nota: Fuente elaboración propia.

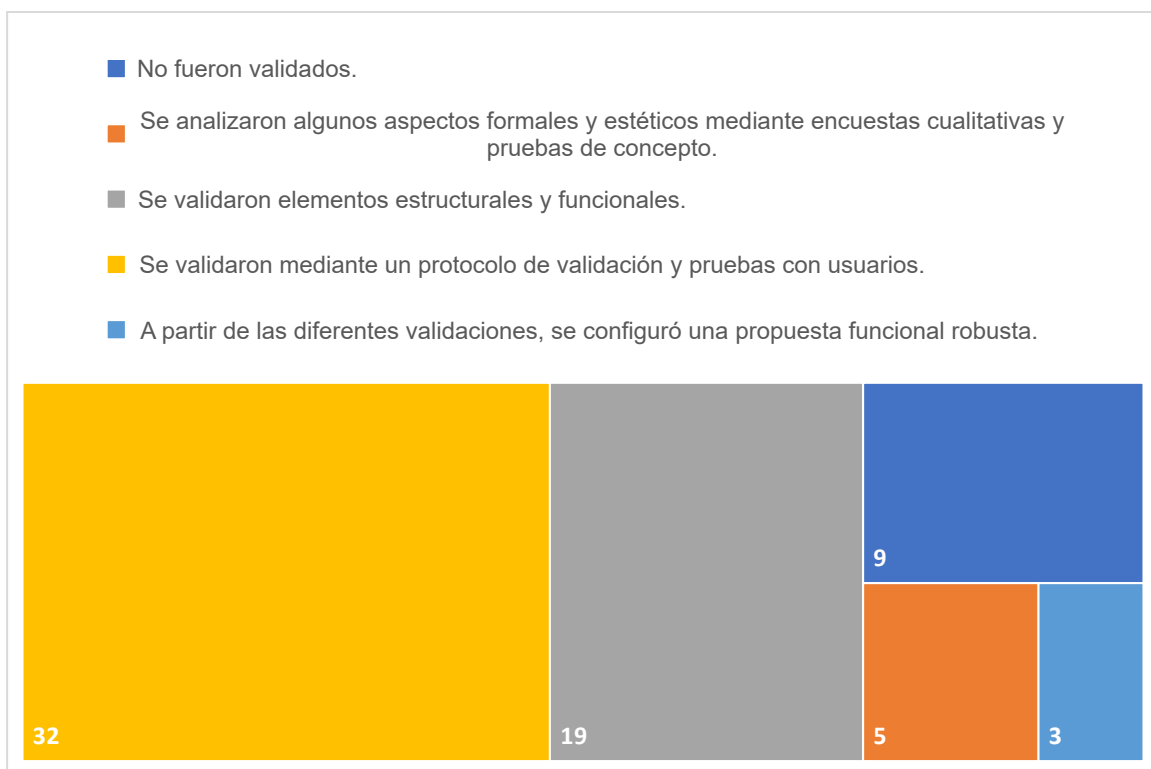
El objetivo de la práctica docente desarrollada fue guiar a los estudiantes para que tomen decisiones más acertadas al desarrollar sus productos, teniendo en cuenta los conceptos del Diseño para la Manufactura.

Mediante la aplicación de encuestas y análisis de resultados, se lograron identificar diferentes necesidades, problemas y oportunidades de mejora que requieren de atención para mejorar el desarrollo del Taller de Diseño IV. Estas observaciones proporcionaron una visión

más clara de cómo los estudiantes enfrentan dificultades en su formación académica y como distintas herramientas pedagógicas pueden ser abordadas para dar respuesta a distintas falencias o falta de experticia por parte de los estudiantes.

Figura 8.

Responde a la aclaración de la interrogante: ¿Los modelos y prototipos fueron validados y que nivel de análisis alcanzaron?



Nota: Fuente elaboración propia.

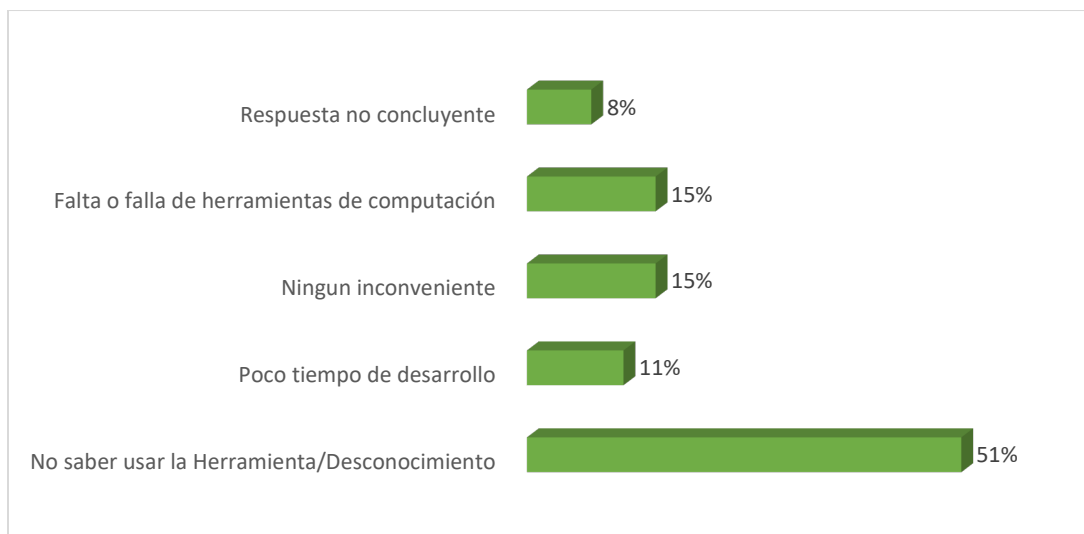
La encuesta inicial también reveló deficiencias en las fases de ideación, prototipado y validación del producto estos aspectos son críticos en el proceso de diseño. Los estudiantes expresaron la necesidad de contar con un apoyo más sólido en estas etapas para lograr los

objetivos de cada proyecto, varios estudiantes manifestaron que durante la pandemia no pudieron desarrollar sus prototipos de forma física y en algunos casos el proceso de diseño careció de estas etapas proyectuales. Estos problemas y necesidades también ofrecieron oportunidades de mejora que fueron adaptadas para el desarrollo del curso.

La implementación de herramientas pedagógicas que abordaron específicamente la carencia de conocimientos previos en el uso de software y que fortalecieron las fases de ideación, prototipado y validación resultó ser una estrategia efectiva. Estas herramientas pedagógicas incluyeron capacitación adicional, tutoriales y actividades prácticas que permitieron a los estudiantes adquirir las habilidades necesarias de manera más eficaz. Dificultades por parte de los estudiantes al momento de plantear, modelar y prototipar sus proyectos:

Figura 9.

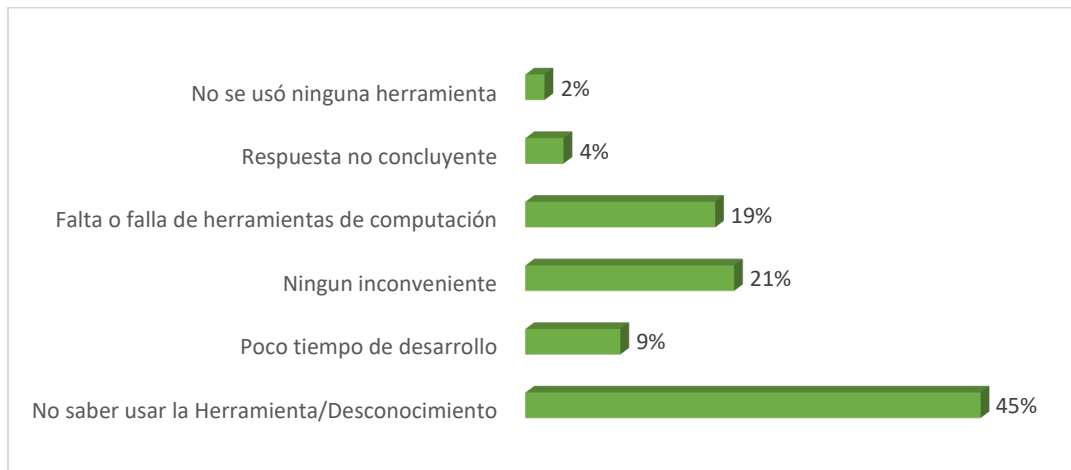
Dificultades durante la ideación y desarrollo de las alternativas de diseño al momento de emplear herramientas para la bocetación.



Nota: Fuente elaboración propia.

Figura 10.

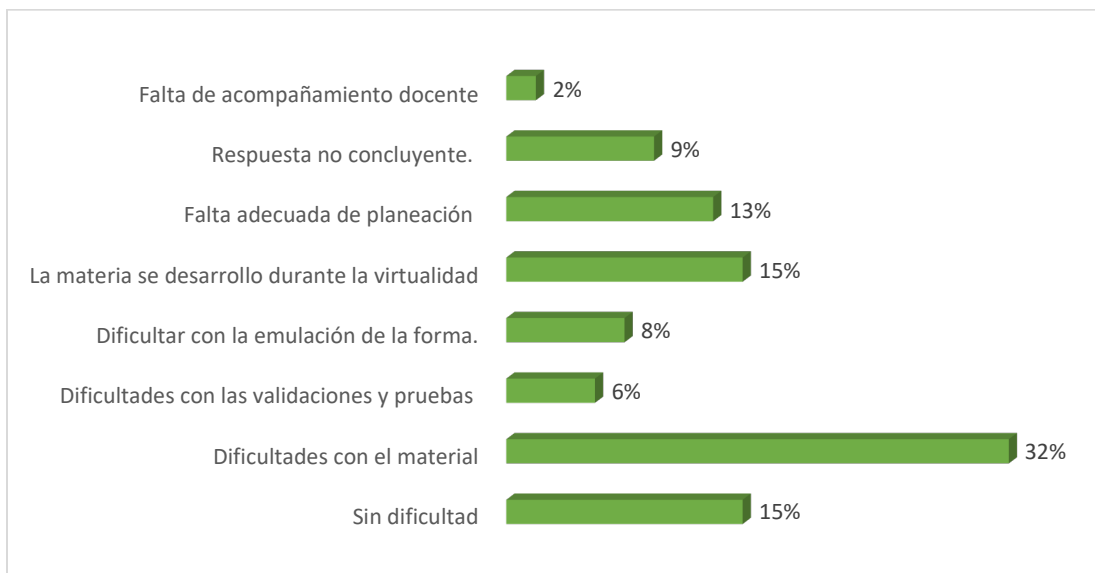
Dificultades durante el modelado CAD y desarrollo de la alternativa de diseño estas fueron las principales dificultades al momento de usar herramientas de prototipado.



Nota. Fuente elaboración propia.

Figura 11.

Principales dificultades al momento de realizar el prototipado y manufactura.



Nota. Fuente elaboración propia.

El análisis de la encuesta y las respuestas proporcionadas reveló una serie de necesidades y dificultades a mejorar durante el proceso de enseñanza de Diseño IV. Estas incluyen la necesidad de nivelar los conocimientos en el uso de herramientas específicas, así como de fortalecer las etapas de ideación, prototipado y validación del producto. La introducción de SolidWorks como herramienta de modelado 3D representa una valiosa oportunidad para potenciar las habilidades de los estudiantes en el campo del diseño industrial.

4.1.2. Encuesta inicial estudiantes diseño IV 2023-1

En esta sección se realizó una encuesta al inicio del curso del Taller de Diseño IV, fundamental para comprender las necesidades y conocimientos previos de los estudiantes, esta proporcionó información valiosa sobre las herramientas y competencias que los estudiantes han adquirido en proyectos previos.

En esta encuesta diagnóstica participaron 24 estudiantes que iniciaban el taller de diseño IV en el semestre 2023-1. Herramientas de bocetación, modelado y prototipado empleadas con más frecuencia entre los estudiantes encuestados.

Tabla 5

Dominio de Programas CAD.

Herramienta para bocetación o dibujo técnico 2D Illustrator	13 de cada 24 estudiantes
Herramienta para el modelado 3D SolidWorks	22 de cada 24 estudiantes

Nota. Fuente elaboración propia.

Se reconoce que la mayoría de los estudiantes están familiarizados con el software SolidWorks®, que se establece como la herramienta principal para el modelado 3D. Sin embargo, se introduce la posibilidad de utilizar Fusion360®, una alternativa que se destaca por su gratuidad para uso educativo, flexibilidad en su acceso (tanto en línea como en el programa de escritorio) y su capacidad para la simulación y el renderizado de piezas. Esta elección se basa en la consideración de que Fusion360® es una herramienta accesible y versátil para los estudiantes.

Además de la elección de herramientas, se presta especial atención al acompañamiento y la orientación proporcionados a los estudiantes desde el inicio del curso. Se brindan ejemplos de materiales que podrían ser utilizados en los proyectos, lo que facilita la comprensión de los desafíos planteados.

Al principio del curso en el Taller de Diseño IV, los estudiantes manifestaron dominio en el uso de distintos materiales, destacándose el uso del cartón y papel para la creación de sus modelos o maquetas. Se observó que tenían un dominio considerable de materiales reciclados y masillas en diferentes formas. Esta preferencia por ciertos materiales reveló una oportunidad para mejorar su aprendizaje, enfocándose en el diseño para la manufactura mediante la exploración de nuevos materiales. Se puede observar en la figura 14 el puntaje de percepción de destreza que manifiestan los estudiantes en su dominio con los diferentes materiales.

La Figura 14 muestra el puntaje del grado de habilidad o destreza en el uso de materiales para la materialización de las alternativas de diseño, este gráfico proporciona una visualización clara de cómo se distribuyen las competencias entre los diseñadores respecto a la selección y aplicación de materiales en proyectos de diseño, los datos reflejan niveles variados de dominio, desde principiantes hasta expertos, evaluados según criterios específicos como conocimiento de propiedades materiales, capacidad para optimizar costos y rendimiento, y habilidades en la manufactura y ensamblaje de componentes, esta representación es crucial para identificar áreas de mejora y para la planificación de capacitaciones destinadas a fortalecer las competencias técnicas del equipo en futuros proyectos de diseño y desarrollo.

Figura 12.

Puntaje del grado de habilidad o destreza en el uso de materiales para la materialización de las alternativas de diseño.



Nota. Fuente elaboración propia.

4.2 Definición y diseño de las herramientas pedagógicas y el material formativo

Figura 13

Presentación del material formativo en el aula virtual de aprendizaje.



Nota. La combinación de distintas herramientas pedagógicas y enfoques de enseñanza puede ser beneficiosa para llegar a todos los tipos de aprendizaje presentes en un grupo de estudiantes, Fuente Aula Virtual de Aprendizaje UIS.

Figura 14

Herramientas pedagógicas desarrolladas.

The figure displays several pedagogical tools developed for Design IV. At the top left is a diagram of manufacturing processes: FORMING, CASTING, MOLDING, JOINING, MACHINING, and ADDITIVE. To its right is a slide titled 'TOTEM IV' with sections for 'Contextualización', 'Tipos y Ejemplos', 'Trabajo de clase', and 'Tarea', accompanied by an image of a 3D model and a mannequin. Below this is a 'GUÍA: TÉCNICAS DE ELABORACIÓN DE MOLDES PARA LA CREACIÓN DE RÉPLICAS DE FIGURAS U OBJETOS.' which includes a list of mold types such as 'MOLDES DE YESO', 'MOLDES DE SILICONA', 'MOLDES DE LATEX', etc., and a section on 'TRABAJO DE CLASE'. To the left of the mold guide is a 'Pasos para descargar fusion360 (Licencia académica)' guide with three steps. Below that is a 'GUÍA Para la creación de una cuenta en Autodesk.' with a list of Autodesk software products. On the right side of the bottom section is the 'BANCO DE PROYECTOS DISEÑO IV' for the period 2019-2 / 2021-1, featuring images of pink flowers and a bee, with labels for 'Método Indirecto' and 'Método Directo'.

Nota. Ejemplo de guías aplicadas durante el taller de Diseño IV 2023-1 y 2023-2, se encuentran ampliadas en la Tabla 5.

La materia de Diseño IV, con código 24597, cuenta con un total de 4 créditos. Esta asignatura se estructura con una intensidad TAD (Trabajo Académico Dirigido) de 6 horas

semanales y 6 horas de trabajo independiente, lo cual es fundamental para equilibrar la carga de trabajo y asegurar el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje.

Figura 15

La materia se imparte en el cuarto nivel del plan de estudios de la carrera de Diseño Industrial UIS.

PLAN DE Estudios										
1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	Electivas
Código: 24597	Créditos: 5	- Diseño IV Bioforma								
Código: 24598	Créditos: 3	- Expresión III Técnicas - Color								
Código: 24599	Créditos: 3	- Ergonomía Cognitiva y Ambiental								
Código: 24600	Créditos: 4	- Materiales y Procesos I Madera								
Código: 24601	Créditos: 4	- Mecánica de Sólidos								

Nota: Fuente página oficial <https://pregrados.uis.edu.co/>.

Las herramientas pedagógicas planteadas en este curso se desarrollan de manera paralela al contenido de la asignatura. Cada semana, se dedica una clase de 3 horas a la implementación de estas herramientas pedagógicas, permitiendo que los estudiantes trabajen en sus proyectos con el acompañamiento directo del profesor y del auxiliar a cargo. Este enfoque garantiza que los estudiantes reciban orientación y apoyo continuo, facilitando el proceso de aprendizaje y la aplicación práctica de los conceptos teóricos.

Es crucial definir momentos específicos dentro del horario de clase para trabajar con estas herramientas pedagógicas. Esto no solo asegura una carga horaria adecuada, sino que también

evita comprometer las horas de trabajo independiente que los estudiantes deben dedicar fuera del aula. Este equilibrio es esencial para el éxito de la metodología, ya que permite a los estudiantes gestionar su tiempo de manera efectiva y profundizar en el desarrollo de sus proyectos de manera autónoma.

Uno de los desafíos clave es el proyecto del "Tótem", que se aborda de manera estructurada. Se inicia con una contextualización sobre la definición y relevancia de los tótems en el ámbito del diseño industrial. Luego, se establecen parámetros específicos para la creación de los tótems y el cumplimiento del desafío, asegurando que los estudiantes tengan una comprensión clara de los objetivos.

En respuesta a esta novedad, se propuso un enfoque que incluyera brindar apoyo a los estudiantes en la aplicación de procesos de manufactura e indagación de casos relacionados con la generación y desarrollo de prototipos. Con el propósito de que los estudiantes ampliaran su comprensión sobre las características y posibilidades de los materiales a seleccionar para el desarrollo de cada uno de sus proyectos, así como los resultados de su aplicación para la construcción de sus modelos y maquetas. Con este enfoque no solo se buscó elevar la calidad estética y funcional de sus modelos, sino que también se pretendía preparar a los estudiantes para enfrentar desafíos posteriores a la materia de diseño IV en el ámbito de diseño y manufactura.

4.2.1 Definición de las pedagógicas para la transferencia de conocimiento

Para el desarrollo de las herramientas pedagógicas se encontraron diversos temas de interés dentro de la materia en términos de diseño para la manufactura dando como resultado la generación de herramientas pedagógicas enfocadas en el diseño para la manufactura mediante las distintas formas de aprendizaje.

Tabla 6

Tipos de aprendizaje y su pertinencia dentro de los proyectos desarrollados.

Tipo de Aprendizaje	Definición	Aplicación
Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)	Los estudiantes adquieren conocimientos y habilidades al trabajar durante un período de tiempo extendido para investigar y responder a una pregunta, problema o desafío complejo.	Proyecto I: Los estudiantes utilizan herramientas de prototipado y bocetación 2D con Illustrator para desarrollar proyectos, aprendiendo a través de la creación de productos reales. Reto Tótem: Se enfoca en el desarrollo de una estructura interna de un tótem mediante herramientas CAD, permitiendo a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos en un proyecto tangible.
Aprendizaje Basado en Casos (ABC)	Método de enseñanza en el que los estudiantes aprenden a través del análisis y la discusión de casos reales o hipotéticos.	Guía Banco de Proyectos: Presenta ejemplos de proyectos anteriores para que los estudiantes estudien cómo sus compañeros abordaron problemas similares, facilitando el análisis y discusión de estos casos para inspirar soluciones propias. Matriz de Toma de Decisiones: Ayuda a los estudiantes a analizar y seleccionar opciones basadas en criterios específicos, fomentando el aprendizaje a través del análisis crítico y la resolución de problemas complejos.
Aprendizaje Colaborativo	Los estudiantes trabajan juntos para resolver problemas, completar tareas o aprender nuevos conceptos, beneficiándose de las habilidades y conocimientos colectivos.	Proyecto 2: Los estudiantes trabajan en grupos para desarrollar proyectos, compartiendo conocimientos y habilidades mientras utilizan Fusion 360 y otras herramientas CAD. Prototipado Rápido del Tótem: Implica la colaboración entre estudiantes para crear maquetas y realizar pruebas como la "Prueba del ladrillo", fortaleciendo el trabajo en equipo y la resolución conjunta de problemas.
Aprendizaje Basado en la Investigación (ABI)	Los estudiantes participan en actividades de investigación científica, desarrollando habilidades analíticas, de síntesis y pensamiento crítico.	Guía Procesos de Manufactura: Introduce a los estudiantes en los conceptos de diseño para la manufactura mediante la investigación de métodos científicos y técnicas de manufactura, conectando la teoría con la práctica investigativa. Matriz de Ideación e Innovación: Promueve la investigación y generación de nuevas ideas mediante técnicas estructuradas de pensamiento creativo, facilitando el desarrollo de soluciones innovadoras a problemas de diseño.
Aprendizaje Basado en la Práctica	Proceso en el que los estudiantes aprenden a través de la experiencia	Taller de Illustrator: Los talleres prácticos sobre el uso de Illustrator para crear teselados 2D permiten a los estudiantes aprender a través de la práctica directa y la experimentación con el software.

Tipo de Aprendizaje	Definición	Aplicación
	directa y la reflexión sobre esa experiencia.	Taller de Rhinoceros: Los estudiantes aprenden modelado 3D mediante la experiencia directa con Rhinoceros, aplicando conceptos teóricos en proyectos prácticos. Taller de Excel Básico: Aprendizaje práctico de funciones y herramientas de Excel, aplicables en la gestión de datos y análisis durante el desarrollo de proyectos. Análisis de Materiales en Fusion 360: Los estudiantes realizan pruebas de materiales y fuerzas en sus modelos, aprendiendo a través de la experiencia directa con el software y la evaluación de los resultados.

Nota: Fuente elaboración propia (basada en la descripción de cada una de las herramientas y en la definición de los distintos tipos de aprendizaje).

Existen varios tipos de aprendizaje, cada uno con sus propias características y métodos de aplicación. A continuación, se describen algunos tipos de aprendizaje relevantes y cómo se pueden aplicar a las distintas herramientas pedagógicas utilizadas durante el semestre:

Tabla 7

Herramientas pedagógicas y justificación.

Competencias según del PEP	Área	Título	Descripción	Enfoque pedagógico	Propósito
Gestión de recursos Area Comunicación visual	TIC.	Guía para la creación de una cuenta en Autodesk	Esta herramienta se centra en la creación de cuentas Autodesk a estudiantes de pregrado a través de perfiles institucionales, permitiéndoles acceder a software de diseño y modelado 3D de alta calidad para sus	Aprendizaje colaborativo: Fomenta un enfoque más participativo y comprometido hacia el aprendizaje, preparando a los estudiantes para colaborar	La herramienta simplifica y agiliza el proceso de creación de cuentas de Autodesk para estudiantes. El propósito principal de esta herramienta es proporcionar a estudiantes de pregrado acceso a

		necesidades educativas.	equipos en el mundo laboral y la sociedad	software de diseño y modelado 3D de alta calidad para su desarrollo académico
Modelado CAD 3D. Área Comunicación visual	Taller Fusion360	Se brindó un acompañamiento activo y orientación para el desarrollo de proyectos. se introdujo a los estudiantes al uso de Fusion360, un software gratuito para estudiantes que presenta similitudes con SolidWorks en términos de funcionalidad. Fusion360 ofrecía la ventaja adicional de permitir el trabajo colaborativo y el almacenamiento en la nube, lo que facilitaba el acceso y la colaboración en proyectos. Además, se destacó su sencillez en el uso de las herramientas de modelado, lo que resultaba beneficioso para estudiantes con diversos niveles de experiencia.	La clase magistral proporciona el conocimiento teórico, el taller de Fusión 360 ofrece la aplicación práctica de ese conocimiento.	Mediante el uso de Fusión360 se logró diseñar y testear la estructura del TOTEM. Para su ejecución, se desarrollaron las distintas etapas de diseño, comenzando por la ideación y modelado de la estructura, seguido de la creación de planos detallados y finalmente la selección y análisis de los materiales. Estos últimos fueron sometidos a pruebas mediante un análisis de fuerzas, lo que contribuyó a asegurar la viabilidad y resistencia del diseño.
Desarrollo pensamiento de diseño. Área Proyectual	Reto Totem	el "Reto Tótem" es una actividad integral que involucra diseño, modelado 3D, análisis estructural, colaboración en equipo y presentación de proyectos. Proporciona a los estudiantes una experiencia práctica. Esto implica la utilización de Fusión	En muchos casos, la actividad se realiza de forma grupal, lo que fomenta la colaboración y el trabajo en equipo. Los estudiantes pueden trabajar juntos en el diseño y desarrollo de la	El propósito de la guía reto totem es que los estudiantes adquieran experiencia en la construcción de una estructura utilizando herramientas de modelado CAD, con énfasis en el software Fusion 360. Esta debe ser lo

360, para diseñar de manera precisa y detallada la estructura. estructura del suficientemente resistente para soportar las cargas generadas por varios elementos que se exhibirán en el tótem.

Comprender y realizar diferentes técnicas de moldeo Área Materiales y procesos	Técnicas para la elaboración de moldes	La Guía para la Creación de Moldes es un recurso educativo que consta de un conjunto de instrucciones, ejemplos y ejercicios destinados a enseñar a los estudiantes sobre los conceptos y prácticas relacionadas con los tipos de moldes y su desarrollo. Está diseñada de manera categórica para facilitar el aprendizaje y la aplicación de técnicas de moldeo en cada uno de los proyectos académicos.	La guía de moldes proporciona a los estudiantes casos o ejemplos prácticos que se relacionen con el aprendizaje basado en casos. Aplicando los conceptos de diseño para la manufactura, los estudiantes pueden integrar la teoría con la práctica y desarrolla habilidades aplicables en situaciones del mundo real.	Se espera que, al utilizar esta herramienta pedagógica, los estudiantes adquieran conocimientos sólidos sobre el moldeo y se sientan preparados para aplicar estas técnicas en sus proyectos de diseño y fabricación de productos. Además, se busca fomentar la creatividad y la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes en este campo.
Análisis y comprensión de desarrollo de proyectos Área Proyectual	Banco de proyectos	Proporciona a los estudiantes ejemplos y casos de proyectos realizados en semestres anteriores. Su propósito es ayudar a los estudiantes a comprender y apreciar cómo han abordado problemas y desafíos similares en el pasado. Al mostrar proyectos que se inspiraron en la naturaleza o adoptaron enfoques creativos, la herramienta fomenta la generación de	El enfoque pedagógico de la herramienta es el "Aprendizaje basado en casos". Los estudiantes utilizan los proyectos previos como casos de estudio para comprender y aplicar conceptos de diseño, soluciones inspiradas en la naturaleza y procesos de	Brindar a los estudiantes de diseño industrial una rica fuente de ejemplos de proyectos realizados por otros estudiantes en semestres anteriores. Esta herramienta se presenta en forma de una colección de proyectos destacados y soluciones creativas que han sido desarrolladas dentro

alternativas de diseño análogas a conceptos o atributos deseados. validación. A través de esta herramienta, se espera que los estudiantes desarrollen habilidades de resolución de problemas, pensamiento crítico y creatividad al abordar sus desafíos de diseño. A de la materia de Diseño Industrial. Su propósito principal radica en permitir a los estudiantes analizar y aprender de experiencias pasadas, aplicando estos conocimientos a sus propios proyectos.

Toma de decisiones en selección de técnicas de manufactura Área Materiales y procesos	Procesos de manufactura	La "Guía Procesos de Manufactura" es una herramienta pedagógica diseñada con el propósito fundamental de introducir a los estudiantes en los conceptos esenciales relacionados con el diseño para la manufactura. En su núcleo, esta herramienta busca jerarquizar y estructurar los conceptos clave empleados en este campo del diseño industrial.	El enfoque promueve el desarrollo de una serie de habilidades y competencias clave para la investigación, incluyendo la capacidad de llevar a cabo una lectura crítica, el análisis de datos. Se espera que los estudiantes aprendan a utilizar bases de datos y gestores bibliográficos como parte de su formación.	En resumen, la "Guía Procesos de Manufactura" es una herramienta pedagógica que permite a los estudiantes adentrarse en el mundo del diseño para la manufactura a través de un enfoque de aprendizaje basado en investigación. Esto les proporciona una base sólida de conocimientos y habilidades para comprender y abordar los desafíos propuestos del curso.
--	-------------------------	---	--	---

Modelado 2D Comunicación visual	Taller Illustrator	Es una guía estructurada y práctica para aprender a generar teselados 2D, lo que es fundamental para su desarrollo en el taller de Diseño IV. Les permite adquirir habilidades que pueden aplicar en proyectos de diseño	El enfoque pedagógico sigue siendo el aprendizaje activo y basado en la práctica, pero se fortalece con la incorporación de clases magistrales. El diálogo entre profesor y	Esta herramienta pedagógica, enriquecida con el uso de clases magistrales, tiene como objetivo capacitar a los estudiantes en el proceso de creación de teselados 2D de manera efectiva. La
------------------------------------	-----------------------	--	---	---

donde la creación de patrones repetitivos es esencial. estudiantes se guía se ha potencia, estructurado en permitiendo una varias fases para comprensión más proporcionar una profunda y la orientación posibilidad de completa y efectiva abordar preguntas a lo largo del y desafíos en proceso de tiempo real. generación de teselados 2D.

Modelado CAD Área Comunicación Visual	Taller Rhinoceros	El taller de Rhinoceros surge como una respuesta a los estudiantes que ya tienen experiencia con este programa de modelado 3D y desean avanzar en el desarrollo de su teselado. Se lleva a cabo durante las horas de clase para brindar apoyo, resolver dudas e inquietudes mientras los estudiantes trabajan en la modelación de sus estructuras.	El enfoque pedagógico se mantiene en el aprendizaje activo y basado en la práctica, pero se enriquece con la inclusión de clases magistrales. Esta combinación potencia el diálogo entre profesor y estudiantes, lo que facilita una comprensión más profunda y la resolución instantánea de preguntas y desafíos.	El objetivo fue apoyar el desarrollo de los diversos módulos del teselado 3D a través de ejemplos prácticos, utilizando el programa RhinoCeros, debido a que algunos estudiantes cuentan con experiencia previa en este software.
Aprendizaje de htas de ofimática	Taller de Excel básico	Esta herramienta se compone de una hoja de cálculo en Excel que permite a los estudiantes tabular los resultados de sus encuestas. Se proporciona un ejemplo práctico que los estudiantes pueden seguir como guía.	El enfoque pedagógico de la herramienta es el "Aprendizaje basado en casos". Los estudiantes utilizan ejemplos previos como casos de estudio. Así mismo, se promueve el desarrollo de una serie de habilidades y competencias clave para la investigación como el análisis de datos.	Organizar y analizar los distintos datos recopilados por los estudiantes para el desarrollo de sus proyectos, dando linealidad al desarrollo de la metodología desarrollada en el curso.

Gestión para la innovación mediante toma de decisiones de diseño Área proyectual	Matriz de Innovación e Ideación	Esta herramienta complementa el desarrollo del informe final que deben entregar los estudiantes. Consiste en una matriz donde definen la problemática y sus posibles soluciones, a través de la formulación de hipótesis y preguntas de diseño que se resuelven mediante la emulación de estructuras naturales.	El enfoque promueve el desarrollo de una serie de habilidades y competencias clave para la investigación, incluyendo la capacidad de llevar a cabo una lectura crítica, para el desarrollo de su informe final.	El propósito de una matriz de ideación es proporcionar una estructura organizada para generar, desarrollar y evaluar ideas relacionadas con la solución de un problema o la creación de nuevos conceptos, productos, o servicios. Esta herramienta se utiliza en el proceso de diseño y resolución de problemas con el fin de fomentar la creatividad, la colaboración y la exploración de múltiples enfoques.
--	---------------------------------	---	---	--

Nota. Descripción de herramientas pedagógicas.

Durante la definición de cada una de las herramientas pedagógicas propuestas para la materia de diseño IV, se relacionó cada herramienta con un propósito pedagógico definido, con el fin de mejorar su calidad y contribuir al logro de los objetivos de la materia.

Se estableció una organización metodológica para cada uno de los proyectos del curso, utilizando el modelo de doble diamante que combina el enfoque del Design Thinking y el Diseño para la Manufactura. Este enfoque se apoyó en herramientas y material formativo, respaldados por las TIC.

Figura 16.

Pertinencia de las herramientas pedagógicas en las distintas etapas del desarrollo del proyecto.

The figure is a collage of four panels, each representing a stage of a project with associated pedagogical tools:

- EMPATIZAR (Empathize):** Contains a 'MATRIZ DE INNOVACIÓN' (Innovation Matrix) with text and icons, and a 'PROBLEMA Pregunta' (Problem Question) section with a list of questions.
- DEFINIR (Define):** Features a 'PROCESOS DE MANUFACTURA' (Manufacturing Processes) diagram with colored hexagons labeled 'FUNING', 'CASTING', 'MOLDEADO', 'IMPRESIÓN', and 'ADITIVO'. Below it is a 'BANCO DE PROYECTOS DISEÑO IV' (Design IV Project Bank) for the period 2019-2/2023-1, showing 'Método Indirecto' and 'Método Directo'.
- IDEAR/PROTOTIPAR (Ideate/Prototype):** Includes a 'TRABAJO DE CLASE TOTEM IV' (Classroom Totem IV) slide, a 'GUÍA TÉCNICA DE ELABORACIÓN DE MOLDES PARA LA CREACIÓN DE PIEZAS DE FIGURAS U OBJETOS' (Technical Guide for Mold Making for Figures or Objects), and a 'TRABAJO DE CLASE' (Classroom) slide.
- TESTEAR (Test):** Shows a 'PROTOCOLO DE VALIDACIONES Y VERIFICACIONES' (Validation and Verification Protocol) with icons for 'VALIDACIÓN', 'VERIFICACIÓN', 'VALIDACIÓN', 'VERIFICACIÓN', 'VALIDACIÓN', and 'VERIFICACIÓN'. Below it is a 'RESULTADOS PROTOCOLO DE ESPERIMENTACIÓN' (Experimentation Protocol Results) section with a 'COMPARACIÓN DE HUMEDAD' (Humidity Comparison) line graph.

At the bottom of the collage, a dark grey bar contains the text: **Herramientas Pedagógicas implementadas.**

Nota: Fuente elaboración propia.

Cada tema del curso se vinculó con una herramienta pedagógica específica, describiendo su enfoque educativo. Por ejemplo, el Banco de Proyectos se centró en el aprendizaje basado en casos, las técnicas para la elaboración de moldes ofrecieron una guía estructurada basada en el estudio de casos, y el taller de Illustrator se enfocó en el aprendizaje activo y clases magistrales. Se implementaron herramientas pedagógicas específicas para mejorar el proceso de aprendizaje, relacionándolas con los temas del curso y aplicando diversos enfoques pedagógicos para que los estudiantes adquirieran habilidades y conocimientos sólidos en diseño y manufactura.

Estas herramientas se utilizaron en el desarrollo del curso, resultando en proyectos de mayor calidad que se tradujeron en prototipos o modelos que pudieron ser validados y sometidos a pruebas. Esto facilitó el proceso de diseño y contribuyó al desarrollo de la formación de los estudiantes.

Los resultados evidenciaron la implementación de herramientas de Diseño para la Manufactura en la entrega 1, que incluía la exhibición del tótem y el modelado 3D del teselado, y en la entrega 2, que se enfocó en el análisis de una planta animal o fenómeno natural dónde se evidencia la implementación de herramientas basadas en diseño para la manufactura específicamente en los acabados para el desarrollo de sus modelos.

4.2.2 Generación de material formativo

En este apartado, se resume el proceso de diseño y desarrollo de las herramientas pedagógicas implementadas en el taller de Diseño IV con el apoyo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Se describen las fases clave para la creación del material formativo dando cumplimiento y linealidad a los objetivos planteados para el desarrollo del trabajo de grado.

4.2.2.1 Proceso de diseño y desarrollo herramienta pedagógica Técnicas de Moldeo.

Para la asignatura Diseño IV, se desarrollaron una serie de herramientas pedagógicas que seguían los temas impartidos en semestres anteriores. La paleta de colores seleccionada para cada una de estas herramientas se basó en el material formativo utilizado en presentaciones previas, asegurando así la coherencia visual y conceptual del curso. Este enfoque permite que, en caso de que las presentaciones requieran un mayor refuerzo por parte del profesor, el material diseñado no

difiera del existente en el curso, facilitando la comprensión y el aprendizaje continuo de los estudiantes. A continuación, se presenta la paleta de colores desarrollada para el diseño y desarrollo de las herramientas pedagógicas:

Figura 17.

Gama de colores incorporada en el material formativo.



Nota: Paleta de colores creada con la herramienta Adobe Colors, mediante la sustracción de los colores predominantes en las portadas del curso de Diseño IV.

Para el diseño y desarrollo de las principales herramientas pedagógicas utilizadas durante la asignatura Diseño IV, se empleó Genially, una aplicación gratuita y de acceso libre para la creación de presentaciones y diversos elementos gráficos. Se eligió esta plataforma debido a su facilidad de acceso y uso, así como por la capacidad de añadir botones interactivos en diferentes puntos de las diapositivas, lo que enriquece la experiencia de aprendizaje y facilita la navegación por el contenido.

En el proceso de creación de estas herramientas, se tomaron en cuenta las presentaciones ya existentes para impartir el curso. Las nuevas presentaciones se desarrollaron paralelamente al contenido de la asignatura, asegurando así la coherencia y continuidad en el material educativo. Antes de cada presentación, el tema y el contenido eran expuestos ante el profesor a cargo para establecer la pertinencia y asertividad del material. Esto permitió asignar un espacio adecuado dentro de la clase para su exposición y tiempo suficiente para el desarrollo de las actividades y propuestas de cada herramienta pedagógica.

Como requisitos generales para cada una de las presentaciones se toma en cuenta lo siguiente:

1. Las herramientas no deben comprometer más tiempo del que ya se propone en el contenido del curso de trabajo independiente por parte del estudiante.
2. El contenido de cada una de las herramientas debe ser coherente con los temas de clase y, al mismo tiempo, resolver las dudas e inquietudes más frecuentes de los estudiantes para el desarrollo de las actividades propuestas.
3. El contenido debe ser conciso y coherente.

4. Las presentaciones deben captar la atención de los estudiantes.
5. Deben contar con coherencia formal y poner en práctica los diferentes conceptos de composición para su elaboración.
6. Las presentaciones deben estar diseñadas para que los estudiantes exploren y naveguen entre el contenido de manera fluida.

Todas las herramientas se diseñaron en forma de presentaciones interactivas en Genially, para que incluyeran diversos elementos gráficos y botones, permitiendo así una integración fluida en el AVA (Ambiente Virtual de Aprendizaje) con el cual ya contaba la materia. Cumpliendo con los objetivos del proyecto de grado, la creación de las distintas herramientas culmina parcialmente al integrarlas en el Aula Virtual de Aprendizaje, permitiendo que los estudiantes tengan acceso ilimitado a cada una de ellas en cualquier momento durante el semestre.

La organización del curso en el Aula Virtual fue realizada por el profesor a cargo, quien dividió y clasificó las pestañas y secciones del contenido. Cada una de las herramientas pedagógicas fue estratégicamente embebida en las fases correspondientes del desarrollo del contenido, asegurando una coherencia y fluidez en el proceso de aprendizaje.

Como se ha mencionado anteriormente, el tiempo destinado a la presentación del material formativo es una vez a la semana, con una duración de 1.5 horas. Durante este tiempo, se refuerza el tema o contenido que se está tratando esa semana. Las herramientas pedagógicas apoyan principalmente el desarrollo de cada una de las actividades del curso. Por ejemplo, la clase de

Illustrator refuerza las habilidades de los estudiantes al capacitarlos para realizar diferentes bocetos utilizando esta herramienta CAD. Por otro lado, el taller de técnicas de modelado permite que los estudiantes elijan distintos materiales y técnicas para el desarrollo de sus modelos de presentación. Estas herramientas están diseñadas para complementar y enriquecer el aprendizaje, asegurando que los estudiantes puedan aplicar de manera práctica los conceptos teóricos aprendidos en clase.

Las herramientas elaboradas durante el semestre fueron las siguientes.

1. Guía para la creación de cuenta Autodesk.
2. Taller de fusion360 (Reto totem).
3. Técnicas para la elaboración de moldes.
4. Banco de proyectos.
5. Guía procesos de manufactura.

Las demás herramientas o recursos fueron un rediseño o una actualización de la herramienta ya implementada en semestres anteriores.

6. Taller de Illustrator.
7. Taller de Rhinoceros.
8. Taller de Excel básico.
9. Matriz de innovación e ideación

En este apartado se expondrá el desarrollo general de las herramientas pedagógicas. Es importante destacar que cada una de estas herramientas surgió a partir de las necesidades y oportunidades de mejora identificadas en la primera encuesta, en la cual varios estudiantes

expresaron dificultades y desconocimiento al momento de desarrollar actividades específicas dentro de la materia.

- *“Si tuve problemas debido a que no manejaba en totalidad solidworks, además que desconocía las opciones de renderizado lo que dificultaba tener entregas de calidad”*, opinión de un estudiante que curso la materia con anterioridad.

Fuente: encuesta 1.

- *“El acceso a conocer bien las herramientas, pues en mi caso he aprendido estas herramientas por mi cuenta, con videos de internet y aveces no se encuentra lo que uno necesita”*, opinión de un estudiante que curso la materia con anterioridad.

Fuente: encuesta 1.

Posteriormente, se definieron los temas clave para el desarrollo de las distintas herramientas pedagógicas. Los temas seleccionados fueron los siguientes:

1. Diseño y desarrollo de alternativas de diseño mediante la ayuda de herramientas CAD para el modelado 2d
2. Diseño y desarrollo de prototipos mediante herramientas CAD de modelado 3D.
3. Construcción de prototipos de prueba y de presentación mediante la aplicación de distintos métodos de moldeo y maquetado.
4. Planteamiento de problemas de diseño mejoramiento de toma de decisiones al momento del desarrollo de los proyectos.
5. Aplicación de protocolo de validaciones y verificaciones con modelos de mediana, alta fidelidad.

6. Selección de materiales.

Adicionalmente, a través del análisis y estudio de los distintos tipos de aprendizaje, se definieron diferentes métodos de presentación de los temas.

En este capítulo, se amplía la estructura de la herramienta "Técnicas de Moldeo", la cual fue desarrollada en concordancia con el contenido de la asignatura Diseño IV y en respuesta a los objetivos planteados para el proyecto de grado (ver Apéndice I).

Figura 18.

Portada Guía técnicas de moldeo



Nota: Técnicas de moldeo, herramienta implementada durante el desarrollo de las clases de los semestres 2023-1 y 2023-2.

En cuanto a las técnicas de moldeo, se destaca la importancia de esta herramienta, ya que es la más completa y abarca la temática principal del proyecto. Al generar sus modelos 3D, los estudiantes contarán con una guía que, a través de ejemplos y aplicaciones prácticas, les permitirá desarrollar y elaborar sus distintos productos. En la presentación de la portada se muestra el menú principal, donde se encuentran los títulos y accesos directos a las distintas técnicas para la realización de moldes.

Figura 19.

Ampliación de técnicas de moldeo, explicación por materiales.

MOLDES CON PAPEL MACHÉ

¿Qué es el papel maché?

El papel maché es una técnica artesanal que consiste en la creación de objetos tridimensionales utilizando papel triturado o desmenuzado, mezclado con un adhesivo y moldeado sobre una estructura base. La pasta resultante se modela a mano y se deja secar hasta que adquiere dureza y rigidez. El papel maché se utiliza para crear una amplia variedad de objetos, desde máscaras y disfraces hasta figuras decorativas y piñatas. Es una técnica sencilla y económica, que permite la creación de formas y diseños personalizados.

LISTA DE MATERIALES

- ▶ Papel de periódico o papel maché prensado
- ▶ Agua
- ▶ Harina
- ▶ Pegamento blanco
- ▶ Recipiente para mezclar
- ▶ Desmoldante
- ▶ Objeto a moldear
- ▶ Rollo de papel plastificado (opcional)



PASOS A SEGUIR +



Nota: Técnicas de moldeo: Moldes con papel mache.

En cada uno de los ítems, el estudiante encontrará una definición del material principal utilizado en la técnica de moldeo seleccionada. Además, se incluye un video tutorial tomado de

ejemplos concretos, diseñados para que el estudiante pueda realizar sus moldes de forma interactiva, utilizando las herramientas implementadas y contando con el apoyo del profesor o auxiliar responsable.

Figura 21.

Trabajo de clase técnicas de moldeo

TRABAJO DE CLASE: CREACIÓN DE RÉPLICAS MODULARES PARA EL TESELADO 3D →

Componentes principales de un proceso de moldeo

Molde: Es la herramienta o estructura que se utiliza para dar forma al material y crear la pieza deseada. Puede ser de diferentes materiales y formas según la técnica de moldeo que se utilice.

Material de moldeo: Es el material utilizado para crear el molde y que permita la reproducción de la pieza. Puede ser yeso, silicona, látex, espuma de poliuretano, entre otros.

Diseño de la pieza: Es fundamental tener un diseño previo de la pieza a crear, ya sea en papel o en formato digital, para tener una idea clara de cómo se debe realizar el molde y cómo se debe producir la pieza final.

Material de la pieza: Es el material que se utilizará para crear la pieza final. Puede ser plástico, resina, cerámica, metal, entre otros.

PASOS A SEGUIR PARA LA LA CREACIÓN Y REPLICA DE UNA PIEZA O MÓDULO MEDIANTE MOLDEO.



PARÁMETROS O CONSIDERACIONES

- ÁNGULO DE DESMOLDEO
- ÍNDICE DE TOLERANCIA DIMENCIONAL
- CONTRACCIONES O ELONGACIONES DEL MATERIAL



Nota: La información suministrada explica los conceptos técnicos y definiciones de los moldes y sus partes.

Finalmente, se presentan los proyectos realizados previamente por otros estudiantes que ya han cursado la materia, con el fin de motivar a los actuales estudiantes y demostrar que las técnicas implementadas pueden llevar a la exitosa materialización de sus propios proyectos.

Figura 22.

Ejemplos de clase mostrados a los estudiantes.



Nota: Ejemplos de moldes elaborados por los estudiantes en semestres anteriores.

Figura 23

Moldes resultantes estudiantes semestre 2023-2



Nota: Moldes resultantes autoras: Paola Pinzon y Ana Maria Rueda.

Los moldes obtenidos a través de esta guía están principalmente destinados a la realización de los módulos del Proyecto 1 para cada uno de los tótems. Sin embargo, la guía no se limita solo a este proyecto. Las técnicas de moldeo fueron planteadas con el objetivo de ofrecer a los estudiantes más opciones al momento de realizar sus prototipos.

4.2.3 Aplicación del material formativo

En el desafío del "Tótem", se llevaron a cabo varias actividades. En primer lugar, se proporcionó contexto sobre la definición de tótems, sus usos, aplicaciones y relevancia en el desarrollo de la materia. Luego, se establecieron los parámetros necesarios para la creación del tótem y el cumplimiento del desafío.

Con el conocimiento de la actividad a desarrollar, se introdujo al grupo en el uso de las herramientas de modelado y prototipado. Desde las primeras etapas del curso, se buscó que los estudiantes se familiarizaran con el programa Fusion360. De este reto de aprendizaje surgió la primera guía desarrollada en el curso titulada "TOTEM IV". La idea de construir un TOTEM parte de la necesidad de unificar y estandarizar la forma en que se organizan, se exhiben y se presentan los proyectos de clase.

Figura 24.

Guía reto TOTEM.



Nota. Fuente elaboración propia

Para el diseño y modelado del tótem, fue necesario establecer una herramienta que permitiera a los estudiantes crear sus alternativas de diseño para la estructura interna del tótem, de modo que pudiera resistir las cargas ejercidas por el peso de los diferentes proyectos. Para el desarrollo de las entregas, se seleccionó Fusion360 como el software principal para el modelado 3D. Este software permitía el trabajo colaborativo y el almacenamiento de información en la nube. Además, las herramientas de modelado en Fusion360 son mucho más sencillas de explicar y utilizar en comparación con otros programas similares. También es importante destacar que Fusion360 es gratuito para uso educativo. Por esta razón, se creó una "Guía para la creación de una cuenta Autodesk y descarga de Fusion360 versión educativa". En

esta guía se recopiló la información necesaria sobre Autodesk, la creación de una cuenta y el acceso al portafolio educativo centrado en Fusion360.

Figura 25.

Guía para la creación de una cuenta en AutoDesk.

AUTODESK

GUÍA Para la creación de una cuenta en AutoDesk.

Autodesk ofrece a los estudiantes y los profesores acceso al mismo software de diseño que utilizan los profesionales más importantes del mundo para ayudar a desarrollar las habilidades y los conocimientos para las carreras exitosas.

El plan educativo proporciona a los estudiantes y profesores que cumplan los requisitos acceso gratuito* de un año y de un solo usuario al software y los servicios de Autodesk con fines educativos. Puede acceder a todo el software disponible a través de la Comunidad Educativa y el acceso se renueva anualmente siempre que cumpla los requisitos.

AUTODESK

- AUTODESK AUTOCAD LT
- AUTODESK MAYA LT
- AUTODESK MUDBOX
- AUTODESK REVIT LT
- AUTODESK AUTOCAD REVIT LT SUITE
- AUTODESK STINGRAY
- AUTODESK INVENTOR LT
- AUTODESK INVENTOR LT SUITE
- AUTODESK FUSION 360
- AUTODESK SKETCHBOOK

¿QUÉ INCLUYE EL PLAN EDUCATIVO DE AUTODESK?

genially

Nota. Fuente elaboración propia

Figura 26.

Guía para la descarga y uso de Fusion360.

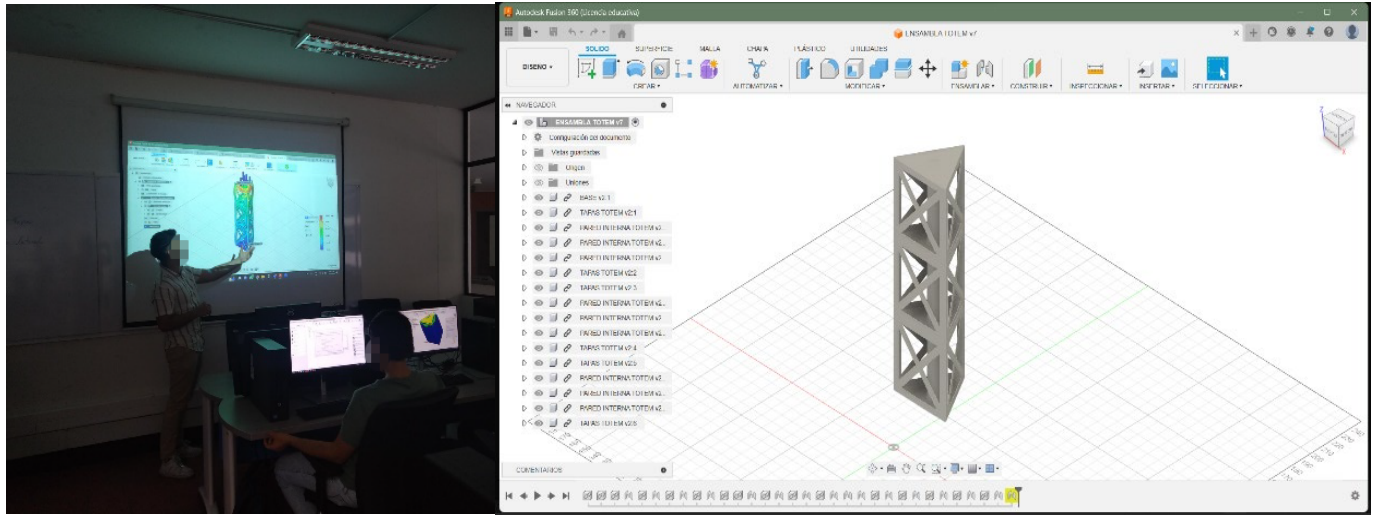


Nota. Fuente elaboración propia

Para reforzar esta herramienta pedagógica, se brindó un adecuado acompañamiento en clase y se ofrecieron tutoriales y clases complementarias sobre el manejo de Fusion360. El principal desafío de la herramienta consistía en realizar las primeras verificaciones del TOTEM. Para lograr este objetivo, se llevó a cabo el diseño y modelado de la estructura, la creación de sus respectivos planos y, finalmente, se procedió a la selección y análisis de los materiales. Estos materiales fueron sometidos a pruebas mediante un análisis de fuerzas.

Figura 27

Taller de uso de Fusion360.



Nota. Fuente elaboración propia

Adicionalmente, durante el desarrollo de las clases, se llevó a cabo la actividad de prototipado rápido del TOTEM. En este caso, se creó una maqueta de una de las secciones internas del TOTEM para verificar que la estructura fuera viable mediante la "Prueba del ladrillo". En esta prueba, se aplicó una fuerza de 5 kg a cada una de las secciones.

Figura 28.

Taller Prototipado Rápido Estructura TOTEM y reto de resistencia.



Nota. Evidencia Fotográfica.

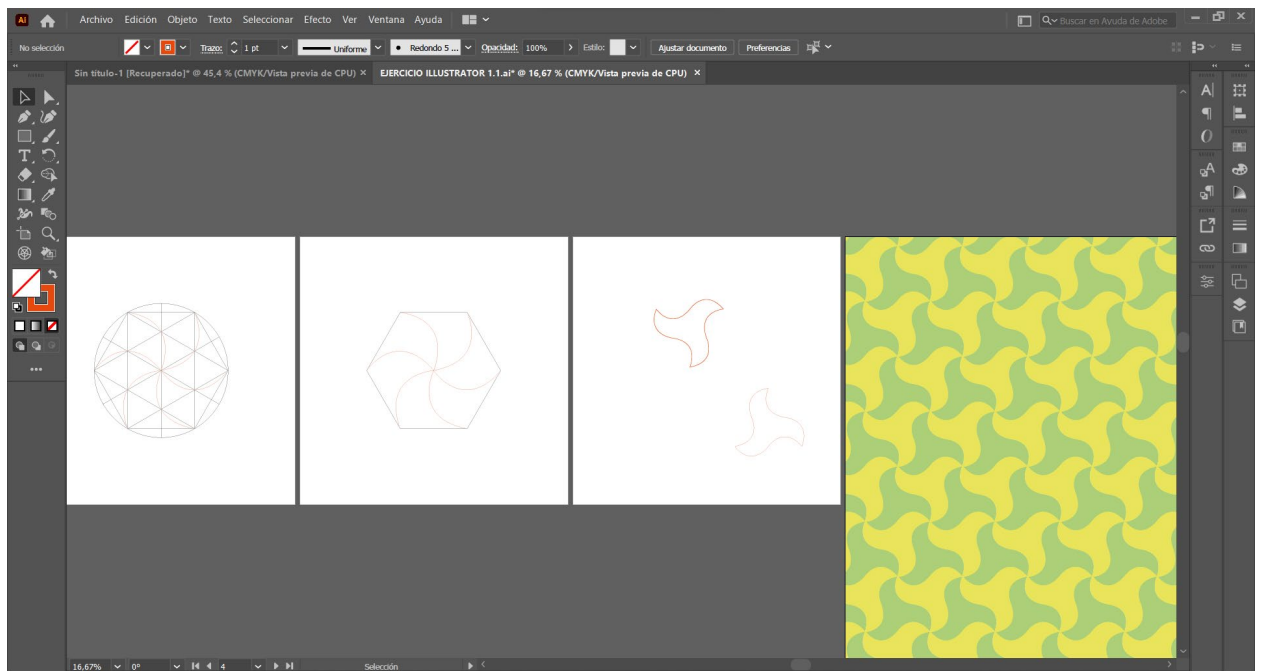
4.3. Aplicación de las distintas herramientas pedagógicas en los proyectos de clase.

Para el desarrollo del Proyecto I, se llevó a cabo un acompañamiento con el propósito de enseñar el uso de herramientas de prototipado y bocetación 2D, utilizando Illustrator. Para

cumplir con este desafío, se proporcionó capacitación y se organizaron una serie de talleres en los que se practicaba el uso de las diferentes herramientas del programa.

Figura 29.

Taller Illustrator para la creación de teselados



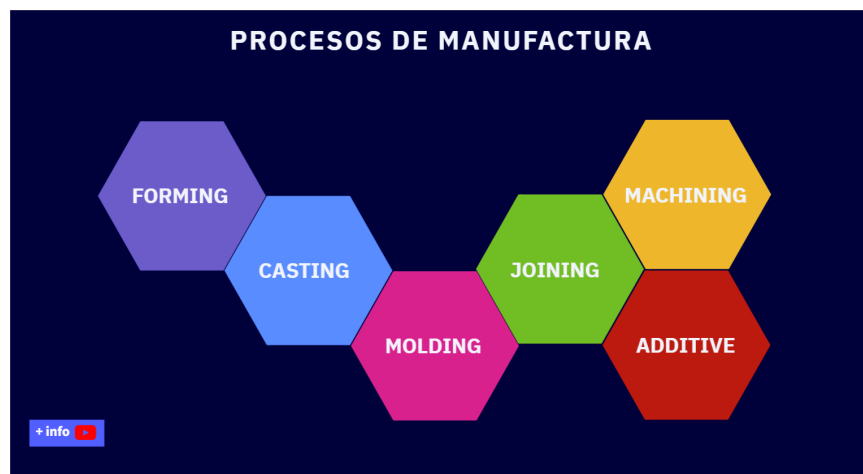
Nota. Fuente elaboración propia

Para la generación de teselados 3D, fue necesario establecer herramientas pedagógicas que mostraran a los estudiantes los diferentes procesos de manufactura de manera conceptual, utilizando varios ejemplos y elementos multimedia relacionados con cada tema de la presentación. Estos materiales formativos se dividieron en dos fases: la primera se tituló "Procesos de manufactura", y la segunda consistió en una guía llamada "Técnicas de elaboración de moldes para la creación de réplicas de figuras u objetos". En esta última fase, se buscó que los

estudiantes conocieran diversos métodos o técnicas para replicar elementos en 3D, con el propósito de cumplir con el desafío de crear la aplicación tridimensional de su teselado.

Figura 30.

Guía Procesos de Manufactura.



Nota. Fuente elaboración propia

Figura 31.

Guía para la creación de moldes.

GUÍA: TÉCNICAS DE ELABORACIÓN DE MOLDES PARA LA CREACIÓN DE RÉPLICAS DE FIGURAS U OBJETOS.



Las técnicas de elaboración de moldes pueden variar en gran medida en función de los materiales utilizados, la complejidad de la forma del objeto a reproducir, la cantidad de copias que se desean hacer, entre otros factores. A continuación, se describe con más detalle algunas de las técnicas más comunes para hacer moldes...

- MOLDES DE YESO
- MOLDES DE SILICONA
- MOLDES DE LATEX
- MOLDES DE PLASTILINA
- MOLDES DE ESPUMA DE POLIURETANO
- MOLDES DE PLÁSTICO
- MOLDES DE RESINA EPÓXICA
- MOLDES DE CEMENTO
- MOLDES DE GELATINA
- MOLDES DE PAPEL MACHÉ
- MOLDES TERMOFORMADO
- MOLDES CON VENDAS DE YESO
- MOLDES CON PASTA AUTOMOTRIZ
- MOLDES CORTE LÁSER

TRABAJO DE CLASE

EJEMPLOS

Nota. Fuente elaboración propia.

Estas fueron las herramientas pedagógicas orientadas a la entrega del primer proyecto de clase, que correspondía al método de observación indirecta.

Figura 32.

Entrega teselados 3d y tótem entrega 1.



Nota: Autores. Pinzon Sandy Paola, Ramirez Ana Maria y Rueda Ana Maria.

En esta primera entrega correspondiente al semestre 2023-2, se destacaron diversos aspectos que reflejaban la aplicación de herramientas pedagógicas. En este caso, se enfocó en el uso de moldes para el desarrollo del teselado 3D y la realización de pruebas de concepto. Los resultados fueron altamente satisfactorios, ya que los estudiantes lograron desarrollar sus tótems y presentaciones utilizando algunas de las herramientas propuestas durante el curso.

El acompañamiento proporcionado tanto por los coinvestigadores del proyecto como por los profesores encargados fue fundamental y enriquecedor. Esto se evidenció en el cumplimiento de los objetivos establecidos para esta entrega.

El recurso más valioso dentro de las herramientas establecidas para el desarrollo del curso es el "Banco de proyectos de diseño IV", donde se presentan los proyectos más destacados entre los semestres 2019-2 y 2021-1, con el fin de contextualizar a los estudiantes acerca de la entrega final y mostrar cómo algunos de los proyectos alcanzaron un alto nivel técnico de calidad. También se investiga variables cualitativas y cuantitativas, protocolo experimental, también los materiales utilizados anteriormente en otros proyectos.

Figura 33.

Banco de proyectos.

BANCO DE PROYECTOS DISEÑO IV

"Se muestran los casos de estudio más destacados del taller de Diseño IV Bioforma"

2019 - 2 / 2021 - 1



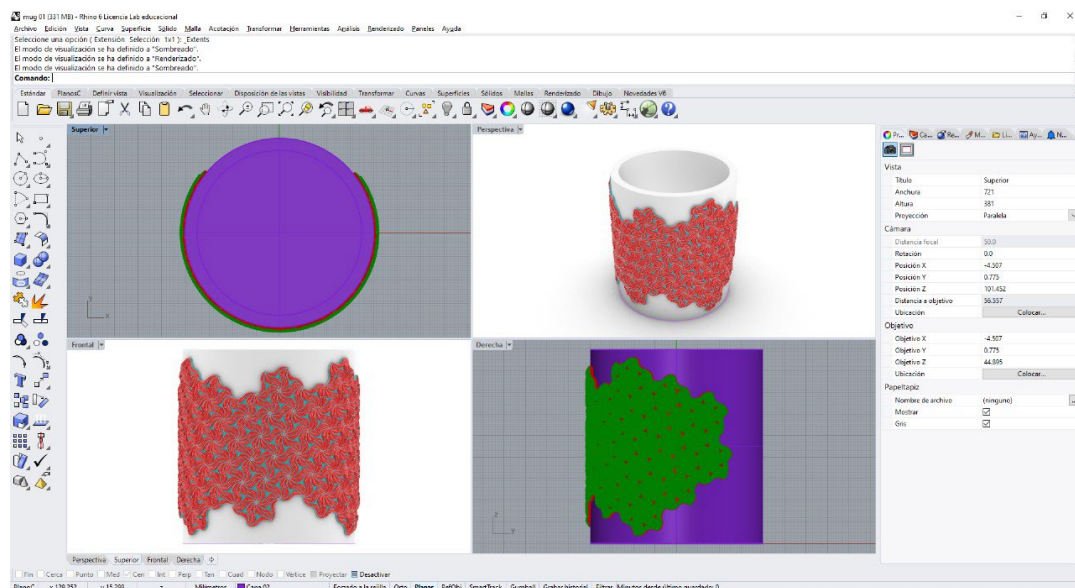
Nota. Fuente elaboración propia

De forma muy general estas fueron las herramientas implementadas a lo largo del desarrollo del curso de Taller de diseño IV, para contribuir en el planteamiento y materialización de sus proyectos.

Algunos de los estudiantes manejaban programas de modelado 3D para el desarrollo de sus distintas propuestas de teselado. En esta ocasión, se llevaron a cabo una serie de tutoriales de RhinoCeros, iniciativa desarrollada de la mano de los profesores de Diseño IV, quienes brindaban apoyo en la explicación y aplicación de los distintos conceptos abordados en este programa. Durante las clases y el desarrollo del curso, se reforzó esta iniciativa mediante la intervención y tutoría del estudiante encargado de la práctica en docencia.

Figura 34.

Práctica Rhinoceros.



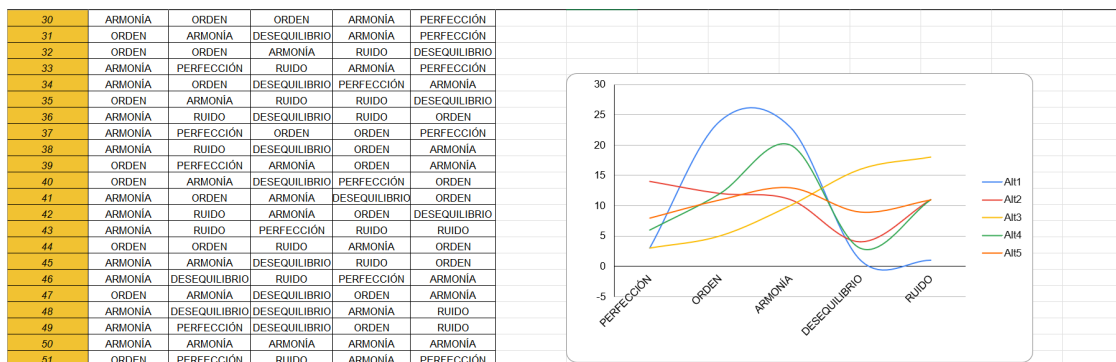
Nota. *Desarrollo de ejercicio en clase.*

En concordancia con el desarrollo metodológico de la materia, se elaboraron y socializaron distintas herramientas que apoyaban y orientaban la toma de decisiones y la selección de diversas alternativas para el desarrollo de proyectos de interés para cada uno de los estudiantes.

El taller de Excel básico para el análisis de datos sirvió para enseñar a los estudiantes cómo analizar y tabular las matrices de respuestas obtenidas a lo largo de sus encuestas. Esta herramienta de apoyo fue clave y permitió la selección de los atributos y sentimientos necesarios para mantener la coherencia entre el concepto y los prototipos.

Figura 35.

Práctica para la tabulación y análisis de datos en Excel.







Nota. Desarrollo de ejercicio en clase.

La Matriz de Ideación e Innovación fue un método para evaluar los diferentes problemas y alternativas de solución que responden al contexto, este ejercicio fue crucial para la generación de nuevas ideas y conceptos, la matriz implementada fue una mejora a la que ya se planteaba en el curso y surgió de la necesidad de que los estudiantes fueran más específicos a la hora de

definir sus proyectos y de cómo validarían sus conceptos. Se buscó establecer una relación entre el problema y la solución biomimética propuesta. De igual manera, se revisan los pasos para establecer un protocolo de evaluación de baja complejidad, donde el estudiante plantea una hipótesis y, basándose en ella, propone un método de comprobación para su proyecto.

Figura 36.

Matriz de ideación e innovación.

Problema	Pregunta	Hipótesis	Analogía	Descripción del concepto	Idiización al concepto de diseño	Capacidad	Forma de comprobación de la capacidad	Nivel de complejidad (0-bajo, 5-alto)	Tiempo de desarrollo
Falta de portabilidad y espacio de almacenamiento para el mobiliario	¿Cómo hacer un elemento que sirva como asiento que sea fácil de transportar y ocupe poco espacio de almacenamiento?	Un banco (o mesa) plegable de papel basado en la flor <i>Strelitzia Reginae</i> que puede reducir su volumen hasta un 90% y soportar un peso hasta de 750N	 <p>1. Módulo de la flor <i>Strelitzia Reginae</i> (Ave del paraíso)</p>  <p>2. Mecanismo de la cola del Pavo real (<i>Pavo cristatus</i>)</p>	<p>1. Esta flor cuenta con pétalos que funcionan como plataforma para las aves. Además de soportar el peso del ave mientras toma el néctar de la flor, su flexibilidad permite desdoblar el pétalo y el estambre para impregnar al ave de polen o néctar antes de irse y así realizar el proceso de polinización.</p> <p>Coombs, G., & Peler, C. I. (2009).</p> <p>2. La cola del pavo real cuenta con plumaje de 15 metros de longitud, y ocelos únicos que decoran cada pluma. El macho puede plegar y desplegar a voluntad estas plumas para exhibirlas. Su propósito es el de atraer parejas y repeler otros machos de su territorio.</p> <p>(Weiss, I. M., & Kirchner, H. O. (2010))</p> 	 <p>Materiales livianos, resistentes y flexibles, que permitan realizar una estructura plegable que soporte un alto rango de pesos</p>	<p>1. Resistencia</p> <p>2. Flexibilidad</p> <p>3. Portabilidad</p>	<p>1. Construir modelos rígidos en diferentes materiales.</p> <p>2. Calcular el volumen del banco desplegado y plegado</p> <p>3. Ubicar sobre cada modelo, masas que aumenten progresivamente hasta encontrar el peso máximo que cada modelo pueda resistir.</p> <p>4. Analizar los resultados para determinar el material más óptimo</p> <p>5. Basado en los hallazgos, construir el prototipo final.</p> <p>6. Realizar encuestas para evaluar probando el banco portátil.</p>	3	2.5 semanas
<p>Bibliografía Weiss, I. M., & Kirchner, H. O. (2010). The peacock's train (<i>Pavo cristatus</i> and <i>Pavo cristatus</i> multi-lobed tail structure, mechanics, and chemistry of the tail feather coverts. <i>Journal of Experimental Zoology: Part A: Ecological Genetics and Physiology</i>, 313(10), 690-703. Coombs, G., & Peler, C. I. (2009). Do forest trees of <i>Strelitzia reginae</i> limit nesting tree by size? <i>South African Journal of Botany</i>, 75(4), 757-762. Meza, G. (2020). U.S. Patent No. 6,629,734. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office. #Theecopaper #ecopaper #2020 #ESU #US (2020). https://2020-issues.com/products/protekted-paper-ecol-black?variant=4593970336</p>									

Nota. Desarrollo de ejercicio en clase.

Figura 37.

Entrega Final Diseño IV semestre 2023-1.

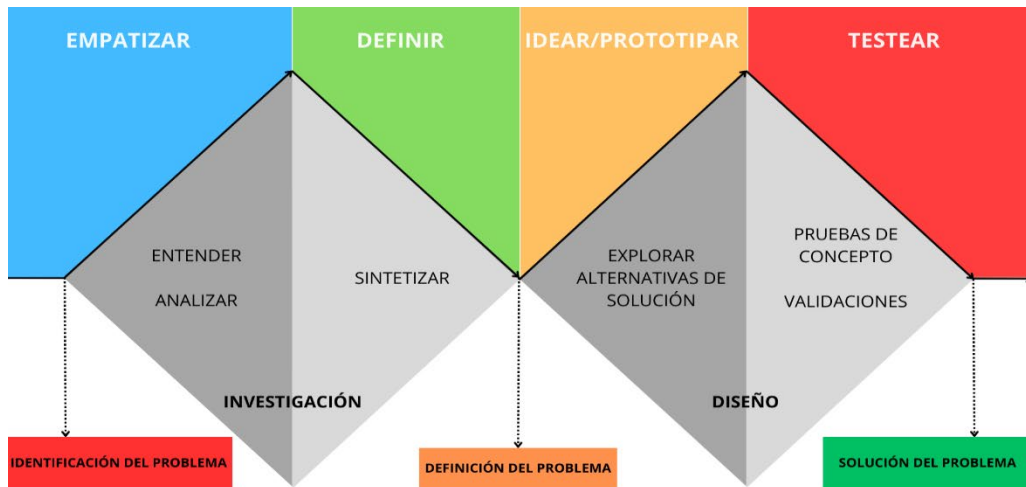


Nota. Autores: Silvia Juliana Gonzalez, Vanessa Osorio Rueda, Manuel Moreno, Maria Paula Orduz , Sara Daniela Diaz.

Para la entrega final del semestre 2023-1, se empleó el tótem, resultado de la implementación de herramientas pedagógicas centradas en el uso de programas de modelado y bocetación. Durante el desarrollo de los proyectos, se ofreció orientación a los estudiantes para lograr la elaboración de sus distintos modelos y prototipos. Los resultados obtenidos se alinearon con intervenciones previas realizadas en la materia, lo que contribuyó a que la entrega del diseño cuatro fuera más estructurada, elaborada y detallada por parte de los estudiantes. Esto permitió que los estudiantes contribuyeran al logro de los objetivos tanto dentro de la materia como de la carrera, facilitando así el alcance de los conocimientos y metas establecidas para el desarrollo del curso.

Figura 38.

Diagrama: Metodología directa e indirecta asociada a la implementación de herramientas pedagógicas en concordancia con el modelo de doble diamante y las distintas fases proyectuales aplicadas en el desarrollo de diseño IV.



MODELO DOBLE DIAMANTE - DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO

EMPATIZAR

- Análisis del objeto (planta).
- Fotografías macro y micro.

DEFINIR

- Definición de atributos.
- Homologación atributos a conceptos.

IDEAR/PROTOTIPAR

- Geometrización: proceso de generación de módulos y estructuras.
- Alternativas de módulo.
- Alternativas composición.
- Modelo Composición 3D.

TESTEAR

- Prueba de concepto (relación composición con atributos y objeto de estudio).
- Opciones de aplicación 3D (planteamiento).

Autora: Valeria Medina Suárez 2220536

PROYECTO 1: Método Directo: Objeto de estudio Planta.
Caso de estudio: Pachystachys Lutea (Choclo de oro).

EMPATIZAR

- Introducción/resúmen.
- Identificación de la necesidad.
- Análisis del objeto de estudio.
- Benchmarking.

DEFINIR

- Antecedentes.
- Pregunta de diseño.
- Objetivos.
- Justificación.
- Metodología.
- Hipótesis.
- Requerimientos.

IDEAR/PROTOTIPAR

- Alternativas de diseño.
- Construcción de modelos para validaciones y verificaciones.

TESTEAR

- Protocolo de experimentación.
- Objetivo de la prueba.
- Variables y parámetros.
- Procedimiento de la prueba.
- Resultados esperados.
- Análisis de datos obtenidos.
- TRL (alcance) y propuesta de valor.

Autor: Vanessa Osorio Rueda 2212291

PROYECTO 2-Final: Método Directo: Objeto de estudio Planta, Animal o Fenómeno natural.
Caso de estudio: TERRAGREEN (Serpiente cascabel - Guzmania).

Nota: La figura representa las Fases para el desarrollo de productos inspirado en el modelo de doble diamante del Design Council 2015 y su implementación en los proyectos de diseño IV, autoras de los proyectos: Valeria Medina ejemplificando el desarrollo el método indirecto y Vanesa Osorio método directo. (elaboración propia).

4.4 Evaluar

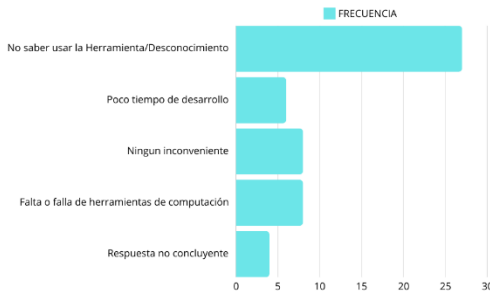
Tomando como punto de partida la encuesta inicial, se observó que los estudiantes presentaban dificultades al momento de desarrollar sus proyectos con herramientas específicas debido al desconocimiento que tenían de estas. Aunque los estudiantes ya habían desarrollado diferentes habilidades en el uso de herramientas CAD y en la manipulación de materiales, no se sabía con certeza la causa exacta de estas dificultades. Sin embargo, al analizar cualitativamente las opiniones de los 53 estudiantes encuestados, se encontró que entre los factores más recurrentes se mencionaron el desconocimiento o la falta de experiencia en el uso de diversas herramientas CAD y en la utilización de materiales.

Se realizó una triangulación de datos y, de esta forma, se planteó gran parte del desarrollo de las herramientas pedagógicas implementadas para reforzar distintas competencias de los estudiantes. Esto se llevó a cabo siguiendo como base metodológica el desarrollo de la materia de Diseño IV.

Figura 39.

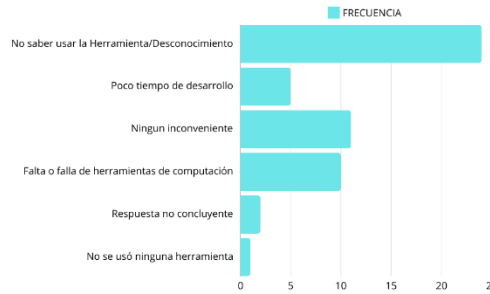
Síntesis opiniones dadas por los estudiantes en la encuesta 1, análisis cualitativo (resumen).

Triangulación de datos: Analisis de opiniones que ya vieron la materia.



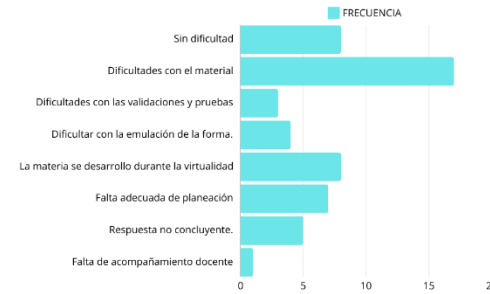
SITUACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
No saber usar la Herramienta/Desconocimiento	27	51%
Poco tiempo de desarrollo	6	11%
Ningun inconveniente	8	15%
Falta o falla de herramientas de computación	8	15%
Respuesta no concluyente	4	8%
Total	53	100%

¿Durante la Ideación y desarrollo de sus alternativas cuáles fueron las dificultades al momento de emplear alguna de las herramientas para bocetación o dibujo técnico 2D?



SITUACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
No saber usar la Herramienta/Desconocimiento	24	45%
Poco tiempo de desarrollo	5	9%
Ningun inconveniente	11	21%
Falta o falla de herramientas de computación	10	19%
Respuesta no concluyente	2	4%
No se usó ninguna herramienta	1	2%
Total	53	100%

¿Durante el modelado CAD y desarrollo de su alternativa de diseño cuáles fueron las dificultades al momento de emplear alguna de las herramientas de prototipado digital?



SITUACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Sin dificultad	8	15%
Dificultades con el material	17	32%
Dificultades con las validaciones y pruebas	3	6%
Dificultar con la emulación de la forma.	4	8%
La materia se desarrollo durante la virtualidad	8	15%
Falta adecuada de planeación	7	13%
Respuesta no concluyente.	5	9%
Falta de acompañamiento docente	1	2%
Total	53	100%

¿Durante el Prototipado y manufactura de su modelo final para validaciones/verificaciones de diseño cuáles fueron las dificultades al momento de emplear alguna de las herramientas o materiales seleccionados?.

Nota: Resumen resultados encuesta uno con una participación de 53 estudiantes semestres anteriores al desarrollo del proyecto.

De esta forma, en la encuesta de diagnóstico inicial del curso 2023-1, se apreció mediante el análisis cualitativo de las respuestas de los estudiantes que, de los 24 estudiantes encuestados, 13 tenían dominio de la herramienta de bocetación 2D Illustrator y 22 tenían familiaridad con la herramienta SolidWorks. Además, al momento de realizar sus prototipos o modelos, los estudiantes usaban como material predominante el papel y sus derivados, como el cartón, en cualquiera de sus presentaciones, seguido por materiales reciclables, como se aprecia en la Tabla 5.

Conociendo esta información, se realizó un acompañamiento a la materia, para poder realizar el diagnóstico y la detección de oportunidades de mejora, teniendo en cuenta la información suministrada por los estudiantes a lo largo del desarrollo del proyecto. Este proceso se expuso de forma general a lo largo de esta tesis, lo cual abre paso al análisis final de las herramientas pedagógicas y cómo impactaron, ya sea positiva o negativamente, a lo largo del curso.

4.4.1 Encuesta Final del curso.

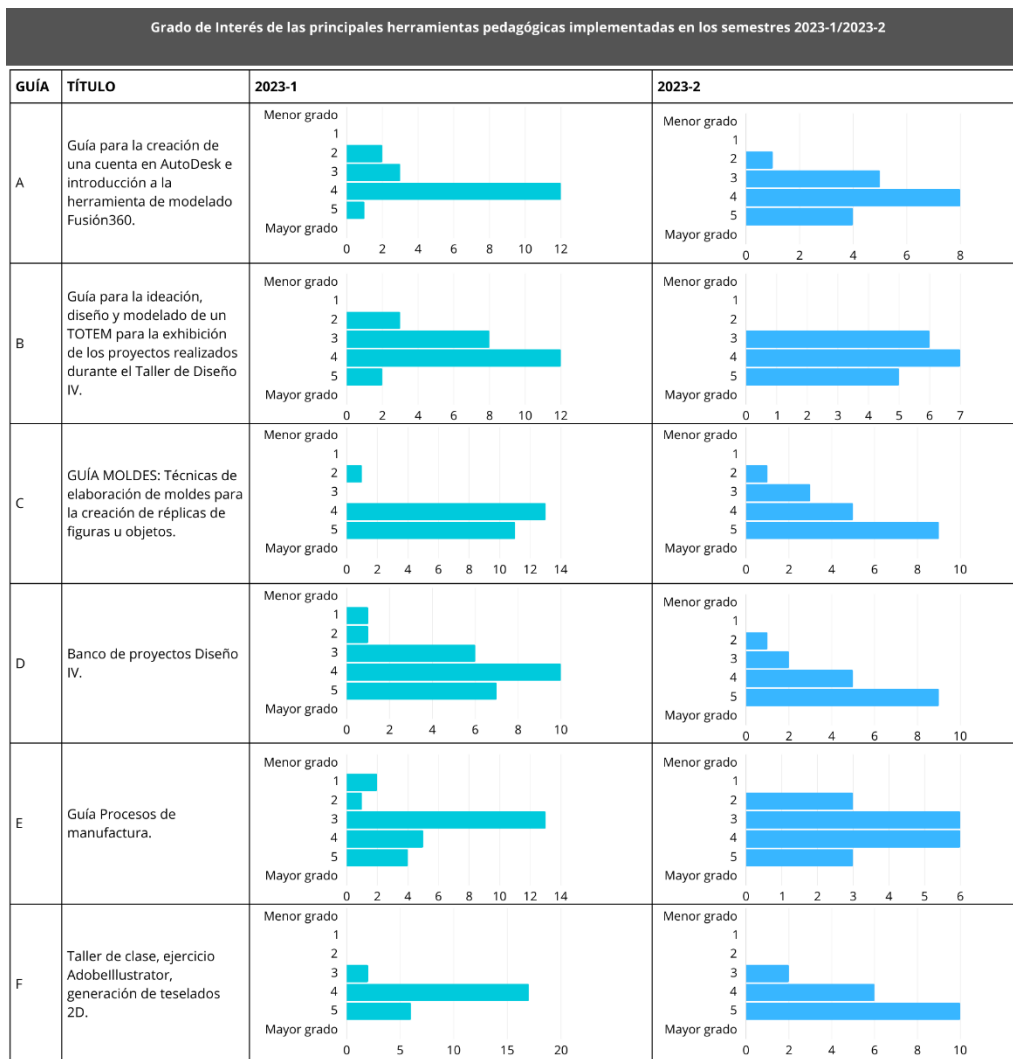
Al final del curso, se analizaron las distintas herramientas pedagógicas que se implementadas a lo largo del semestre. Este proceso de evaluación se realizó a través de una encuesta final que contenía preguntas específicas sobre cada herramienta donde participaron 25 estudiantes del semestre 2023-1 y 18 estudiantes del semestre 2023-2. El propósito de esta encuesta era doble: en primer lugar, se buscaba establecer el grado de satisfacción de los

estudiantes con estas herramientas, en segundo lugar, se evaluaba la facilidad de uso de cada una de ellas.

Lo que se buscó con la aplicación de las encuestas al finalizar los semestres 2023-1 y 2023-2 fue obtener una retroalimentación detallada sobre la percepción de los estudiantes respecto al impacto de las herramientas pedagógicas implementadas a lo largo de la materia. Cada herramienta fue evaluada en términos de su utilidad, pertinencia e interés que generaron entre los estudiantes, con el fin de entender cómo estas contribuyeron al proceso de aprendizaje.

Figura 40.

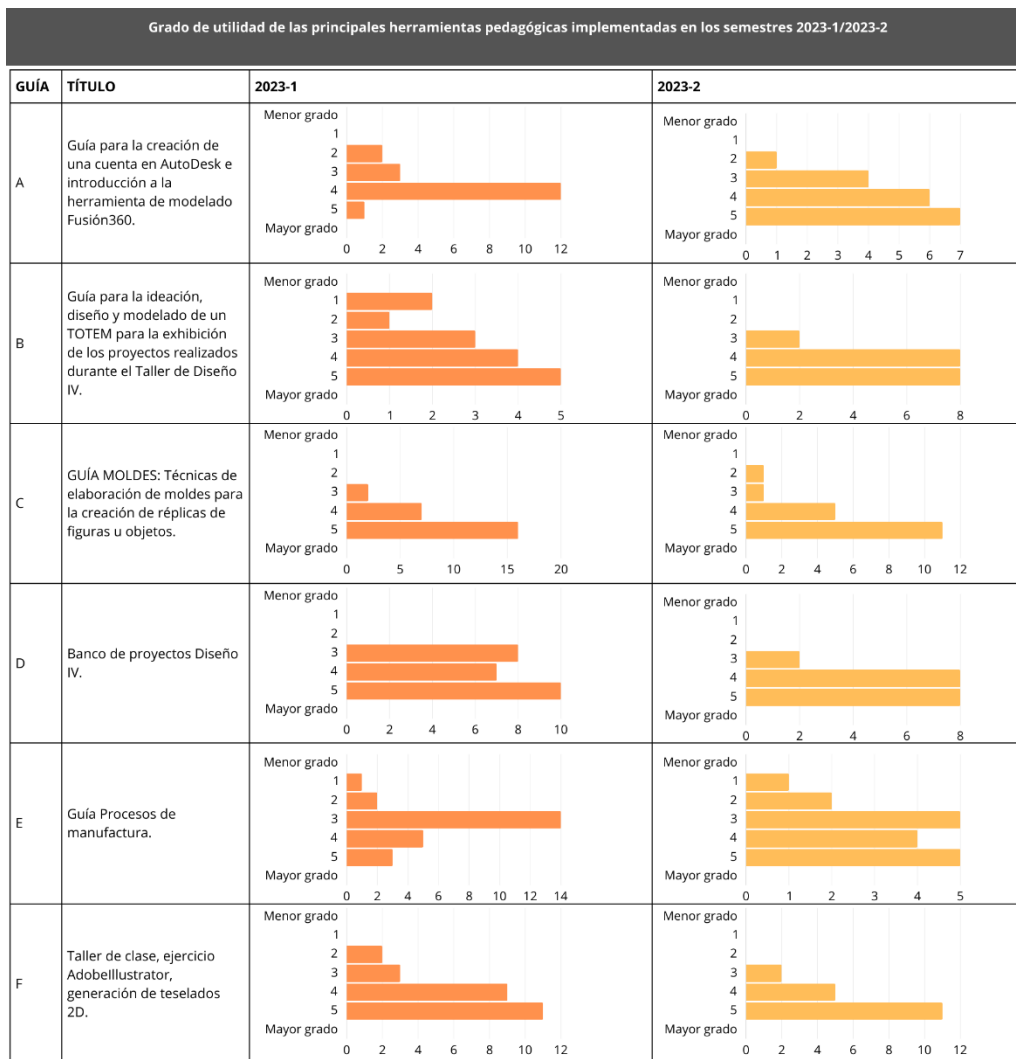
Grado de interés, que mostraron los estudiantes ante las herramientas pedagógicas mostrando los resultados de las respuestas de los semestres 2123-1 & 2023-2.



Nota. Fuente elaboración propia

Figura 41.

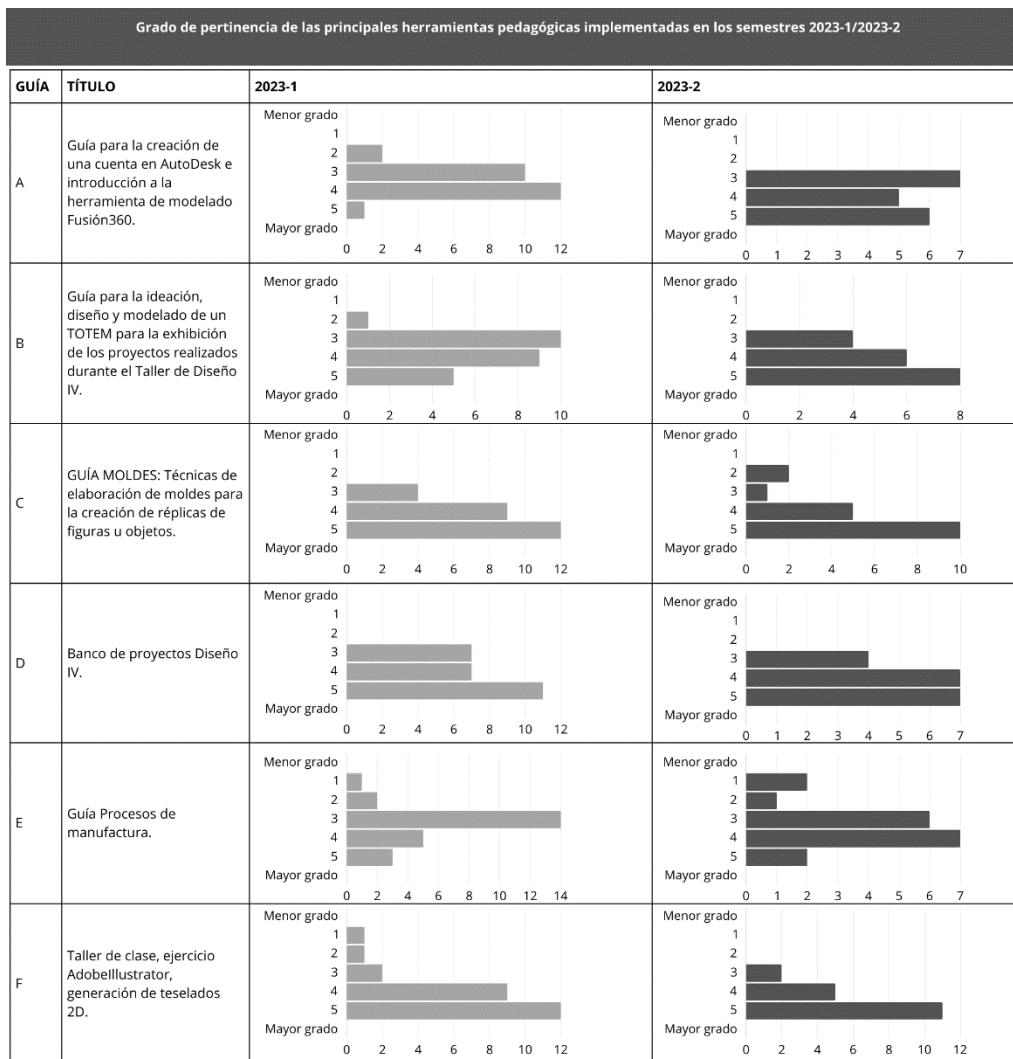
Grado de utilidad, que mostraron los estudiantes ante las herramientas pedagógicas mostrando los resultados de las respuestas de los semestres 2123-1 & 2023-2.



Nota. Fuente elaboración propia

Figura 42.

Grado de pertinencia, que mostraron los estudiantes ante las herramientas pedagógicas mostrando los resultados de las respuestas de los semestres 2123-1 & 2023-2.



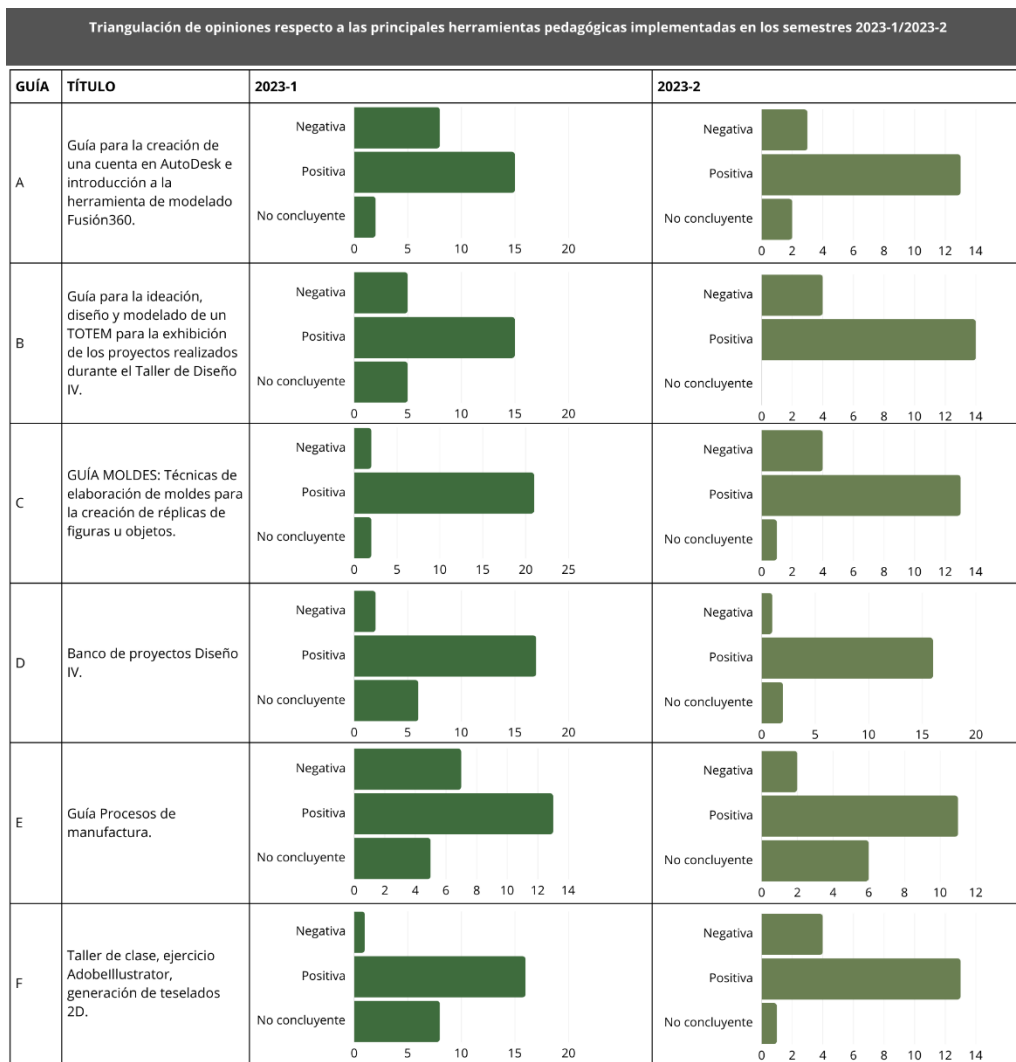
Nota. Fuente elaboración propia

Inicialmente, se diseñaron preguntas específicas para cada herramienta, centrándose en momentos clave del curso donde fueron utilizadas. Este enfoque permitió capturar no solo la impresión general de los estudiantes, sino también detalles precisos sobre qué aspectos

funcionaron bien y cuáles podrían mejorarse. Las respuestas se categorizaron en opiniones positivas, opiniones negativas y opiniones no concluyentes, lo que facilitó la identificación de tendencias y la triangulación de los datos para un análisis más profundo.

Figura 43.

Análisis de opiniones comparativa para los semestres 2023-1 & 2023-2



Nota. Fuente elaboración propia

El análisis de las respuestas reveló que, en general, hubo una tendencia favorable hacia las herramientas pedagógicas implementadas. La mayoría de los estudiantes expresaron una percepción positiva sobre el impacto de estas herramientas. Esto sugiere que las herramientas contribuyeron de manera efectiva al proceso proyectual, proporcionando apoyo significativo para la adquisición de conocimientos y para el desarrollo de sus proyectos.

Más allá de la prevalencia de opiniones positivas, el objetivo fundamental del análisis radica en evaluar la verdadera efectividad de estas herramientas en el contexto educativo. El análisis de las encuestas finales para los semestres 2023-1 y 2023-2 se encuentran ampliados en los Apéndices F y G.

Después de la implementación de las herramientas pedagógicas durante el semestre 2023-1, se llevó a cabo un proceso de evaluación que involucró la recopilación de opiniones y respuestas de los estudiantes que participaron en el curso. Esta evaluación permitió analizar en profundidad el impacto y la efectividad de las herramientas utilizadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Durante esta fase de evaluación, se identificaron varios puntos de inflexión y áreas de oportunidad para mejorar tanto las herramientas pedagógicas como el curso en general. Estos puntos de inflexión podrían incluir aspectos como la claridad de las instrucciones, la accesibilidad de los recursos, la efectividad de las actividades de aprendizaje, entre otros. A partir de estas observaciones, se recomendaron medidas específicas para abordar estas áreas de mejora en futuras intervenciones del curso.

A pesar de los desafíos identificados, los resultados generales de la evaluación reflejaron opiniones y percepciones mayormente positivas por parte de los estudiantes. Esto sugiere que las

herramientas pedagógicas implementadas tuvieron un impacto favorable en el proceso de aprendizaje y en el éxito de los proyectos realizados.

Para el semestre 2023-2, se implementaron también distintas herramientas pedagógicas, teniendo en cuenta las oportunidades de mejora identificadas en el semestre anterior. Es importante resaltar el papel fundamental de la encuesta final para ambos cursos, ya que en el semestre 2023-2 las herramientas recibieron un alto nivel de aprobación por parte de los estudiantes. Entre los aspectos a mejorar tanto en la asignatura como en las herramientas del modelo pedagógico, algunos estudiantes expresaron dificultades para encontrarlas en el material web y para completar los proyectos dentro del tiempo asignado. Además, se mencionó un desequilibrio en la carga de trabajo, el porcentaje académico y el tiempo en relación con las entregas de metodología indirecta y directa.

5. Apropiación social de conocimiento.

A finales del año 2023, en el evento VII Encuentro Interinstitucional de Semilleros de Investigación, en el marco de la X Semana Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, se alcanzó un hito significativo para el desarrollo del proyecto. Esta participación no solo permitió mejorar distintos aspectos del mismo, sino que también facilitó la generación de nuevas ideas y conocimientos en el ámbito del diseño y desarrollo de herramientas pedagógicas, específicamente enfocadas en el diseño para la manufactura. La ponencia se centró en el tópico de educación, contribuyendo de manera significativa a la mejora y presentación de los proyectos.

La participación en el evento permitió transferir este nuevo conocimiento a un público más amplio, incluyendo otros investigadores, educadores y estudiantes, facilitando su aplicación práctica en diferentes contextos educativos. Este proceso de difusión y aplicación práctica de los conocimientos generados refuerza la importancia de la investigación académica y su impacto positivo en la comunidad, ejemplificando la apropiación social del conocimiento. Se adjunta certificado de participación en el Apéndice H.

Figura 44.

Participación en Ponencia.



Nota. Participación en ponencia.

El desarrollo del proyecto fue pertinente por varias razones clave, las cuales se pueden categorizar en términos de contexto educativo, avances metodológicos, impacto social y contribución al conocimiento:

1. Contexto Educativo:

Actualización Curricular: El proyecto respondió a la necesidad de modernizar y actualizar las herramientas pedagógicas utilizadas en el currículo de Diseño IV, alineándolas con las competencias y habilidades requeridas en el campo profesional del diseño industrial.

Relevancia Académica: Al enfocarse en el diseño para la manufactura y el uso de herramientas CAD como Fusion 360, el proyecto abordó áreas de alta demanda en la educación técnica y profesional, asegurando que los estudiantes estén preparados para los desafíos actuales del mercado laboral.

2. Avances Metodológicos:

Innovación Pedagógica: La implementación de nuevas metodologías de enseñanza, como el aprendizaje basado en casos y el aprendizaje colaborativo, permitió un enfoque más práctico y centrado en el estudiante, fomentando un aprendizaje más profundo y significativo.

Herramientas Tecnológicas: El uso de programas avanzados como Fusion 360 y la incorporación de técnicas de prototipado y modelado 3D proporcionaron a los estudiantes experiencias de aprendizaje más ricas y relevantes, que son fundamentales para su formación como diseñadores industriales.

3. Impacto Social:

Apropiación Social del Conocimiento: La difusión de los resultados y metodologías desarrolladas en el proyecto, a través de eventos académicos y publicaciones, permitió que otros educadores y estudiantes se beneficiaran de estas innovaciones, promoviendo una mejora general en la calidad de la educación en diseño.

Preparación para la Industria: Equipando a los estudiantes con habilidades prácticas y conocimientos aplicables, el proyecto contribuyó a formar profesionales más competentes y preparados para contribuir de manera efectiva en sus futuros empleos, beneficiando así a la sociedad y a la industria.

4. Contribución al Conocimiento:

Generación de Nuevas Ideas: El proyecto no solo aplicó conceptos existentes, sino que también generó nuevo conocimiento en el campo de la educación en diseño industrial. Esto incluye nuevas metodologías de enseñanza, técnicas de evaluación y herramientas pedagógicas que pueden ser replicadas y mejoradas en otros contextos.

Investigación Aplicada: La investigación realizada durante el proyecto proporcionó insights valiosos sobre cómo integrar mejor las herramientas digitales en el proceso educativo, lo cual es un área de interés creciente en la pedagogía contemporánea.

6. Conclusiones

Durante el desarrollo del proceso académico en el área del diseño industrial, nos hemos enfrentado a desafíos significativos al enseñar diversos temas y metodologías para el diseño de productos. Sin embargo, hemos observado que la implementación de distintos tipos de aprendizaje y herramientas pedagógicas ha permitido a los estudiantes apropiarse del conocimiento de manera más efectiva. Este proceso es continuo y adaptable; no existe una fórmula estándar para la enseñanza, ya que las reglas del juego evolucionan con el tiempo y el pensamiento de los estudiantes se transforma con cada generación. Hoy en día, enseñamos de manera distinta a como se hacía hace un par de años, utilizando herramientas de modelado y prototipado 2D y 3D que también han evolucionado considerablemente.

La implementación de herramientas pedagógicas enfocadas en el diseño para la manufactura ha sido fundamental para el planteamiento y desarrollo de soluciones de diseño innovadoras por parte de los estudiantes. Observar cómo este proceso de aprendizaje ayuda a los estudiantes a adquirir los conocimientos necesarios para avanzar en su pregrado es gratificante. El Taller de Diseño IV ha servido como preparación para los desafíos futuros en materias posteriores, sentando las bases académicas para que los estudiantes de la escuela de diseño industrial UIS desarrollen un pensamiento de diseño robusto mediante el aprendizaje basado en proyectos y la resolución de problemas.

La introducción temprana de los estudiantes al uso de Fusion360 es esencial, destacando la importancia de adquirir competencias en esta herramienta desde el inicio del curso. Para facilitar este proceso, se ha creado la guía detallada "TOTEM IV", que proporciona instrucciones claras sobre la creación de cuentas de Autodesk y la descarga de la versión educativa de Fusion360.

El enfoque educativo se centra en el aprendizaje práctico y aplicado, adaptándose a las necesidades y preferencias de los estudiantes. Se promueve el acceso equitativo a las herramientas, se brinda orientación constante y se plantean desafíos significativos para desarrollar competencias en el modelado de productos mediante herramientas CAD. Este enfoque integral contribuye al éxito de los proyectos estudiantiles y los prepara eficazmente para enfrentar desafíos académicos y profesionales futuros.

7. Recomendaciones

Después de evaluar las herramientas pedagógicas utilizadas durante el semestre 2023-1 y 2023-2, considerando las opiniones de los estudiantes, se han identificado áreas clave para mejorar en futuras iteraciones del curso. Estas recomendaciones incluyen la necesidad de clarificar las instrucciones para las actividades, mejorar la accesibilidad de los recursos necesarios dentro del aula virtual o Moodle, implementar un sistema de retroalimentación continua, fomentar la participación de los estudiantes y proporcionar apoyo adicional cuando sea necesario mediante la asignación de un auxiliar, practicante o tutor. Al abordar estos aspectos, podremos fortalecer la efectividad del curso y mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, lo que resultará en un mayor éxito académico para todos los involucrados. Estas recomendaciones nos brindan alternativas para mejorar el diseño y la implementación de futuras intervenciones pedagógicas, con el objetivo de optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje y adaptarnos mejor a las necesidades de los estudiantes.

8. Referencias bibliográficas

- Acuerdo 233 DEL 2021 10 de Agosto 1 “*Por el cual se aprueba el Modelo Pedagógico de la Universidad Industrial de Santander*”. (2021). Retrieved May 12, 2023, from <https://uis.edu.co/wp-content/uploads/2023/03/Acuerdo-233-de-agosto-10-de-2021-Modelo-Pedagogico-UIS21.pdf>
- Acuerdo 004 del 12 de febrero de 2007 “*Por el cual se modifica el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado, en su Título V, Capítulo IX Del Trabajo de Grado*”. Bucaramanga: UIS
- Agudelo Marmol, H. D., Violet Lozano, M. A., & González Doria, Y. E. (2018). Aplicación del método de diseño para manufactura y ensamblaje a un vehículo de tracción humana de tres ruedas como alternativa de transporte en la ciudad de Montería. *Ingeniare*, 24, 89–97.
- Cano, M. K., & Espinel, F. (2017). *Guía Didáctica Para El Proceso Creativo En Joyería*. Universidad Industrial de Santander.
- Cruz, A. M., & Guevara, E. S. (2020). *Practica pedagógica en la asignatura diseño4: Bioforma* [Trabajo de grado]. Universidad Industrial de Santander.
- Défossez, H. J. P., & Serhan, H. (2013). Managing Design Excellence Tools During the Development of New Orthopaedic Implants. *Journal of Biomechanical Engineering*, 135(11), 114506–114506. <https://doi.org/10.1115/1.4025323>
- Dreyfuss, H. (1955). *Diseñando para la gente*. Nueva York, <http://hdl.handle.net/2027/mdp.39015031567053>

- Gebisa, A. W., & Lemu, H. G. (2017). Design for manufacturing to design for Additive Manufacturing: Analysis of implications for design optimality and product sustainability. *Procedia Manufacturing*, 13, 724–731. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2017.09.120>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodologia de la Investigacion* (S. A. D. C. V. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, Ed.; 6th ed.).
- Jaimes, D. C., & Maradei, M. F. (2021). *Desarrollo De Material Formativo Basado En Metodologias Y Tecnicas Didacticas Que Fortalezcan El Proceso De Enseñanza - Aprendizaje de La Asignatura Ergonomia Cognitiva y Sociocultural Ofrecida Por La Escuela de Diseño Industrial Uis*. Universidad Industrial de Santander.
- Kandikjan, T., Djokikj, J., Mircheski, I., & Angeleska, E. (2022). Integrating parametric design and additive manufacturing knowledge in industrial design education Selection and peer-review under responsibility of the scientific committee of The International Confer-ence on Additive Manufacturing for a Better World. *Elsevier*, 687–693. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.10.124>
- Mackellar, J. (2013), "Participant observation at events: theory, practice and potential", *International Journal of Event and Festival Management*, Vol. 4 No. 1, pp. 56-65. <https://doi.org/10.1108/17582951311307511>
- Natalia, R., & Palacios, B. (n.d.). *Diseño, Construcción Y Uso De Objetos Virtuales De Aprendizaje Ova*.
- Objetos Virtuales De Aprendizaje - Ova*: (n.d.). Retrieved May 14, 2023, from <https://www.mineducacion.gov.co/portal/secciones/Glosario/82739:OBJETOS-VIRTUALES-DE-APRENDIZAJE-OVA>

Ortiz Ocaña, A. (2013). *Modelos Pedagógicos y Teorías del Aprendizaje*.
<https://www.researchgate.net/publication/315835198>

Plan de estudios de Diseño Industrial. (2022). www.uis.edu.co

Programa_Diseño_IV - Documentos de Google. (2023, March 16).
<https://docs.google.com/document/d/1LrPFal27VP1P7IYB3U5Jf1U8syjC92TcRNwB2DzQaOI/edit>

Reglamento Académico-Estudiantil De Pregrado. (2015).

Romero, S. K. B., & Gómez, J. M. M. (2022). Estrategia de enseñanza-aprendizaje: Basada en el aprender haciendo (learning by doing) y apoyada en TICs para la asignatura Diseño estratégico. *Encuentros de Investigación Formativa RAD*, 4, 168–179.

Thompson, R. (Designer). (2012). Manufacturing Processes for Design Professionals. *Proceedings of the ICE - Construction Materials*, 165(2), 122–122.
https://www.academia.edu/41944824/Manufacturing_Processes_for_Design_Professionals

Stavric, M., & Jablan, S. (2011). Advanced Geometry of Modular Tiles. In *Generative Art* (pp. 343-357). Domus Argenia Publisher.

UIS-CEDEDUIS-Es – Universidad Industrial de Santander. (n.d.). Retrieved May 14, 2023, from <https://uis.edu.co/uis-cededuis-es/>

UIS - Escuela de Diseño Industrial - Posgrados y Pregrado - EDI - Diseño Industrial - EDIWeb - Bucaramanga. (n.d.). Retrieved May 13, 2023, from <http://disindustrial.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S102>

Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., & Alvarez, R. V. M. (2004). *Diseño y desarrollo de productos: enfoque multidisciplinario*. McGraw Hill. https://books.google.com.co/books?id=z_5MOgAACAAJ

9. Apéndices

Apéndice A. Encuesta 1.

Encuesta aplicada a estudiantes que ya habían cursado la materia de Diseño IV en semestres anteriores a 2023-1

Encuesta estudiantes que cursaron la asignatura de Diseño IV- Validar en semestres anteriores al semestre 2023-1

Saludos apreciados estudiantes, este ejercicio consiste en indagar acerca de su experiencia al momento de cursar el taller de Diseño IV y realizar un diagnóstico que permita detectar oportunidades de mejora dentro del desarrollo de la materia Diseño IV - Validar.

Esta encuesta hace parte del desarrollo del proyecto de grado titulado "Diseño y desarrollo de herramientas pedagógicas para el fortalecimiento de las competencias de ideación, construcción y validación de modelos a partir del diseño para la manufactura (DFM) aplicado al taller de Diseño IV" del estudiante Sergio Andrés Díaz Rodríguez, codirigido por los profesores Israel Garnica, Denis Cabrera y Clara López; en el marco del proyecto de investigación del profesor Israel Garnica Bohórquez titulado "Modelo de innovación pedagógica basado en Diseño para la Manufactura orientado a estudiantes de Diseño Industrial".

El tiempo estimado para respuesta es de 10 minutos.

Los datos suministrados serán anonimizados y sólo se utilizarán para propósitos académicos. De antemano agradecemos su cooperación y participación.

* Indica que la pregunta es obligatoria

Autorización

Enlace: <https://forms.gle/e9X38yKYBrq5kmxt7>

Apéndice B. Encuesta 2.

Encuesta a estudiantes que estaban por cursar la materia Diseño Iv en el semestre 2023-1.

Encuesta estudiantes Diseño IV Bioforma 2023-1

Saludos apreciados estudiantes, este ejercicio consiste en conocer un poco sobre las capacidades y destrezas para el uso de las herramientas de prototipado 2D y 3D, las respuestas contenidas en esta encuesta NO tendrán errores, ni repercusión alguna en su nota. Es de vital importancia la sinceridad en sus respuestas para desarrollar e incorporar herramientas durante el desarrollo del curso, y así potenciar sus capacidades de forma integral.

Esta encuesta hace parte del desarrollo del proyecto de grado titulado "Implementación de herramientas pedagógicas para el diseño, construcción y validación de modelos funcionales en el taller de Diseño IV Bioforma" del estudiante Sergio Andrés Díaz Rodríguez, codirigido por los profesores Israel Garnica, Denis Cabrera y Clara López; en el marco del proyecto de investigación del profesor Israel Garnica Bohórquez titulado "Modelo de innovación pedagógica basado en Diseño para la Manufactura orientado a estudiantes de Diseño Industrial".

El tiempo estimado para respuesta es de 20 minutos.

Los datos suministrados serán anonimizados y sólo se utilizarán para propósitos académicos. De antemano agradecemos su cooperación en este asunto.

** Indica que la pregunta es obligatoria*

Autorización

1. GRUPO *

Marca solo un óvalo.

G1

A1

2. Nombre Completo *

3. Código *

Enlace: <https://forms.gle/npY99gLNcADUG7kv8>

Apéndice C. Encuesta 3.

Encuesta a estudiantes del semestre 2023-1 y 2023-2 que culminaron el curso de Diseño IV.

Encuesta Final estudiantes Diseño IV- Validar 2023-1

Saludos apreciados estudiantes, este ejercicio consiste en indagar acerca de las herramientas pedagógicas aplicadas durante el semestre 2023-1 y realizar un diagnóstico que permita detectar oportunidades de mejora dentro del desarrollo de la materia Diseño IV - Validar.

Esta encuesta hace parte del desarrollo del proyecto de grado titulado "Diseño y desarrollo de herramientas pedagógicas para el fortalecimiento de las competencias de ideación, construcción y validación de modelos a partir del diseño para la manufactura (DFM) aplicado al taller de Diseño IV" del estudiante Sergio Andrés Díaz Rodríguez, codirigido por los profesores Israel Garnica, Denis Cabrera y Clara López; en el marco del proyecto de investigación del profesor Israel Garnica Bohórquez titulado "Modelo de innovación pedagógica basado en Diseño para la Manufactura orientado a estudiantes de Diseño Industrial".

El tiempo estimado para respuesta es de 10 minutos.

Los datos suministrados serán anonimizados y sólo se utilizarán para propósitos académicos. De antemano agradecemos su cooperación y participación.

* Indica que la pregunta es obligatoria

Sección sin título

1. GRUPO *

Marca solo un óvalo.

G1

A1

2. Nombre Completo *

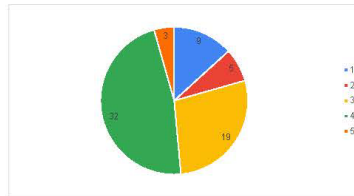
3. Código *

Enlace: <https://forms.gle/E2a63k7vb1qZZajS6>

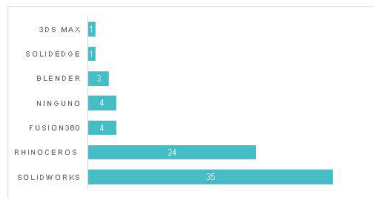
Apéndice D. Respuestas encuesta 1.

Se validaron elementos estructurales y funcionales.
 Se validaron mediante un protocolo de validación y pruebas con usuarios.
 A partir de las diferentes validaciones, se configuró una propuesta funcional robusta.

19
 32
 3

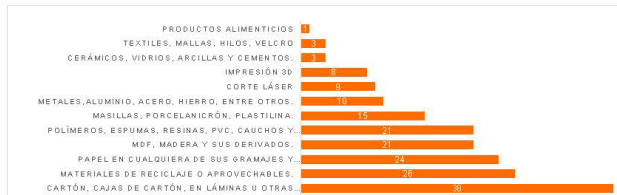


Fusion360 4
 Ninguno 4
 Blender 3
 SolidEdge 1
 3ds Max 1



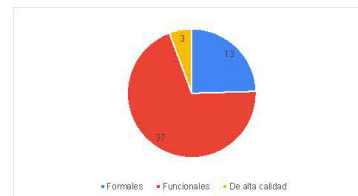
Pregunta Durante el desarrollo de sus proyectos ¿Qué materiales utilizó para el prototipado (maquetado) de su modelo o prototipo final?

Cartón, cajas de cartón, en láminas u otras presentaciones.	38
Materiales de reciclaje o aprovechables.	26
Papel en cualquiera de sus gramajes y dimensiones.	24
Mdf, Madera y sus derivados.	21
Polímeros, espumas, resinas, PVC, cauchos y acrílicos.	21
Masillas, porcelanocrón, plastilina.	15
Metales, aluminio, acero, hierro, entre otros.	10
Corte Láser	9
Impresión 3D	8
Cerámicos, vidrios, arcillas y cementos.	3
Textiles, mallas, hilos, velcro	3
Productos alimenticios	1



Pregunta Durante el desarrollo de los proyectos de Diseño IV, ¿Qué nivel de detalle alcanzaron en sus modelos/prototipos?

Formales 13
 Funcionales 37
 De alta calidad 3



Pregunta ¿Los modelos/prototipos fueron validados?

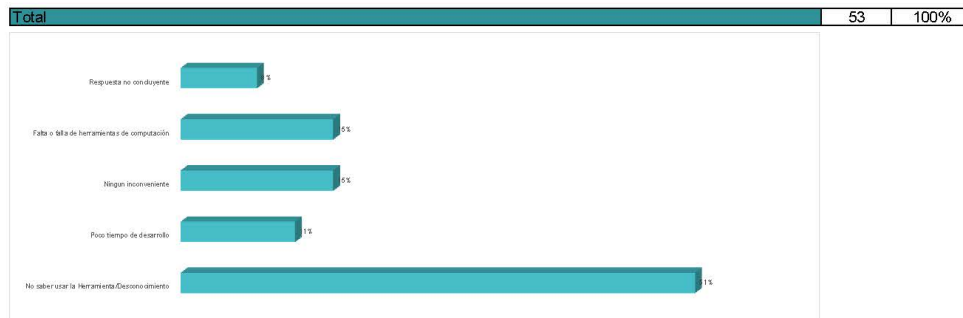
No fueron validados 9
 Se analizaron algunos aspectos formales y estéticos mediante encuestas cualitativas y pruebas de concepto. 5

9
 5

Pregunta: ¿Durante la Ideación y desarrollo de sus alternativas cuáles fueron las dificultades al momento de emplear alguna de las herramientas para bocetación o dibujo técnico 2D?. Explique alguna de ellas.

- 1 No
- 2 Si, casi siempre debido a las bases de bocetación
- 3 El uso de herramientas digitales ya que acortan el tiempo, pero no hay una materia iniciando carrera que enseñe la utilización de programas digitales 2d y 3d
- 4 Al principio difícil porque no se conocen bien los programas para trabajar, pero con el tiempo se empieza a conocer lo básico
- 5 Durante la etapa de ideación, en mi caso, casi todo lo realicé en dibujo a mano y bocetos básicos en Illustrator. Con conocimientos básicos logré hacer lo que requería.
- 6 Si, no se dibujar .v
- 7 Un poco
- 8 No tuve problemas porque con anterioridad sabía usar Illustrator
- 9 No sabía cómo usar Illustrator
- 10 Mas que todo en cuanto a la interfaz de sketchbook ya que se me complicaba con respecto a el entender funciones
- 11 Ninguna
- 12 No lo sé
- 13 En ese momento fueron la falta de equipos en la sala de cómputo y los escasos conocimientos en estas herramientas
- 14 Realmente no tuve problemas porque usé programas con los que ya estaba familiarizado
- 15 La falta de práctica con el programa Adobe Illustrator, además de grandes cantidades de tiempo invertidas en la bocetación.
- 16 El equipo de cómputo
- 17 La dificultad fue el Pc, de resto no tuve algún problema con el bocetado en las aplicaciones
- 18 No tener herramientas físicas que facilitarán usar los programas en algunos momentos como mouse o tablas digitalizadoras
- 19 No
- 20 No las conocía, me demoré mucho por no saber las mecánicas del programa
- 21 Poca experticia en el uso del software
- 22 Illustrator pirateado tiene fallas
- 23 No tenía mucha idea de cómo se utilizaban ciertas aplicaciones, me demoraba mucho haciendo ciertos trabajos ya que debía buscar videos para poder entender ciertas herramientas
- 24 No tuve dificultades
- 25 La falta de conocimiento en el uso de estas herramientas
- 26 Me cuesta imaginarme las cosas y dibujarlas me parece mejor hacer maquetas
- 27 No recuerdo
- 28 El tratamiento de los patrones desde Illustrator y su visualización 3 d
- 29 Falta de experiencia con la herramienta, no contaba con buen equipo, tiempo de pandemia por lo que fue difícil sañir de ciertos bloques creativos
- 30 Mi falta de experiencia con el software.
- 31 La dificultad estuvo dirigida más hacia el conocimiento que tenía sobre el uso de Illustrator, realmente fue el semestre en que pude profundizar en este y el proyecto fue la excusa para ello.
- 32 Lo primero fue comprender para que servían cada una de las herramientas de aplicación, no tenía comprensión clara de la interfaz y sus funciones
- 33 Falta de conocimiento en otros programas y en algunas opciones del que utilizaba
- 34 No había una organización clara para generar las formas y luego hacer las alternativas de modulo. El trabajo fue desorganizado, quizás porque no había una metodología clara sistemática
- 35 No tuve ninguna dificultad, para emplear la herramientas aprendidas en bocetación
- 36 Era la primera vez enfrentándome a un problema de diseño real, por lo que el bocetado al principio fue muy difícil y no sabía por dónde empezar
- 37 Es complejo representar volúmenes en 2d
- 38 No sabía usar bien los softwares de diseño
- 39 Falta de instructivos y conocimiento acerca del manejo de las herramientas de los software; existen tutoriales de youtube pero estos no representan una solución específica si tipo de acción a realizar en el momento.
- 40 Me dió muy duro el manejo de Illustrator porque nunca lo vimos a profundidad previamente
- 41 Quizás el poco conocimiento de estas el cual se mejoró un poco debido a pruebas de ensayo y error
- 42 Para empezar, el uso de algunas herramientas está limitada por el equipo en el que estás trabajando, otra dificultad, sería la falta de conocimientos en estas herramientas, y en cuanto a la mano alzada, la poca práctica de esta, generando proporciones erróneas.
- 43 - bocetar con mouse es complejo
- 44 - Photoshop es muy pesado para mi pc.
- 45 Que hasta ese punto no nos habían enseñado nada sobre dibujo 2D y de muy difícil sacar buenas alternativas o plasmar nuestras ideas cuando no sabíamos el manejo de la herramientas
- 46 Poca conocimiento sobre el manejo de Adobe Illustrator
- 47 Poca experiencia con la herramienta. Hay maneras más fáciles y rápidas de obtener los mismos resultados.
- 48 La alineación de los vectores para el cálculo del porcentaje negativo en el teselado
- 49 La única dificultad fue que en la carrera no nos han enseñado ningún programa de forma eficiente
- 50 La pandemia y el poco acceso a herramientas tecnológicas para mostrar mis bocetos
- 51 Simplemente no tenía experiencia suficiente, en algún que otro programa
- 52 El desconocimiento de todas las posibilidades que cada software ofrece
- 53 Falta de conocimiento del programa Illustrator, teniendo que dedicar tiempo para aprender a utilizar las herramientas
- 54 claridad al usar la herramienta

SITUACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
No saber usar la Herramienta/Desconocimiento	27	51%
Poco tiempo de desarrollo	6	11%
Ningun inconveniente	8	15%
Falta o falla de herramientas de computación	8	15%
Respuesta no concluyente	4	8%

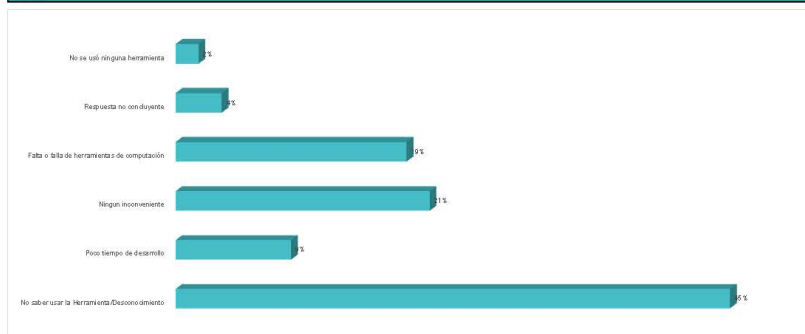


Pregunta: ¿Durante el modelado CAD y desarrollo de su alternativa de diseño cuáles fueron las dificultades al momento de emplear alguna de las herramientas de prototipado digital? Explique alguna de ellas.

- 1 Si, en lo personal el CAD se me dificulta
- 2 Si, casi siempre es aprendizaje empirico así que hay que descifrar cómo llevar a cabo las ideas
- 3 No fue fácil ya que no había implementado frecuentemente el uso de programas 3d
- 4 No se utilizaron esas herramientas
- 5 No
- 6 Adquirir los programas
- 7 No
- 8 Si tuve problemas debido a que no manejaba en totalidad solidworks, además que desconocia las opciones de renderizado lo que dificultaba tener entregas de calidad
- 9 No use
- 10 No tener muy buenas bases hizo que se me complicara
- 11 No use
- 12 Es una herramienta un poco cuadriculada
- 13 Las dificultades fueron las superficies curvas ya que no tenía mucha experiencia en el manejo de esta
- 14 Ninguna
- 15 En general no se presentaron dificultades, pero dependiendo de la complejidad de la alternativa, se le invertía más o menos tiempo.
- 16 Ninguna
- 17 Al momento de realizar renderizado, no teníamos alguna guía, era por nuestra cuenta
- 18 El peso del programa, cuando se sobrecarga en exceso el computador tiende a bajar el desempeño
- 19 No
- 20 Los aspectos y renderizados no eran de la mejor calidad
- 21 Poca experticia también
- 22 Falta de conocimiento del uso de la herramienta digital y falta de tiempo
- 23 Se me olvidaban las herramientas que debía usar o terminaba usando las mal
- 24 Si, Solid
- 25 Tenía formas muy orgánicas y solid es muy paramétrico, si hubiese tenido conocimiento de otras como Rhino puede que hubiese sido más sencillo
- 26 A veces no sabía utilizar muy solidworka
- 27 No, fue sencillo
- 28 La capacidad de manejar el objeto en el espacio, especialmente en rhinoceros
- 29 No contar con buen equipo para correr los programas, piezas muy complejas para modelar con solid, falta de conocimiento de otras herramientas
- 30 Igual, la experiencia con el software
- 31 Encontrar la manera de llevar un diseño 2d a algo tridimensional que no se viera solo como una extrusión.
- 32 Se me dificultó modelar formas orgánicas en la app no comprendía que funciones me permitían extraer curvas en la app No conocía Fusion360, me recomendaron usarlo, puesto que tuve que pedir ayuda para algunos pasos y usar algunas opciones
- 33 Rhinoceros, fue difícil ya que no tenía grandes conocimientos de su uso. Desarrolle una sombrilla a la cual aplicar el sellado pero no sabía cómo proyectarlo a las superficies curvas
- 34 El acceso a conocer bien la herramienta, pues en mi caso he aprendido estas herramientas por mi cuenta, con videos de internet y a veces no se encuentra lo que uno necesita
- 35 No sabía cómo mecanizar piezas en rhinoceros
- 36 Ninguna
- 37 No sabía usar muy bien los softwares de diseño
- 38 Desconocimiento sobre software de renderizado 3D; el empujado en su momento estaba muy sesgado al desarrollo de determinadas formas preestablecidas y un número muy limitado de acciones permitidas
- 39 La limitación del tiempo ya que modelar siempre requiere de mucha dedicación y algunas veces el tiempo no era suficiente
- 40 Ninguna, ya tenía conocimiento previo del programa. Pero si hubiese pensado en hacerlo en blender o solidworks me habría demorado un poco más debido al poco manejo de estos
- 41 Nuevamente, como en la anterior pregunta, el equipo es muy importante, y es una dificultad trabajar en un dispositivo que no rinda satisfactoriamente.
- 42 - Intente trabajar en solid pero es muy parametrico y esta asignatura se basa en formas de la naturaleza
- 43 - Hacer los renders es complicado
- 43 - Toca utilizar software piratas

- 44 Era difícil la parte de el dibujo en detalle porque sabíamos el uso de la herramienta pero para su producción y comercialización se necesita el dibujo y planos en detalle, entonces pues puede quedar atractivo u verse bien hecho pero la gran realidad es que a la hora de construirse queda faltando proceso.
- 45 Acababa de llegar de semestres virtuales, tenia poco conocimiento sobre modelado 3D
- 46 Falencias en el conocimiento del uso de la herramienta. El curso de dibujo de máquinas dictado por Jairo Córdoba fue extremadamente deficiente en cuanto al desarrollo de las competencias necesarias para defenderse con la herramienta. Todo lo que aprendí hasta ese momento para pasar el curso fue gracias a videos de YouTube.
- 47 Ninguno
- 48 Que solo nos enseñan solidworks y no lo enseñan muy bien, se aprende mejor en Youtube o domestika
- 49 Los conocimientos previos, habian falencias
- 50 Nuevamente la falta de experiencia en las herramientas, y el rhino es algo que no provee la universidad en computadores exteriores a la propia universidad, entonces a uno le toca los piratas o ilegales que traen virus, lo mejor seria niquiera pedir rhinoceros si niquiera lo van a proveer
- 51 La falta de conocimiento en otro software que no fuera Solid
- 52 Solo utilizar una herramienta limitaba mucho la construcción de formas ya que en Solidworks es más complicado crear formas orgánicas
- 53 lo mismo q la respuesta anterior (Claridad al usar la herramienta)

SITUACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
No saber usar la Herramienta/Desconocimiento	24	45%
Poco tiempo de desarrollo	5	9%
Ningun inconveniente	11	21%
Falta o falla de herramientas de computación	10	19%
Respuesta no concluyente	2	4%
No se usó ninguna herramienta	1	2%
Total	53	100%

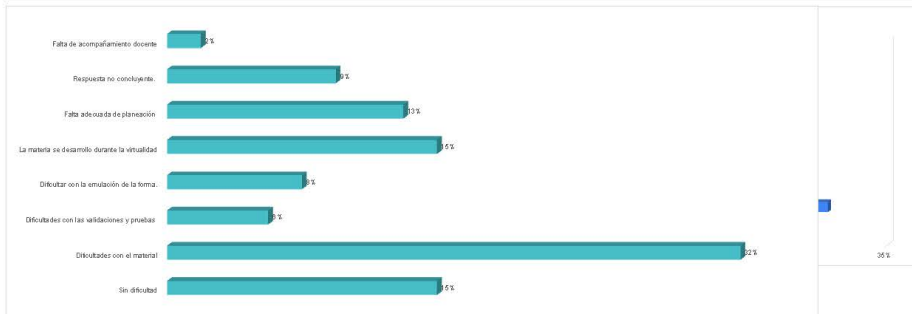


Pregunta: ¿Durante el Prototipado y manufactura de su modelo final para validaciones/verificaciones de diseño cuáles fueron las dificultades al momento de emplear alguna de las herramientas o materiales seleccionados?. Explique alguna de ellas.

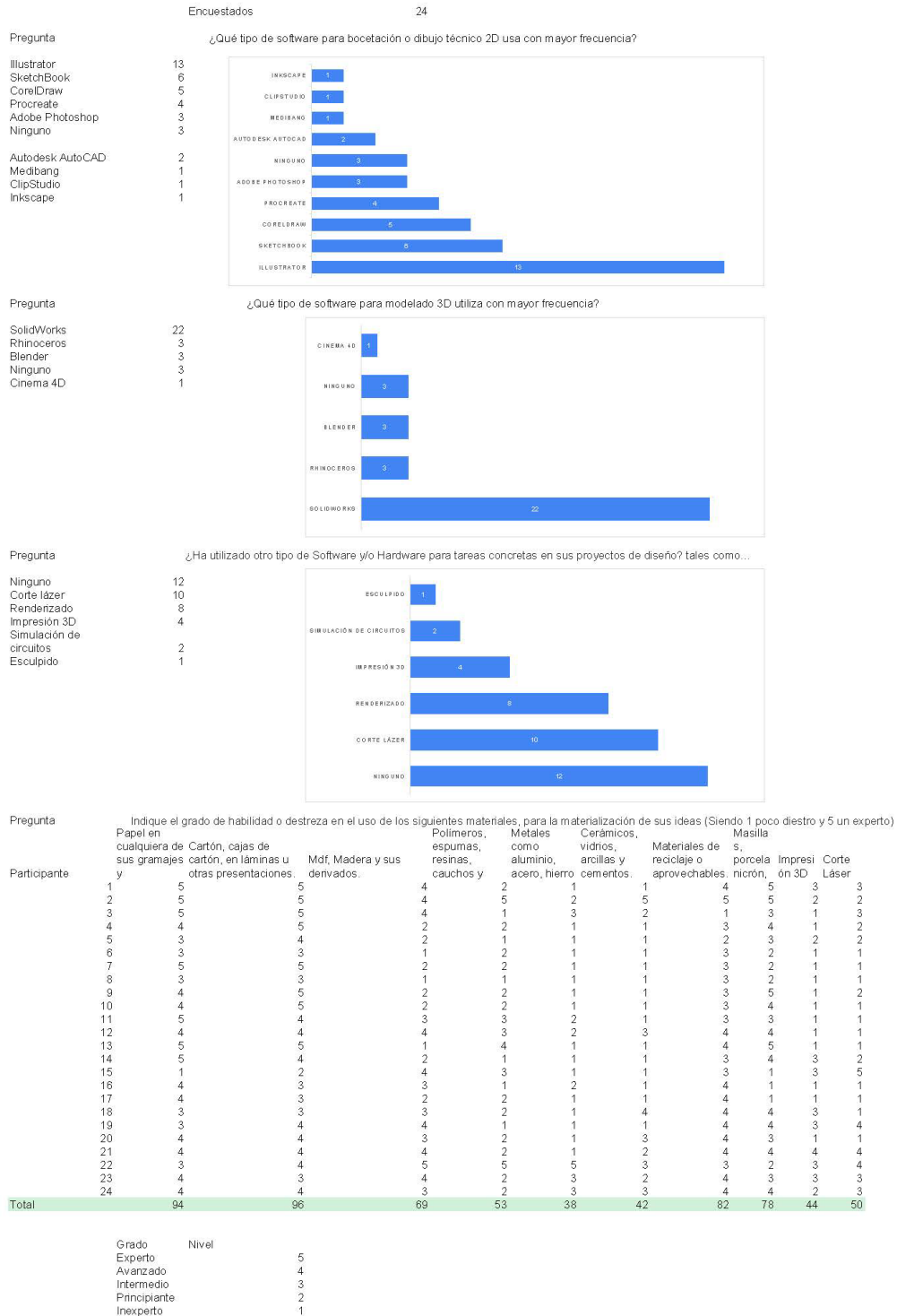
- 1 No
- 2 Pruebas de resistencia, para encontrar el prototipo más adecuado para el problema
- 3 No
- 4 Requerimos de apoyo externo de una conocida para confección de las telas.
- 5 No
- 6 Si
- 7 Por lo que la materia la vi virtualmente en su momento si se me dificultó prototipar
- 8 No, no recuerdo haber tenido.
- 9 A veces el unir los tipos de materiales era complicado debido a sus diferentes propiedades
- 10 No hubieron revisiones de. Los prototipos entonces realmente se llevo a presentar sin tener previas correcciones
- 11 La forma que tenía mi proyecto era curva y con los materiales que tenía era difícil llegar a ella
- 12 El prototipado en ese momento fue la pandemia la cual dificulto la forma de hacer todo
- 13 Dificultades en el uso de madera, pero es más por como fue planteado el proyecto, no tuvimos en cuenta mucho los costes y como trabajarla bien
- 14 Se presentaron tres dificultades: la falta de tiempo, la incorrecta administración de este, y el incorrecto o nulo cálculo de costos, sobre lo cual se debería hablar o explicar desde el inicio de la carrera y recordar en cada diseño, por lo que este hecho redujo la posibilidad de invertir el dinero en otros proyectos, terminó siendo más caro de lo esperado.
- 15 El espacio de trabajo para manejar espuma de poliuretano y realizar los moldes para la figura
- 16 Diría que el gasto en materiales suele ser un limitante muy grande cuando trabajamos
- 17 El ajuste entre los materiales, habian algunos que eran difíciles de pegar entre si porque no eran muy compatibles.
- 18 Ninguna
- 19 No sabia cómo unir los materiales en un mismo modelo,
- 20 No teniamos mucho conocimiento ni mucha Guia sobre el material que utilizamos (hicimos unos recipientes de fibra de arroz)
- 21 Con los usos en las pruebas se dañaban rápido, pues las personas eran bruscas o le hacían mucha fuerza al material
- 22 Tratar de hacer rigido pero a la vez liviano un material no tan estable
- 23 Si, ver material de materiales de forma virtual dejo un espacio considerable de conocimientos para futuros prototipos
- 24 Conseguir los materiales y realizar los procesos de manufactura durante la pandemia
- 25 El uso del material

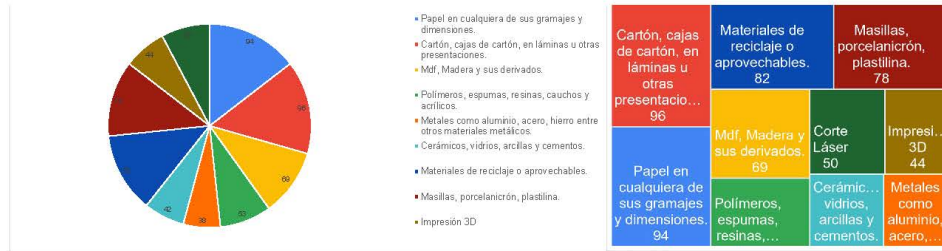
- 26 Crear una estructura estable
- 27 Conocer las propiedades de los materiales
No consideramos hacer el prototipo porque no habíamos entendido que necesitábamos validar algo con usuarios, por lo que realizamos más pruebas de verificación del posible funcionamiento del producto
- 28 Medir mal mis tiempos
- 29 Teniendo en cuenta que fue el primer semestre virtual, fue complicado conseguir materiales, por tanto tuve que trabajar con materiales que ya tenía en mi casa. Respecto al uso del mismo, ya tenía bases de semestres anteriores en el uso del cartón y lo que podía hacer con ello, entonces pude llevar a cabo el proyecto
- 30 Yo trabajé utilizando foamy moldeable para darle forma a unos audifonos, la forma de estos no quedaba totalmente exacta y al momento de realizar las pruebas estos se podían caer y partirse
- 31 Vi la materia en virtualidad y se me dificultaba encontrar los recursos necesarios
- 32 La distancia, era difícil para poder encontrarme con mi compañero por temas de COVID
- 33 Revisar respuesta anterior
- 34 No hubieron dificultades
- 35 Prototipar curvas es complejo
- 36 No sabía bien cómo funcionaba los materiales y los procesos de manufactura, debido a q no se tiene conocimiento previo de los diversos materiales por eso se hace complejo desarrollar un prototipo de buena calidad, además no se sabe escoger q materiales el indicado para la función q se desarrollaba el dispositivo
- 37 No se realizó el proceso de prototipado y de verificación y validación de la propuesta de diseño cuando cursé la asignatura.
- 38 Mi mayor dificultad fue el prototipado en sí, ya que yo vi expresión 2 virtual y no vimos casi nada de prototipado
- 39 La dificultad fue encontrar el material que se adecuara al prototipo y sus requerimientos
- 40 Hacer las cosas manualmente, hace que haya más posibilidad de fallo en cuanto a medidas y rangos, y este fue un problema
- 41 - En esos momentos no tenía los suficientes conocimientos para proponer mejores materiales
- 42 - Los acabados del modelo final no fueron los deseados
- 43 En ese taller de diseño propuse algo con electricidad pero no sabía nada y fue difícil construirlo
- 44 Cero conocimiento sobre el manejo de máquinas en talleres (porque acababa de volver de virtual)
- 45 La virtualidad. El curso de expresión donde deberíamos aprender a prototipar fue dictado en modalidad virtual. Muy mala idea. Los resultados de ese curso fueron extremadamente bajos en comparación a los resultados de los compañeros que vieron el curso luego de la pandemia en modalidad presencial.
- 46 Acabados
- 47 Ninguna
- 48 Los usuarios y las foos
- 49 El hecho de que algunos de esos materiales no los había podido trabajar antes bien bien en otras materias, así que nuevamente es algo de falta de experiencia, eso y que algunos materiales no se podían combinar con otros de forma fácil, pero eso era como dije algo que no sabía por la falta de conocimiento de esto
- 50 El poco tiempo con el que se cuenta al final del semestre para realizar este proceso
- 51 La dificultad principal fue acceder a materiales durante la pandemia, también la falta de conocimiento para manejar correctamente materiales porque no podíamos utilizar talleres
- 52 no me acuerdo...
- 53 lo mismo q la respuesta anterior (Claridad al usar la herramienta)

SITUACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Sin dificultad	8	15%
Dificultades con el material	17	32%
Dificultades con las validaciones y pruebas	3	6%
Dificultar con la emulación de la forma.	4	8%
La materia se desarrollo durante la virtualidad	8	15%
Falta adecuada de planeación	7	13%
Respuesta no concluyente.	5	9%
Falta de acompañamiento docente	1	2%
Total	53	100%



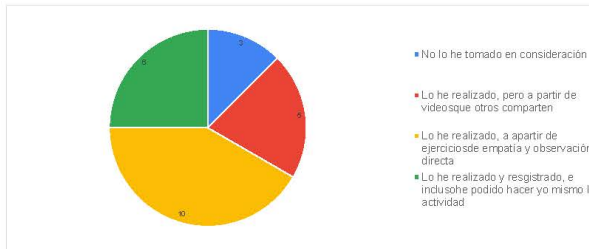
Apéndice E. Respuestas encuesta 2.





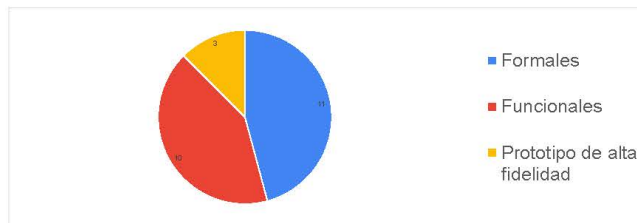
Pregunta En los proyectos de diseño que ha realizado, ¿Ha observado directamente las actividades, problemas y retos del usuario en su actividad?

No lo he tomado en consideración	3
Lo he realizado, pero a partir de videos que otros comparten	5
Lo he realizado, a partir de ejercicios de empatía y observación directa	10
Lo he realizado y registrado, e incluso he podido hacer yo mismo la actividad	6



Pregunta Durante el desarrollo de los proyectos de Diseño I Creatividad, Diseño II lenguaje Básico y Diseño III Configuración, ¿Qué nivel de detalle alcanzaron en sus

Formales	11
Funcionales	10
Prototipo de alta fidelidad	3



Pregunta ¿Los modelos/prototipos fueron validados?

No fueron validados.

10

Se analizaron algunos aspectos formales y estéticos. Se validaron elementos estructurales y funcionales.

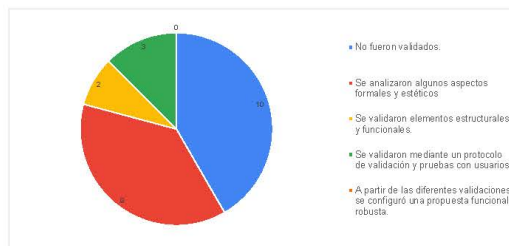
9

Se validaron mediante un protocolo de validación y pruebas con usuarios. A partir de las diferentes validaciones, se configuró una propuesta funcional robusta.

2

3

0



Apéndice F. Respuestas Encuesta 3 2023-1.

GUIA	TÍTULO
A	Guía para la creación de una cuenta en AutoDesk e introducción a la herramienta de modelado Fusión360.
B	Guía para la selección, diseño y modelado de un TOTEM para la exhibición de los proyectos realizados durante el Taller de Diseño IV.
C	GUIA MOLDES: Técnicas de elaboración de moldes para la creación de réplicas de figuras u objetos.
D	Banco de proyectos Diseño IV.
E	Guía Proceso de manufactura.
F	Taller de clase, ejercicio AdobeIllustrator, generación de tessalados 2D.

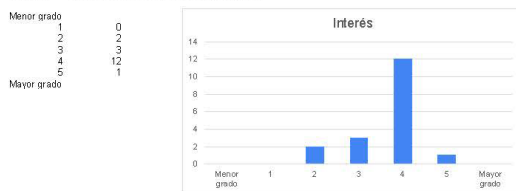
Item	Grado	Niveles
Item 1	Me gustaría utilizar esta herramienta más a menudo.	1
Item 2	Me parece que esta herramienta es más complicada de lo que debería ser.	Totalmente en desacuerdo
Item 3	Creo que la herramienta es sencilla y fácil de usar.	2
Item 4	Necesito apoyo técnico para utilizar esta herramienta.	En desacuerdo
Item 5	Creo que la herramienta funciona bien y está bien integrada.	3
Item 6	Creo que hay muchas irregularidades en la herramienta.	De acuerdo
Item 7	Creo que la mayoría de la gente puede aprender esta herramienta rápidamente.	4
Item 8	Creo que esta herramienta requiere mucho tiempo.	Totalmente De acuerdo
Item 9	Me siento seguro al utilizar esta herramienta.	5
Item 10	Creo que hay muchas cosas que aprender antes de poder empezar a utilizar esta herramienta.	

SUS Score	Grade	Adjectival Rating
> 60.3	A	Excellent
48-60.3	B	Good
40-48	C	Okay
31-40	D	Awful
<31	F	Poor

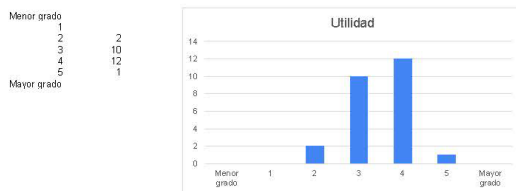
Análisis herramienta A

Encuestado	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	X	Y	X0	Y0	SUS	GRADO
1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	5	9	0	16	40	F
2	2	3	3	5	3	2	2	4	2	5	12	19	7	6	32,5	F
3	5	3	3	3	3	3	2	4	4	2	21	14	16	11	67,5	D
4	3	4	2	4	2	4	2	4	2	4	12	20	7	5	30	F
5	5	4	4	4	4	4	2	3	4	3	19	20	14	5	47,5	F
6	4	2	3	4	4	4	2	4	2	3	18	15	13	10	57,5	D
7	5	5	1	5	2	5	1	5	2	5	25	9	20	17	92,5	A
8	4	3	3	2	4	4	1	5	3	3	19	11	14	14	70	B
9	4	2	3	2	4	1	4	2	4	2	19	9	14	16	75	B
10	4	5	3	3	3	3	3	5	4	3	18	19	13	6	47,5	F
11	4	3	4	4	2	4	2	4	2	4	20	12	15	13	70	B
12	3	2	3	3	3	3	2	4	4	3	16	15	11	10	52,5	D
13	4	2	3	4	4	4	3	4	2	5	20	13	15	12	67,5	D
14	3	2	4	1	5	2	4	1	5	3	21	9	16	16	80	B
15	3	2	4	1	4	2	5	3	3	2	19	10	14	15	72,5	B
16	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	16	16	11	9	50	F
17	4	2	3	3	4	3	4	3	3	2	18	13	13	12	62,5	D
18	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	20	18	15	7	55	D
19	4	2	4	4	4	4	5	2	2	2	16	17	11	6	47,5	F
20	5	2	4	4	4	4	2	4	4	4	21	16	16	9	62,5	D
21	4	2	2	5	4	3	4	4	4	3	18	17	13	8	52,5	D
22	2	3	3	3	1	3	3	3	5	3	16	13	11	12	57,5	D
23	3	3	3	4	4	2	2	4	3	4	15	17	10	8	45	F
24	3	4	2	3	2	3	2	4	3	5	12	19	7	6	32,5	F
25	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	15	17	10	8	45	F

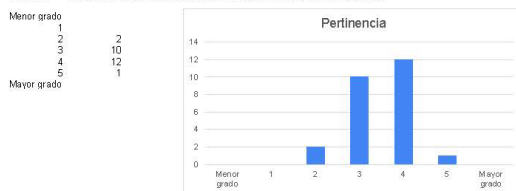
Pregunta Grado de interés que le generó la herramienta.



Pregunta Grado de utilidad de la herramienta para la creación, apertura e introducción a Fusión360.



Pregunta Grado en que esta herramienta permitió la introducción y uso de Fusión360.



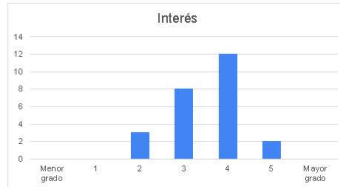
Análisis herramienta B

Encuestado	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	X	Y	X0	Y0	SUS	GRADO
1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	5	9	0	16	40	F
2	4	3	3	5	2	5	2	5	2	4	23	12	18	13	77,5	B
3	4	4	3	4	4	5	2	4	4	3	21	16	16	9	62,5	D
4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	20	16	15	10	60,5	D
5	3	4	3	1	3	3	3	4	5	3	16	16	11	9	50	F
6	5	3	4	2	1	4	2	4	3	3	20	12	15	13	70	B
7	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	25	5	20	20	100	A
8	4	2	4	4	5	4	5	2	3	5	21	17	16	8	60	D
9	3	4	3	1	3	4	4	4	4	1	17	14	12	11	57,5	D
10	2	5	1	3	2	4	5	3	2	3	12	21	7	4	27,5	F
11	4	2	4	2	4	2	4	3	4	3	20	11	15	14	72,5	B
12	4	1	4	2	3	1	5	4	3	20	11	15	14	72,5	B	
13	4	1	5	1	5	2	5	3	5	2	24	9	19	16	87,5	A
14	4	1	5	1	5	1	5	1	4	1	23	5	18	20	95	A
15	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	15	15	10	10	50	F

16	4	5	3	3	4	3	4	4	4	3	19	18	14	7	52,5	D
17	4	5	4	2	2	2	4	3	3	4	17	14	12	11	57,5	D
18	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	25	25	20	3	57,5	D
19	4	5	4	4	2	4	3	4	4	2	20	14	15	11	65	D
20	4	3	4	1	5	3	3	4	2	2	20	12	15	13	70	B
21	4	3	3	3	4	3	2	4	3	5	18	17	13	8	52,5	D
22	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	15	15	10	10	50	F
23	2	4	3	3	3	3	3	2	4	4	15	17	10	8	45	F
24	3	4	4	3	5	3	2	4	3	4	17	17	12	8	50	F
25	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	17	15	12	10	55	D

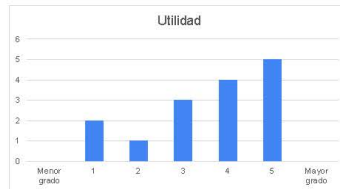
Pregunta Grado de interés que le generó la herramienta.

Menor grado	0
1	3
2	8
3	12
4	2
5	2
Mayor grado	



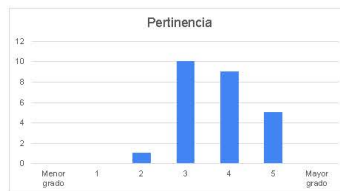
Pregunta Grado de utilidad de la herramienta para la ideación, diseño y modelado de un TOTEM para la exhibición de los proyectos realizados durante el Taller de Diseño IV.

Menor grado	2
1	1
2	3
3	4
4	5
5	5
Mayor grado	



Pregunta Grado en que esta herramienta permitió la configuración de un Totem para la exhibición de sus proyectos.

Menor grado	1
1	10
2	9
3	5
4	5
5	5
Mayor grado	

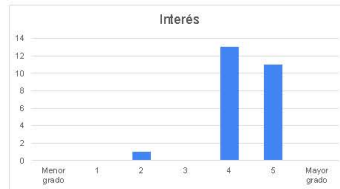


Análisis herramienta C

Encuestado	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	X	Y	X0	Y0	SUS	GRADO
1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	9	5	4	20	60	D
2	5	2	3	4	5	1	5	4	5	3	23	16	18	9	67,5	D
3	4	3	4	4	5	2	4	4	4	3	21	16	16	9	62,5	D
4	4	2	4	3	4	3	4	3	4	4	21	15	16	10	65	D
5	5	1	5	1	4	5	1	5	3	5	25	7	20	18	95	A
6	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	19	20	14	5	47,5	F
7	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	20	10	15	15	75	B
8	5	1	5	1	5	2	5	5	5	1	25	6	20	19	97,5	A
9	4	2	2	2	4	3	4	4	5	3	17	15	12	10	55	D
10	5	4	5	5	4	4	5	5	3	4	20	22	15	3	45	F
11	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	20	10	15	15	75	B
12	4	1	4	1	5	2	5	5	1	4	22	8	17	17	85	A
13	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	25	5	20	20	100	A
14	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	25	5	20	20	100	A
15	5	2	5	1	4	2	5	3	4	2	23	10	18	15	82,5	A
16	4	2	4	2	4	2	4	2	4	3	20	11	15	14	72,5	B
17	4	3	5	2	5	2	5	3	4	4	23	14	18	11	72,5	B
18	4	5	2	5	5	4	4	5	5	5	20	24	15	1	40	F
19	4	4	3	3	4	2	3	4	3	2	17	15	12	10	55	D
20	3	4	3	3	4	4	2	5	4	4	16	20	11	5	40	F
21	4	3	4	2	4	2	4	4	4	3	20	14	15	11	65	D
22	5	1	5	1	5	1	5	1	5	3	25	7	20	18	95	A
23	4	4	2	3	3	3	2	5	3	4	14	17	9	8	42,5	F
24	4	2	5	1	5	1	5	2	4	1	23	7	18	18	90	A
25	4	3	3	3	4	3	3	4	3	5	17	18	12	7	47,5	F

Pregunta Grado de interés que le generó la herramienta.

Menor grado	0
1	1
2	0
3	13
4	11
5	11
Mayor grado	



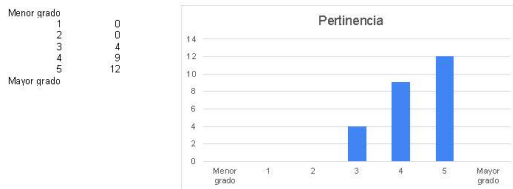
Pregunta Grado de utilidad de la herramienta para la planeación e implementación de técnicas para construir moldes.

Menor grado	0
1	0
2	2
3	7
4	16
5	16
Mayor grado	





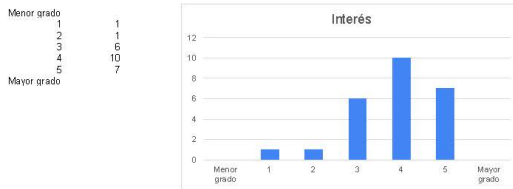
Pregunta Grado en que esta herramienta contribuyó en el proceso de construcción de moldes.



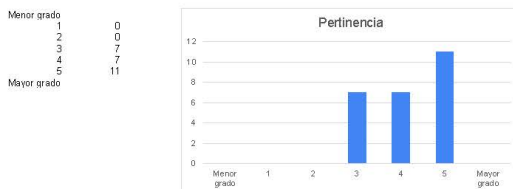
Análisis herramienta D

Encuestado	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	X	Y	X0	Y0	SUS	GRADO
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	5	10	0	15	37,5 F
2	3	3	4	1	4	2	5	2	3	2	19	10	14	15	72,5 B	
3	4	3	4	4	5	4	4	3	4	3	21	17	16	8	60 D	
4	5	4	2	3	4	2	3	3	4	4	20	14	15	11	65 D	
5	5	3	4	2	4	2	4	2	4	3	21	12	16	13	72,5 B	
6	5	1	4	1	5	2	5	3	4	1	23	8	18	17	87,5 A	
7	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	25	5	20	20	100 A	
8	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	25	7	20	18	95 A	
9	5	1	5	1	4	2	5	1	5	1	24	6	19	19	95 A	
10	3	3	4	3	4	2	3	4	4	5	18	17	13	8	52,5 F	
11	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	20	10	15	15	75 B	
12	4	2	4	2	3	2	4	4	3	3	16	13	13	12	62,5 D	
13	5	1	5	1	4	1	5	2	5	1	24	6	19	19	95 A	
14	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	25	5	20	20	100 A	
15	4	1	4	1	2	3	4	2	4	3	18	12	13	13	65 D	
16	3	2	4	2	4	2	4	2	4	2	19	10	14	15	72,5 B	
17	5	1	5	2	5	2	5	2	5	2	25	9	20	16	90 A	
18	5	5	5	5	4	4	2	2	5	5	21	19	16	6	55 D	
19	4	2	4	2	4	2	3	3	4	2	19	11	14	14	70 B	
20	4	1	5	1	4	2	2	4	4	3	21	9	16	16	80 B	
21	4	1	4	2	4	2	2	2	4	2	20	10	15	15	75 B	
22	3	2	5	1	3	2	5	1	5	3	21	9	16	16	80 B	
23	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	15	13	10	12	55 D	
24	5	1	5	1	5	1	5	2	5	1	25	6	20	19	97,5 A	
25	4	3	4	3	5	2	3	4	4	3	20	15	15	10	62,5 D	

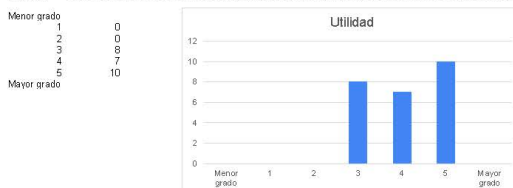
Pregunta Grado de interés que le generó la herramienta.



Pregunta Grado en que esta herramienta contribuyó en el proceso de observación y apropiación de conceptos.



Pregunta Grado de utilidad de la herramienta para la contextualización y trazabilidad de los alcances esperados para cada proyecto.



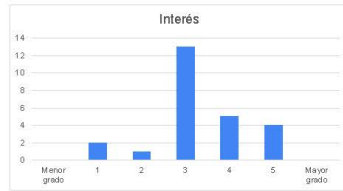
Análisis herramienta E

Encuestado	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	X	Y	X0	Y0	SUS	GRADO
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	9	0	16	40 F
2	5	2	3	2	4	2	4	2	4	5	20	13	15	12	67,5 D	
3	4	3	3	4	4	5	3	4	3	4	21	16	16	9	62,5 D	
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	15	15	10	10	50 F	
5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	15	15	10	10	50 F	
6	4	3	3	4	2	4	3	4	5	4	20	17	15	8	57,5 D	
7	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	25	5	20	20	100 A	

8	4	2	4	2	5	2	4	2	5	1	22	9	17	16	82,5	A
9	3	3	5	4	2	2	3	4	4	4	20	20	15	5	50	F
10	3	3	4	3	2	3	3	4	4	5	16	18	11	7	45	F
11	4	2	4	4	2	4	2	2	4	2	4	10	15	10	75	B
12	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	15	15	10	15	50	F
13	5	1	4	1	4	4	5	2	5	2	23	7	18	18	90	A
14	3	2	4	2	4	2	4	2	4	2	19	10	14	15	72,5	B
15	3	1	4	1	5	2	4	1	4	2	20	7	15	18	82,5	A
16	3	3	4	3	3	2	3	3	3	3	16	15	11	10	52,5	D
17	4	2	4	2	4	4	4	2	4	2	20	10	15	15	75	B
18	5	5	5	2	3	2	3	4	4	4	20	17	15	8	57,5	D
19	4	3	3	2	4	2	3	3	4	4	18	12	13	13	65	D
20	3	4	2	3	3	2	3	3	4	5	14	20	9	5	35	F
21	4	4	2	3	1	4	4	3	4	5	15	19	10	6	40	F
22	3	2	4	2	3	3	4	2	4	3	18	12	13	13	65	D
23	3	2	4	2	4	3	4	2	4	3	19	11	14	14	70	B
24	5	3	4	1	4	3	4	2	3	1	20	9	15	16	77,5	B
25	4	3	3	4	3	3	3	5	3	4	16	19	11	6	42,5	F

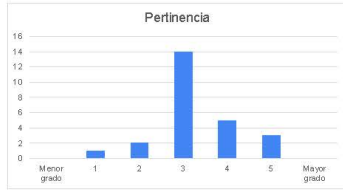
Pregunta Grado de interés que le generó la herramienta.

Menor grado 1
2
3
4
5
Mayor grado



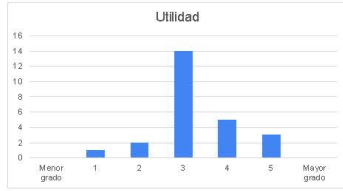
Pregunta Grado en que esta herramienta contribuyó en el proceso de formación en conceptos del diseño para la manufactura.

Menor grado 1
2
3
4
5
Mayor grado



Pregunta Grado de utilidad de la herramienta durante el desarrollo de su proyecto de aula.

Menor grado 1
2
3
4
5
Mayor grado

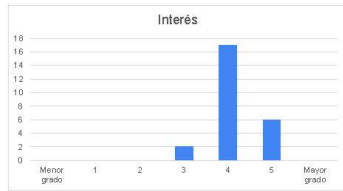


Análisis herramienta F

Encuestado	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	X	Y	X0	Y0	SUS	GRADO
1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	5	10	0	15	37,5	F
2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	22	13	17	12	72,5	B
3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	21	16	16	9	62,5	D
4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	20	15	15	10	62,5	D
5	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	21	18	16	7	57,5	D
6	4	5	4	5	4	5	4	5	3	4	17	18	12	7	47,5	F
7	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	25	5	20	20	100	A
8	4	5	4	5	4	5	4	5	3	4	19	11	14	14	70	B
9	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	21	14	16	11	57,5	D
10	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	17	24	12	1	32,5	F
11	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	20	10	15	15	75	B
12	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	20	9	15	16	77,5	B
13	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	21	18	16	7	57,5	D
14	4	5	4	5	4	5	4	5	1	2	21	6	16	19	87,5	A
15	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	19	16	14	9	57,5	D
16	5	6	5	6	5	6	5	6	4	5	20	17	15	8	57,5	D
17	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	24	11	19	14	82,5	A
18	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	24	23	19	2	52,5	D
19	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	18	14	13	11	60	D
20	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	25	17	20	8	70	B
21	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	20	17	15	8	57,5	D
22	5	6	5	6	5	6	5	6	1	2	12	22	7	3	25	F
23	4	5	4	5	4	5	4	5	3	4	15	14	10	11	52,5	D
24	5	6	5	6	5	6	5	6	3	4	22	14	17	11	70	B
25	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	18	14	13	11	60	D

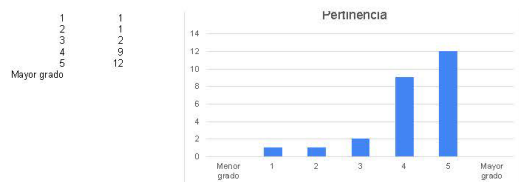
Pregunta Grado de interés que le generó la herramienta.

Menor grado 1
2
3
4
5
Mayor grado

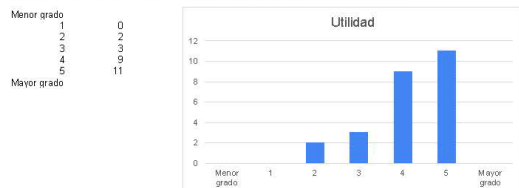


Pregunta Grado en que esta herramienta contribuyó en el proceso de creación de teselados.

Menor grado



Pregunta Grado de utilidad de la herramienta durante el desarrollo de su proyecto de aula.



Apéndice G. Respuestas Encuesta 3 2023-2.

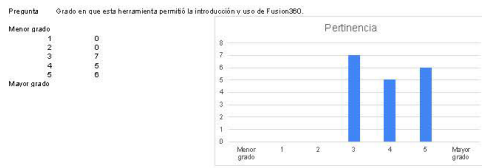
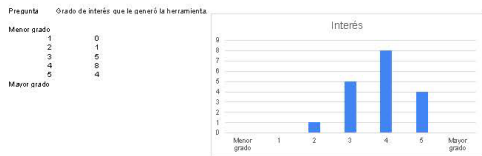
GUÍA	TÍTULO
A	Guía para la creación de una cuenta en Autodesk e introducción a la herramienta de modelado Fusion360.
B	Guía para la creación, diseño y modelado de un TOTEM para la exhibición de los proyectos realizados durante el Taller de Diseño IV.
C	GUÍA MOLDES: Técnicas de elaboración de moldes para la creación de réplicas de figuras u objetos.
D	Recorrido por el proyecto Diseño IV.
E	Guía Proceso de manufactura.
F	Taller de casos, software AnibaIllustrator, generación de resabados 3D.

Ítem	Enunciado	Grado	Nivel
Ítem 1	Me gustaría utilizar esta herramienta más a menudo.	Totalmente en desacuerdo	1
Ítem 2	Me parece que esta herramienta es más complicada de lo que debería ser.	En desacuerdo	2
Ítem 3	Creo que la herramienta es sencilla y fácil de usar.	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
Ítem 4	Me gusta utilizar esta herramienta.	De acuerdo	4
Ítem 5	Creo que la herramienta funciona bien y está bien integrada.	Totalmente de acuerdo	5
Ítem 6	Creo que hay muchas irregularidades en la herramienta.		
Ítem 7	Creo que la mayoría de la gente puede aprender esta herramienta rápidamente.		
Ítem 8	Creo que esta herramienta requiere mucho tiempo.		
Ítem 9	Me siento seguro al utilizar esta herramienta.		
Ítem 10	Creo que hay muchas cosas que aprender antes de poder empezar a utilizar esta herramienta.		

Scale Score	Grade	Assignment Rating
>= 80.0	A	Excellent
60-80.0	B	Good
40-60.0	C	Fair
20-40.0	D	Poor
< 20.0	F	Fail

Análisis herramienta A

Encuestado	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	Ítem 6	Ítem 7	Ítem 8	Ítem 9	Ítem 10	X	Y	SD	SD	SUS	GRADO
1	5	1	5	2	5	2	3	2	5	4	23	11	18	14	80	B
2	5	2	5	2	5	1	5	1	5	3	25	9	20	16	90	B
3	4	2	4	4	5	2	4	3	4	3	21	14	16	11	67.5	D
4	4	4	4	3	5	1	3	2	4	5	20	15	15	10	62.5	D
5	4	4	4	3	5	3	3	2	4	4	21	9	4	21	32.5	F
6	4	3	3	3	4	2	3	4	4	3	19	16	13	10	67.5	D
7	4	2	5	2	4	1	4	2	4	3	21	9	18	16	80	B
8	3	2	2	1	5	2	4	1	4	2	18	8	13	17	75	B
9	5	3	3	4	4	3	3	2	4	3	16	20	11	5	40	F
10	5	3	3	4	3	2	3	2	4	3	17	17	12	8	50	F
11	4	2	3	4	3	1	4	2	2	4	19	13	13	12	62.5	D
12	4	2	4	3	4	2	4	2	4	3	20	14	15	11	65	D
13	3	2	4	1	4	4	3	2	2	4	18	11	13	14	67.5	D
14	4	1	5	2	5	2	5	2	5	2	25	9	20	16	90	A
15	4	2	5	4	4	4	4	2	4	3	21	13	10	12	70	B
16	5	4	2	5	5	1	4	3	5	3	21	15	16	10	65	D
17	4	2	4	3	4	2	3	4	3	4	18	15	13	10	67.5	D
18	4	3	3	4	4	2	3	4	4	4	18	18	13	7	50	F



Scale Score	Grade	Assignment Rating
>= 80.0	A	Excellent
60-80.0	B	Good
40-60.0	C	Fair
20-40.0	D	Poor
< 20.0	F	Fail

Análisis herramienta B

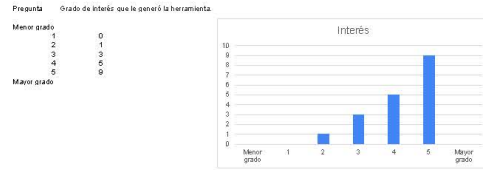
Encuestado	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	Ítem 6	Ítem 7	Ítem 8	Ítem 9	Ítem 10	X	Y	SD	SD	SUS	GRADO
1	1	4	2	2	3	3	2	4	3	3	11	16	9	9	67.5	F
2	5	2	4	2	5	1	3	2	5	2	22	9	17	16	82.5	B
3	5	3	5	2	5	2	5	2	5	2	25	13	20	12	90	B
4	4	3	5	1	5	3	5	6	4	3	23	15	18	10	70	C
5	4	4	3	4	4	4	3	4	3	5	20	17	15	8	67.5	D
6	4	2	3	2	4	2	4	3	4	3	19	12	14	13	67.5	D
7	4	1	4	1	4	1	5	2	4	3	22	7	17	19	60	A
8	4	1	5	1	4	2	4	2	4	1	21	7	16	18	85	A
9	4	3	4	4	4	2	2	5	3	3	17	19	12	9	45	F
10	3	2	3	2	3	3	4	2	3	1	16	10	11	15	65	D
11	4	2	4	4	4	2	3	2	3	4	18	14	13	11	60	D
12	4	1	5	2	4	1	3	1	3	3	21	8	18	17	82.5	B
13	4	2	4	2	4	2	5	2	4	2	21	10	16	15	77.5	B
14	3	2	3	3	4	2	4	2	3	2	17	10	12	15	67.5	D
15	5	1	5	5	4	1	4	3	4	3	22	13	17	12	72.5	B
16	2	2	4	5	4	3	4	5	4	1	16	16	13	9	55	D
17	5	1	5	2	4	2	4	3	4	3	20	12	15	13	70	B
18	4	3	4	4	4	2	3	4	3	3	10	15	14	10	60	D





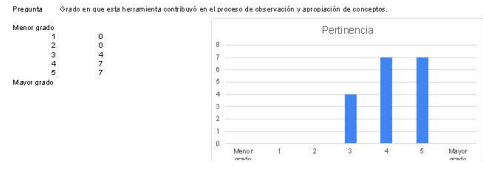
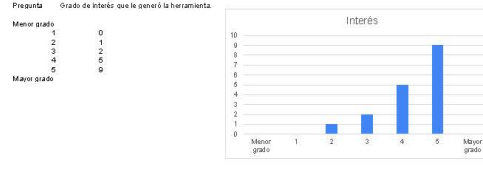
Análisis herramienta C

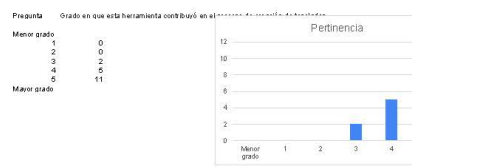
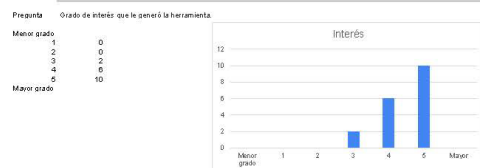
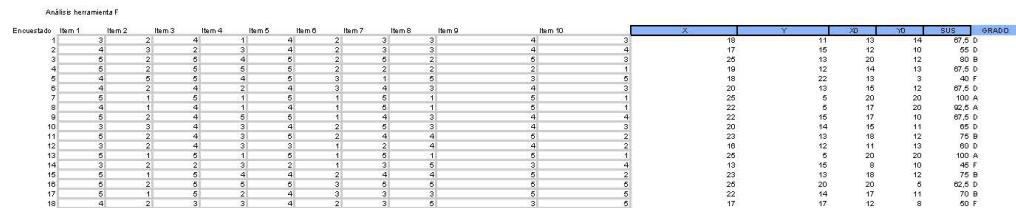
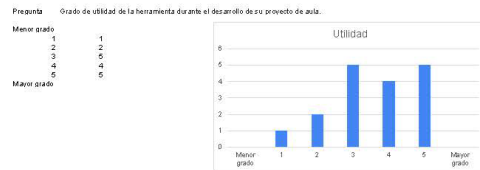
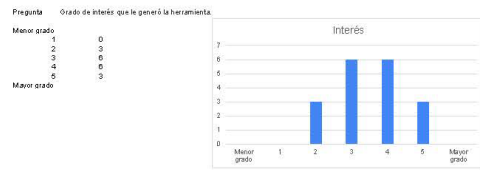
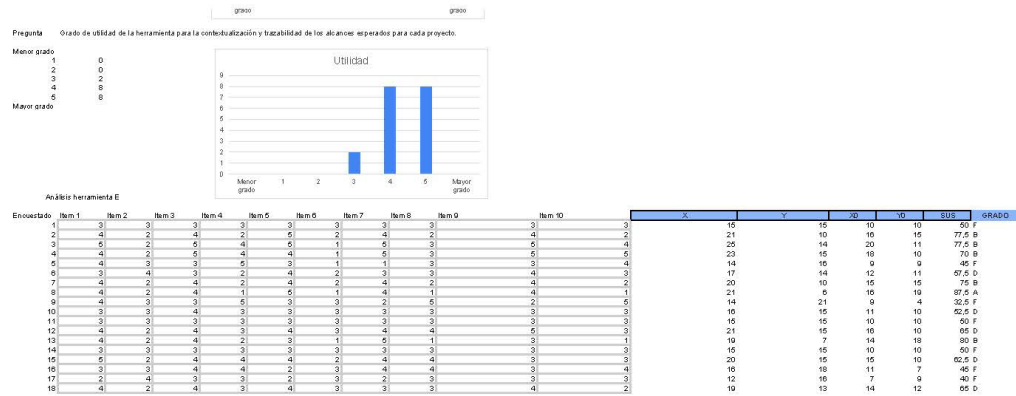
Enunciado	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	X	Y	Z0	Z1	SUS	GRADO
1	4	2	4	2	4	1	3	2	4	2	23	8	18	17	87,5 A	
2	5	1	5	1	4	2	5	2	4	2	12	19	13	90 B		
3	4	2	5	2	5	1	5	3	5	4	22	14	17	11	70 B	
4	5	3	3	4	5	1	5	5	4	3	19	22	14	3	42,5 F	
5	4	5	4	5	4	5	4	2	3	5	19	13	14	12	65 D	
6	4	3	4	2	4	2	3	3	4	3	25	5	20	20	100 A	
7	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	6	17	19	90 A		
8	4	1	5	2	5	1	4	1	4	1	22	15	17	10	67,5 D	
9	5	3	4	4	4	2	2	5	3	5	18	13	8	47,5 F		
10	3	2	4	2	4	3	4	3	4	4	19	14	14	11	62,5 D	
11	4	2	5	4	5	2	4	2	4	3	22	15	17	10	67,5 D	
12	4	2	4	3	3	2	4	4	4	3	17	14	12	11	57,5 D	
13	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	25	5	20	20	100 A	
14	3	4	3	2	3	2	2	4	4	4	14	16	9	9	45 F	
15	4	2	4	5	5	1	4	4	4	3	21	15	15	10	65 D	
16	5	2	4	3	5	2	5	2	4	2	23	11	18	14	90 B	
17	2	4	2	4	3	2	2	4	2	4	11	18	6	7	32,5 F	
18	5	2	3	4	4	2	4	5	4	3	20	16	15	9	60 D	



Análisis herramienta D

Enunciado	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	X	Y	Z0	Z1	SUS	GRADO
1	3	1	5	2	5	1	5	1	5	1	23	6	18	19	92,5 A	
2	5	2	4	1	5	1	4	1	5	1	23	6	18	19	92,5 A	
3	5	2	5	2	5	1	5	2	5	3	25	10	20	15	87,5 A	
4	5	1	5	3	5	1	5	2	5	2	25	11	20	14	85 A	
5	5	5	4	1	4	1	4	1	5	3	22	11	17	14	77,5 B	
6	5	1	4	2	4	1	4	2	4	2	21	8	16	17	82,5 A	
7	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	25	5	20	20	100 A	
8	5	1	4	1	5	2	5	2	5	1	24	7	19	17	82,5 A	
9	4	3	2	5	3	3	2	5	3	5	14	21	9	4	32,5 F	
10	5	3	4	3	4	1	5	3	4	3	22	15	17	12	72,5 B	
11	4	2	4	3	4	2	4	2	5	5	21	14	16	11	67,5 D	
12	2	2	3	4	4	2	2	4	3	3	15	15	10	10	60 F	
13	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	25	5	20	20	100 A	
14	2	2	4	3	5	3	4	3	3	2	15	13	10	12	65 D	
15	4	3	3	4	3	3	4	4	4	2	19	16	11	9	50 F	
16	5	3	4	3	3	3	5	2	5	5	22	16	17	9	65 D	
17	5	1	5	1	5	1	4	2	4	3	23	8	18	17	87,5 A	
18	4	1	3	3	4	2	3	4	4	3	19	14	13	11	60 D	





Pregunta: Grado de utilidad de la herramienta durante el desarrollo de su proyecto de aula.

Herramienta A Ecuestado		Opiniones	Negativa	Positiva	No concluyente
		1 Siempre he utilizado Fusion360 en proyectos, así que mis respuestas pueden estar sesgadas. Por lo demás, me parece que posee una curva de aprendizaje mucho menos complicada que otros programas CAD en sacrificio por herramientas de análisis que están un poco limitadas.	0	1	0
		2 Me gustó mucho la interfaz y lo intuitiva que es en el momento de usarla	0	1	0
		3 Buena herramienta para crear modelos 3D, y amplia gama de opciones para probar estos modelos	0	1	0
		4 Fue una buena apertura para aprender a usar fusion360	0	1	0
		5 Es una herramienta muy intuitiva	0	1	0
		6 Me pareció bastante versátil e interesante sus diferentes funciones	0	1	0
		7 Muy práctica	0	1	0
		8 Está bastante interesante y clara, lo único es que podría tener menos texto	1	0	0
		9 Siento que tiene muchas cosas buenas, pero necesitaría una guía para conocerlas y hacer uso de ella de la mejor manera, además de que requiere tiempo.	1	0	0
		10 Tiene varias funciones con la que me encuentro asociada	0	1	0
		11 No la utilicé para esta asignatura pero es muy útil	0	0	1
		12 Me gustó la herramienta porque era fácil de entender, la información visual es fácil de interpretar	0	0	1
		13 En kibboersnak, prefiero solidworks. Solid la considero más intuitiva	0	0	1
		14 Muy buena	0	1	0
		15 me gusta, resulta ser mas util para hacer modelos menos rígidos o curvos, q serian mas complicados de hacer en otras	0	1	0
		16 Demasiado útil, para sacar planos es lo mejor	0	1	0
		17 Es simple de usar pero no posee muchas herramientas con respecto a otros programas de este tipo	1	0	0
		18 Es una herramienta útil para un diseñador, es sencilla de usar pero requiere tiempo para sacarle el máximo	0	1	0
		TOTAL	3	13	2

Herramienta B Ecuestado		Opiniones	Negativa	Positiva	No concluyente
		1 Uno que se podrían dar mas apuntes con respecto a una guía de materiales recomendados para utilizar en el totem y en el teselado. Mi grupo, por ejemplo, tuvo varios problemas haciéndolo en pdf por el tema de peso y porque los módulos diseñados no se mantuvieron mucho tiempo sujetos. Mi respuesta puede estar sesgada porque trabajé con materiales poliméricos.	1	0	0
		2 Me agrada la forma en la que presenta los iconos es mucho más sencilla de usar que otras	0	1	0
		3 Buena herramienta permito una buena visualización de los proyectos	0	1	0
		4 Fue una muy buena manera de exponer un proyecto pues se tenía todo en un mismo lugar	0	1	0
		5 Fue una herramienta que me permitió explorar materiales nuevos	0	1	0
		6 Bastante interesante y muy útil para la creación de estructuras de productos tanto internas como externas	0	1	0
		7 Me fue de mucha utilidad para la construcción y diseño del totem	0	1	0
		8 Fue bastante útil y fácil de explorar y comprender	0	1	0
		9 Me hubiese gustado profundizar más sobre esta y con más tiempo, aunque obtuve buenos resultados.	0	1	0
		10 Me gusta la idea de exhibición, es diferente a lo convencional	0	1	0
		11 Buena para tener claro los pasos y la formas del diseño del Tolem	0	1	0
		12 Información clara, fácil de entender y buena organización	0	1	0
		13 Fácil el trabajo	0	1	0
		14 Regular	1	0	0
		15 Es un buen paso a paso, sobre las cosas que toca hacer	0	1	0
		16 Realmente me gustó mucho la parte gráfica y de modelado, construirlo casi no	0	1	0
		17 Es muy practica pero algo difícil de entender la primera vez	1	0	0
		18 Fue bien explicado y hubo acompañamiento en cada parte del proceso, el trabajo en grupo para el ensamble fue complicado pero se hizo un buen trabajo en el uso de la herramienta	0	1	0
		TOTAL	4	14	0

Herramienta C Ecuestado		Opiniones	Negativa	Positiva	No concluyente
		1 La información de la herramienta es clara. Los ejemplos reales funcionaban para adquirir conocimiento sobre que es y no es realizable. Mi respuesta puede estar sesgada porque estuve cursando polímeros ese semestre.	1	0	0
		2 Me gusta la estética que enfoca la información importante en la herramienta	1	0	0
		3 Fue una guía muy buena e inspiradora	0	1	0
		4 Fue entretenido experimentar los diferentes tipos para modelar y probar cual era la técnica mas adecuada	0	1	0
		5 Es la herramienta que me permitió aprender más en todo el semestre aunque fue de muy prueba y error eso me permito aprender de mis	0	1	0
		6 Fue bastante útil para la construcción y desarrollo de las diferentes ideas para moldes y para conseguir la propuesta final	0	1	0
		7 Me pareció muy interesante y útil tener toda la información compilada en solo lugar	0	1	0
		8 Me dio una idea y alternativas de como podria hacer los moldes para replicar la forma que queria. Me gustó porque no tenía conocimiento previo del tema	0	1	0
		9 Siento que fue bien útil la herramienta para conocer diferentes formas de generación de moldes, además que se evidenciaba bien el proceso en cada uno.	0	1	0
		10 La aplicación de diferentes técnicas para replicar dichos módulos fue bastante acertada para conseguir resultados óptimos	0	1	0
		11 Buena, tiene muchas opciones pero sería mejor probar algunas	0	1	0
		12 Me gustó como estaba categorizado todo, que habían ejemplos de las técnicas que se utilizaban, para tener mayor claridad sobre cada técnica.	0	1	0
		13 Fue extremadamente útil, Brandon además de ideas para generar los moldes, cierta perspectiva de como trabajar tomando en cuenta semestres anteriores.	0	1	0
		14 Muy interesante, pero no la utilicé	0	0	1
		15 Resulta bastante útil cuando uno no sabe nada del proceso de crear moldes o repetir muchas pieza, me ayudo para saber maneras que se adaptaran a mis formas.	0	1	0
		16 Vendas de yeso es muy chvere, pero para figuras regulares con espacios negativos, con figuras regulares es muy difícil por que los moldes en mi experiencia cambian un poco el tamaño lo que hace que se dañe la uniformidad de Un teselado que sea así con figuras regulares	0	1	0
		17 Se me hizo mucho más complicado de lo que debería ser	1	0	0
		18 Siento que no le saqué el máximo provecho y solo me fue útil para la creación de los moldes en 3D, me cuesta todavía hacer el teselado pero fue un gran apoyo	1	0	0
		TOTAL	4	13	1

Herramienta D Ecuestado		Opiniones	Negativa	Positiva	No concluyente
		1 Tener un banco de proyectos resulta muy útil para conocer trabajos previos, obtener inspiración y saber qué límites puede tener el proyecto final en aras de que las ideas sean realizables. Se podrían incorporar imágenes sobre el proceso de los primeros modelos realizados en algunos proyectos para conocer cómo prototipar rápidamente una idea.	0	1	0
		2 Me agrada la interactividad que puede llegar a tener	0	1	0
		3 Me gustó mucho, me ayudó a reorientar mis ideas	0	1	0
		4 Fue interesante el ver cómo una gran parte de las cosas están inspiradas en la naturaleza	0	1	0
		5 Fue una herramienta que me ayudó para inspirarme y cumplir los objetivos enfocados en mi proyecto	0	1	0
		6 Era una herramienta bastante completa, lo cual fue vital para tener una guía adecuada para desarrollar el proyecto	0	1	0
		7 Interesante	0	0	1
		8 Me gustó porque podía ver los resultados que han tenido otras personas en este taller y me daba otra perspectiva de como melodia resolver el problema	0	1	0
		9 Fue bien útil el observar proyectos anteriores para generar ideas en el proyecto propio, y por medio de estos también quedó clara la diferencia de los métodos aplicados	0	1	0
		10 Es ideal para hallar soluciones a las necesidades presentes	0	1	0
		11 Me gustó para tener referencia de los trabajos anteriores.	0	1	0
		12 Estaba bien especifico cada concepto en los métodos directos e indirectos, era fácil de comprender	0	1	0
		13 Al igual que la de los moldes, brinda una perspectiva y contexto para poder nutrir las ideas propias para el proyecto personal	0	1	0
		14 No	0	0	1
		15 Sirvió para guiarme, a como empezar a plantearme	0	1	0
		16 Siempre es interesante conocer los proyectos de la gente	0	1	0
		17 Muy útil y fácil de usar	0	1	0
		18 realmente no se uso como tal las herramientas de modelado en esta sección pero si las herramientas de búsqueda de información que brindaron los profesores	1	0	0
		TOTAL	1	16	2

Herramienta E Ecuestado		Opiniones	Negativa	Positiva	No concluyente
		1 No utilicé esta herramienta entonces no respondo.	0	0	1
		2 Me gustó la estética que permite encontrar la información de forma condensada	0	1	0
		3 Me gustó	0	1	0
		4 Todas fueron muy importante para la construcción del proyecto final aportando muchas nuevas herramientas y facilitando el paso a paso de todo.	1	1	0
		5 Es una herramienta larga y de cuidado	0	1	0
		6 Fue un proceso bastante interesante para tener una nueva forma de desarrollo del proyecto	0	1	0
		7 Muy bien explicada la información	0	1	0
		8 Me dio una idea, pero igual tuve que hacer paseante investigación externa para llegar a los resultados que queria	0	1	0
		9 No use esta herramienta.	0	0	1
		10 Ajam	0	0	1
		11 No utilicé la herramienta por que era solo conceptual	0	0	1
		12 Herramienta útil y bien organizada la información	0	1	0
		13 De las mencionadas exteriormente fue la que menos use	0	0	1
		14 No la use	0	0	1
		15 me gusto	0	1	0
		16 Buena metodología	0	1	0
		17 Se me hizo muy densa y complicada	1	0	0
		18 Una buena herramienta para poder empezar y tener un control sobre el producto que estamos diseñando, tener una mejor vision de lo que se quiere lograr con el paso a paso que nos brinda	0	1	0
		TOTAL	2	11	6

Herramienta F Ecuestado		Opiniones	Negativa	Positiva	No concluyente
		1 Previamente tenía experiencia en el uso de Adobe Illustrator, entonces no tuve problemas en el aprendizaje del software. Este caso puede ser diferente para otra persona.	0	0	0
		2 Es un poco compleja de aprender pero de igual forma sus mandos y herramientas permiten un uso rápido	1	0	0
		3 Me gustó, sencilla de usar	0	1	0

4 El Manejo de ilustrator me pareció un poco complejo pues fue la primera vez que lo usé pero en cuanto logré aprender a usarla fue todo mas fácil.	0	1	0
5 Fue la herramienta que más util me pareció pero también la más difícil	0	1	0
6 Tiene múltiples posibilidades de desarrollo con respecto a proceso y material	0	1	0
7 Me pareció super útil porque no tenía buenas bases para el manejo de la herramienta	0	1	0
8 Ya tenía conocimientos del programa pero igual me ayudó a ampliar lo que sabía	0	1	0
9 Fue muy útil para la generación de módulos, use esta herramienta para el desarrollo de estos en mi proyecto y dió buenos resultados, además de que en poco tiempo pude aprender la mayoría de herramientas	0	1	0
10 Todos son importantes para una metodología más organizada	0	1	0
11 Me gusto ver el proceso y ideas que se llevó a cabo	0	1	0
12 Me llamó la atención la herramienta, fue algo nuevo para mí	0	1	0
13 Favorece en el entendimiento de las posibilidades al usar la herramienta (adobe) en la generación del teselado propio	0	1	0
14 Requiere de mucho tiempo y precisión	1	0	0
15 Aprendí nuevas formas para crear módulos o supermódulos y a su vez la forma de generar con ellos el teselado	0	1	0
16 Me gustó mucho	0	1	0
17 Muy útil aunque al inicio se hace un poco difícil de usar	1	0	0
18 La mayor dificultad que tuve fue aprender dos nuevos programas para modelado 3D pero implementándose desde el inicio de puede lograr un mejor resultado en el menor tiempo	1	0	0
TOTAL	4	13	1

Encuestado

¿Qué aportes le brindó el Taller de Diseño IV en su proceso formativo?			
1 Método de abstracción formal y funcional a partir del estudio de soluciones existentes en la naturaleza.			
2 Me enseñó una nueva forma de hacer un proceso de empalme			
3 Muchos aportes			
4 Me brindó muchas nuevas herramientas que me puedo seguir sirviendo a lo largo de la vida			
5 Aprender nuevas técnicas y materiales			
6 Una nueva forma de observar y crear ideas desde una perspectiva muy diferente			
7 Mayor manejo en diferentes programas y herramientas			
8 Me ayudó a ampliar el conocimiento y conocer alternativas de procesos			
9 Conocimiento de plataformas, programas, procesos de diseño, modulación etc.			
10 Incremento la certeza en la toma de decisiones, apoyarnos en mecanismos establecidos apoya la idea de encontrar soluciones a problemas que ya existen pero en otros contextos/campos			
11 Mostrar un sentimiento con base a la naturaleza			
12 Aprendí bastante sobre bioforma, biomimética y generación de módulos y soluciones a problemas a través de la naturaleza			
13 Estructura, al trabajar cada herramienta por individual y después integrándola al proyecto muestra un proceso de diseño más estructurado y claro. Esta metodología es útil para futuros talleres de diseño.			
14 Metodología, aplicaciones, manufactura			
15 Sobre todo las de manufactura, moldes o uso de herramientas digitales			
16 Aprender a usar programas y herramientas necesarias para los siguientes talleres			
17 Aprender a usar ilustrator			
18 Me brindó la capacidad de tener un mejor enfoque en lo que quiero lograr en mi proyecto			

Apéndice H. Certificado ponencia UFPS.



LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER CÚCUTA Y SECCIONAL OCAÑA

CERTIFICA QUE:

SERGIO ANDRÉS DÍAZ RODRÍGUEZ
C.C. 100000000

Participó como **PONENTE** en el evento **VII ENCUENTRO INTERINSTITUCIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN** en el marco de la **X SEMANA INTERNACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**, con el trabajo de investigación titulado **“DISEÑO Y DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PEDAGÓGICAS PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS COMPETENCIAS DE IDEACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN DE MODELOS A PARTIR DEL DISEÑO PARA LA MANUFACTURA (DFM) APLICADO AL TALLER DE DISEÑO IV.”**.

El evento se desarrolló del 21 al 24 de noviembre del año 2023 con una intensidad de 32 horas.

Se expide esta certificación a los 27 días del mes de noviembre del 2023, San José de Cúcuta, Colombia.


VICERRECTOR ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER


DIRECTORA DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA





Apéndice I. Evidencia Material formativo desarrollado durante el desarrollo del trabajo de grado.

Durante el desarrollo del trabajo de grado, se generaron distintas herramientas pedagógicas que contemplaron los principales ejes temáticos a desarrollar. Estas se enfocaron en el diseño para la manufactura, sirviendo como apoyo para que los estudiantes pudieran desarrollar sus modelos finales mediante el empleo de diversas técnicas de moldeo.

Desarrollo del Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA)

En cumplimiento con el reglamento de pregrado y los objetivos de su trabajo de grado, desarrolló un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) cuyo objetivo fue capacitar a los estudiantes en temas relacionados con el diseño para la manufactura, ayudándolos a completar satisfactoriamente sus proyectos.

Para su creación, utilizó la plataforma Genially, que le permitió desarrollar módulos interactivos que incluían secciones de contenido, guías interactivas, videos y la exploración de materiales.

Alojamiento del OVA y enlace de acceso

Las herramientas están alojadas en el aula virtual de la materia Diseño IV. Para facilitar el acceso al evaluador y a futuros usuarios, he generado un enlace directo que permite explorar y analizar el contenido.

Aquí proporciono la lista de las herramientas implementadas junto con su enlace funcional:

Tabla Evidencia del desarrollo de distinta A OVA para el desarrollo de temas específicos en la materia de Diseño IV.

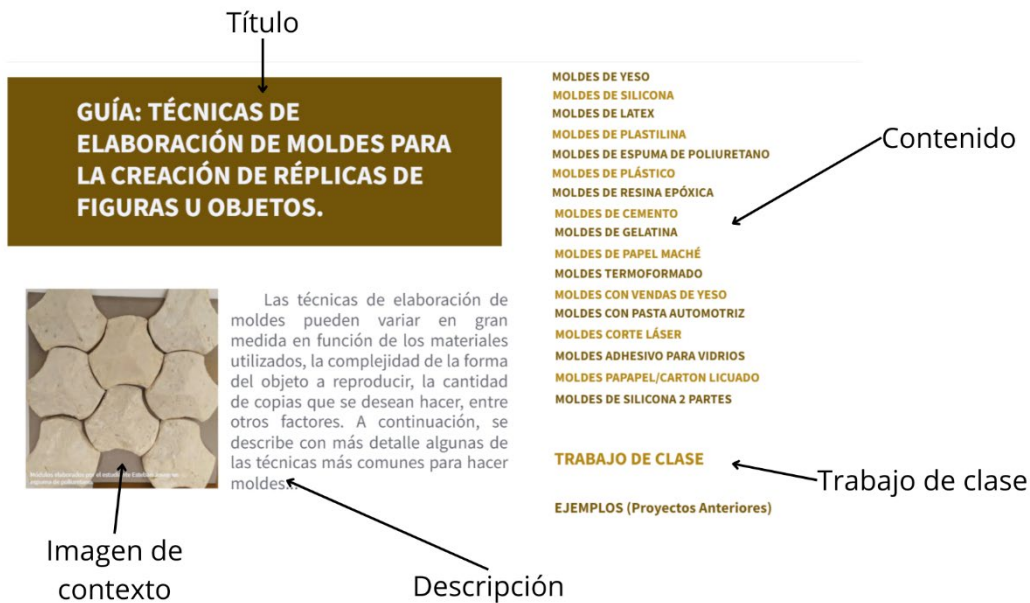
Portada	Descripción	Link de navegación
	<p>Tutorial paso a paso: Cómo crear una cuenta gratuita en Autodesk para acceder a programas de modelado como Fusion 360</p>	<p>https://view.genially.com/64194e24082343001195043c/gui-de-creacion-de-cuenta-en-autodesk-y-fusion</p>
	<p>Guía reto TOTEM, en donde se define el uso de un totem y se propone la implementación de herramientas de bocetación y modelado 3D para que los estudiantes desarrollen la exhibición de sus proyectos.</p>	<p>https://view.genially.com/64386b7207d28200123f0098/presentation-infografia-totem-iv</p>
	<p>Presentación magistral procesos de manufactura sus aplicaciones en la industria.</p>	<p>https://view.genially.com/652936dd235f5f0010ea895f/presentation-copia-procesos-de-manufactura-d-iv</p>
	<p>Guías técnicas de moldeo, donde se desglosan y ejemplifican las técnicas más factibles y económicas para realización de moldes</p>	<p>https://view.genially.com/6527b8093e3c500011d971ca/presentation-copia-tecnicas-de-moldeo-d-iv</p>
	<p>Guía donde se presentan los proyectos finales elaborados durante el desarrollo del curso y que sirven como guía para estudiantes que emprenden sus proyectos.</p>	<p>https://view.genially.com/64655a8f52ae4300136acd4a/presentation-banco-proyectos1</p>

Integración de las herramientas pedagógicas para el desarrollo del trabajo de grado

Propósito del OVA: El objetivo educativo del proyecto radica en fortalecer las competencias de los estudiantes en el proceso de ideación, construcción y validación de modelos mediante el Diseño para la Manufactura (DFM). Para ello, se aplican herramientas pedagógicas que facilitan la toma de decisiones en estos procesos. Este enfoque promueve el uso de TICs, permitiendo a los estudiantes aprender de manera práctica y autónoma.

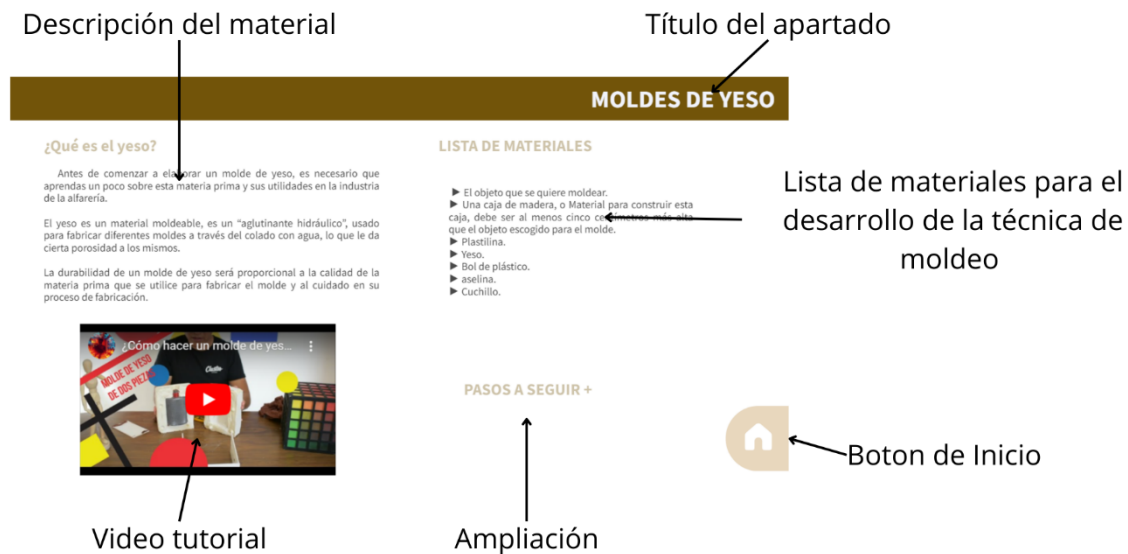
La relación con el tema de investigación se fundamenta en la necesidad de desarrollar y validar herramientas pedagógicas que permitan a los estudiantes aplicar conceptos de DFM en el contexto del Taller de Diseño IV. Este enfoque no solo favorece una mejor comprensión de los materiales y procesos productivos, sino que también mejora la capacidad de los estudiantes para diseñar y desarrollar sus modelos y prototipos para validaciones.

Estructura y contenido: Cada herramienta pedagógica cuenta con una portada en la que se especifica el título y la temática de esta. Además, se presenta un menú que indica la cantidad de apartados que contiene la herramienta. Cada título despliega un menú al hacer clic en la palabra clave, lo que permite acceder a los diferentes contenidos de manera organizada. Es decir, la portada ofrece una vista general del contenido en cada una de las herramientas.



A continuación, se presenta un ejemplo de la distribución del contenido y los títulos de los apartados que se desarrollarán en la herramienta sobre técnicas de moldeo. Esta herramienta ha sido diseñada para ofrecer a los estudiantes una comprensión clara y organizada de las diferentes técnicas de moldeo utilizadas en el diseño para la manufactura.

Cada apartado incluye secciones específicas que abarcan desde la introducción a las técnicas de moldeo, hasta ejemplos prácticos y actividades interactivas que facilitan el aprendizaje. La organización del contenido permite a los usuarios navegar de manera eficiente, accediendo rápidamente a la información que necesitan. A través de esta estructura, se busca fomentar un aprendizaje significativo y una aplicación práctica de los conceptos presentados.



En cada uno de los apartados, se definen los distintos botones de navegación que facilitan la navegación por el contenido. Estos botones están diseñados para permitir una experiencia de usuario intuitiva, lo que facilita la búsqueda de información relevante. Además, cada sección incluye ejemplos prácticos que ilustran las técnicas de moldeo en situaciones reales, así como video tutoriales que ofrecen una guía visual para una mejor comprensión de los conceptos presentados.

Estos recursos adicionales no solo enriquecen el aprendizaje, sino que también permiten a los estudiantes aplicar de manera efectiva los conocimientos adquiridos. A través de esta combinación de elementos interactivos y ejemplos concretos, se busca asegurar que los estudiantes tengan una comprensión integral de las técnicas de moldeo y su aplicación en el diseño para la manufactura.

Ampliación de pasos a seguir



1. La pieza que se va a utilizar deberá estar limpia, sin defectos y bien pulida. Se esparce por todo el objeto vaselina, de manera que quede bien cubierto, con una capa no muy gruesa.

2. El fondo de la caja que se utilizará para el vaciado se puede cubrir con plastilina para que, al colocar la pieza para el molde, este quede fijo. La cantidad de plastilina debe ser suficiente para que la pieza escogida se hunda hasta la mitad exactamente, quedando al descubierto la otra mitad de la misma. En base a esto, el resultado será un molde de yeso en dos partes.

3. Se realiza la mezcla de yeso de acuerdo a las instrucciones que tengamos, que pueden variar dependiendo de la marca del mismo. Lo recomendable es que su consistencia sea pastosa y no contenga burbujas. Para ello se puede golpear el bol donde se prepara la mezcla contra la superficie de trabajo hasta que no tenga burbujas.

4. Se procede a vaciar la preparación de yeso en el molde de vaciado hasta cubrir la pieza completamente. Es necesario dejar secar por completo el yeso antes de desmoldar la pieza.

5. Luego se repetirán los mismos pasos, por la otra cara de la pieza.

6. Al retirar el molde ya elaborado y completamente seco se procede a lijar suavemente los lados que hayan quedado ásperos o grumosos.

Imagen de contexto

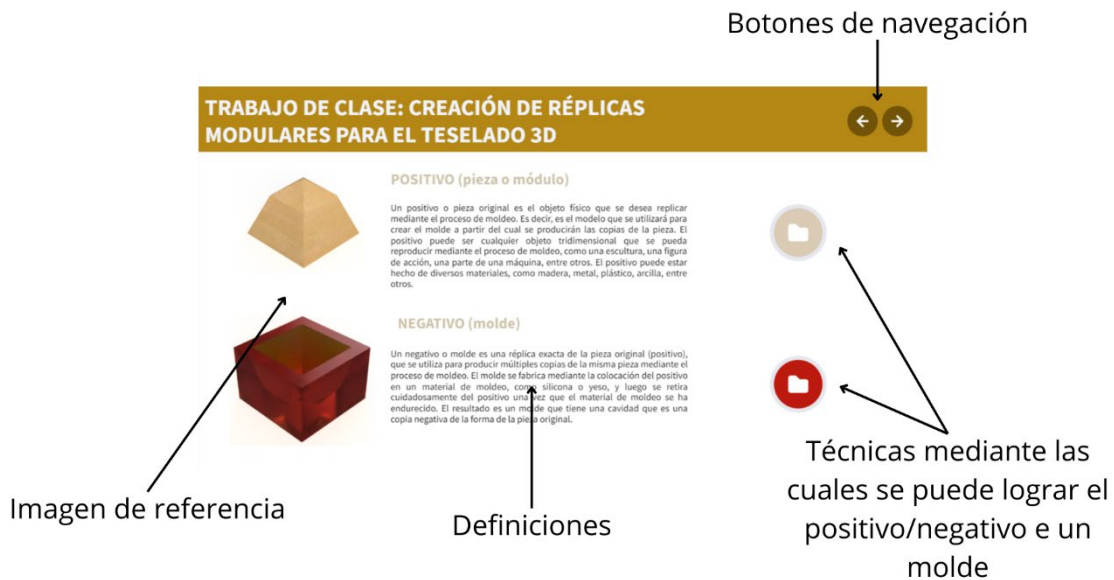
Al final de cada apartado, se establecen los principales pasos a seguir para el desarrollo de la actividad, los cuales están acompañados de imágenes que brindan contexto y facilitan la comprensión para el estudiante. Estas imágenes ilustrativas permiten que los alumnos visualicen de manera efectiva los conceptos y procedimientos que deben aplicar, creando una conexión más clara entre la teoría y la práctica.

Asimismo, en el apartado de "Trabajo en Clase", se especifican de forma más detallada los conceptos clave que se deben tener en cuenta para el desarrollo de cada uno de los moldes. Este enfoque detallado proporciona a los estudiantes una guía clara sobre los aspectos técnicos y teóricos necesarios para llevar a cabo sus proyectos con éxito, asegurando que cuenten con la información adecuada para realizar un trabajo de calidad.



Mediante el proceso de apropiación conceptual, es fundamental que los estudiantes mantengan un lenguaje técnico al referirse a las diferentes partes que componen un molde. Por ello, se amplía considerablemente este apartado, brindando una explicación detallada de la terminología específica que deben conocer y utilizar. Esto no solo les ayudará a familiarizarse con el vocabulario técnico del diseño para la manufactura, sino que también les permitirá comunicarse de manera efectiva sobre sus proyectos.

Después del apartado de "Trabajo en Clase", se presentan ejemplos de trabajos anteriores elaborados por otros estudiantes que cursaron la materia. Estos ejemplos sirven como referencia y motivación, ya que muestran la aplicación práctica de los conceptos aprendidos. Al analizar estos trabajos, los nuevos estudiantes pueden obtener ideas e inspiración para sus propios proyectos, al tiempo que comprenden la diversidad de enfoques y soluciones que pueden desarrollarse en el contexto del diseño de moldes.



Finalmente, el proyecto logró desarrollar y validar material formativo basado en el Diseño para la Manufactura (DFM), que fortaleció las competencias de los estudiantes del Taller de Diseño IV en ideación, construcción y validación de modelos. A través de la incorporación de TICs, metodologías prácticas y enfoques colaborativos, se mejoró significativamente el proceso de aprendizaje, promoviendo la integración de nuevos materiales y técnicas de manufactura.