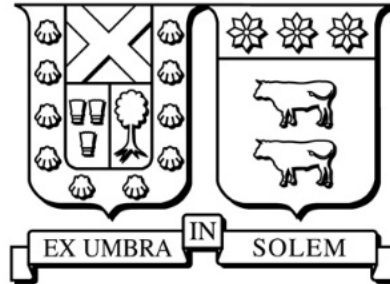


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA
INGENIERIA EN DISEÑO DE PRODUCTOS
VALPARAISO – CHILE



[INVESTIGACION PARA EL DISEÑO DE UN RECURSO ACADEMICO PARA LA PLANIFICACIÓN
DE INSTANCIAS DE VALIDACIÓN EN PROYECTOS DE DISEÑO]

NICOLAS NAST LOYOLA
MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO/A EN DISEÑO DE PRODUCTOS
PROFESORA GUIA - NATALIA DEBELUCK PLENTZ
[MARZO – 2026]



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: INVESTIGACION PARA EL DISEÑO DE UN RECURSO ACADEMICO PARA LA PLANIFICACIÓN DE INSTANCIAS DE VALIDACIÓN EN PROYECTOS DE DISEÑO

Nombre del candidato(a): NICOLAS NAST LOYOLA

Carrera / Grado: INGENIERIA EN DISEÑO DE PRODUCTOS

Campus: CAMPUS CASA CENTRAL

Departamento: DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EN DISEÑO

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, NATALIA DEBELUCK PLENTZ, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 30/03/2026

Firma:

Natalia D. Plentz

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 30/03/2026

Firma:

Nicolas Nast Loyola

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a mi profesora guía, Natalia, con quien tuve la suerte de trabajar como su ayudante y fue esa experiencia la que definió mi decisión de querer su guía en este proyecto, su ayuda, palabras y trato humano, fueron determinantes en este difícil proceso. Me siento honrado de haber realizado mi título con una profesional como usted.

A Jorge Arancibia y Jorge Maggiolo, quienes además de su impecable trabajo, siempre se han mostrado como un rostro amigable y confidentes, personas que nos impulsado a ser mejores a no bajar la cabeza y a cumplir las metas por locas que suenen. Gracias por darle personalidad y humanidad a mi experiencia universitaria.

A los profesores con quienes tuve la suerte de colaborar, Victor Urrutia, Felipe Arenas, Juan Carlos y Gabriela López, personas que impactaron profundamente en mí, tanto a nivel académico y profesional como personal.

A mis compañeros quienes me acompañaron en los primeros años de universidad durante la pandemia, un grupo variado de personas que, nos apoyamos en el momento que lo necesitamos, a Vale, Josefa, Sebastián y Max, por nombrar a algunos. Fueron mis primeros amigos y siempre tendrán un lugar en mi memoria.

A Arantza, mi primera persona en la universidad y sin quien no podría imaginar gran parte de mi experiencia universitaria. Te agradezco por las enseñanzas que me diste, por el tiempo impagable que pasamos juntos y el cariño que nos unió. Fuiste muy importante y nunca lo olvidare

Al Laboratorio LabUX, y su equipo de trabajo, con quienes compartí durante años, fue el lugar donde me encontré tanto en el área del diseño como en la universidad, grandes personas haciendo grandes cosas, un lugar que atesorare profundamente y que me entrego las herramientas que hoy me permiten estar aquí.

A Claudia Lopez, quien me dio mi primera oportunidad en el LabUX y luego me dio otra gran oportunidad ofreciéndome mi práctica profesional. Una persona admirable en su capacidad profesional, de quien he aprendido muchísimo en el área de UX, y a quien considero una mentora.

A Giarka Miyoko Okubo, mi mejor amiga, a quien sin rodeos le debo la vida, y una persona absolutamente fundamental en mi vida, tanto universitaria como fuera de ella, no puedo imaginar estos últimos años sin ti y sin tu apoyo, una persona que me enseñó no solo a ser mejor estudiante, sino a ser una mejor persona y un mejor hombre, a mirar la vida de

otra forma y a no rendirme, por muy difícil que se vea la situación. Gracias a tu amistad, hice cosas que nunca creí que haría, viaje a lugares que no esperaba visitar y viví experiencias que atesorare por siempre. Te quiero muchísimo y estaré eternamente en deuda por todo lo que has hecho por mí.

A mi padre, Claudio, quien me ha apoyado incondicionalmente durante todo este proceso, quien nunca a dudado de mis capacidades y ha estado ahí para aconsejarme y para escucharme. Alguien que tuvo que asumir el rol de ambos padres desde que tengo 10, y lo hizo de forma tan increíble que no imagino mi vida de otra forma, te amo papa y tu confianza en mí es lo que me permitió llegar tan lejos.

A mi familia, mis hermanos, Felipe, Josefina y Benjamin, quienes me han arropado en un ambiente familiar inmejorable, personas que admiro y respeto profundamente y quienes me han ayudado con su amor y cariño incondicional.

A Tomas, mi mejor amigo, con quien he vivido de todo y quien me ha apoyado siempre, una persona que no puedo describir de otra forma más que mi hermano, te debo muchísimo por todo lo que has hecho por mí. Te quiero mi hermano

RESUMEN

Esta memoria aborda la falta de orientaciones específicas para que los estudiantes de Ingeniería en Diseño de Productos planifiquen la validación de sus proyectos de taller.

El objetivo del estudio fue desarrollar un recurso académico que guíe la toma de decisiones en las instancias de validación de proyectos de diseño.

La investigación se realizó bajo el modelo Doble Diamante, mediante revisión documental, mapeo de actores, entrevistas semiestructuradas a estudiantes y docentes, y análisis comparativo de planes oficiales. A partir de estos antecedentes se identificaron brechas en la enseñanza de la validación, se caracterizaron necesidades de testeo y se definieron requerimientos técnicos para el recurso.

Con estos insumos se elaboró una matriz morfológica que permitió explorar distintas configuraciones y culminó en una solución de dos capas: una infografía basada en una matriz Etapa x Objetivo y un manual PDF con un repertorio de trece herramientas de validación, fichas de aplicación y recomendaciones para trabajar con personas usuarias.

La propuesta fue validada con docentes mediante entrevistas semiestructuradas y con

cinco estudiantes de talleres avanzados mediante un test de usabilidad moderado con protocolo de pensamiento en voz alta. Los resultados confirmaron que el artefacto permite la navegación autónoma de la matriz, la selección informada de herramientas y la extracción de información operativa suficiente para su aplicación. Los hallazgos del test, todos de naturaleza comunicativa, fueron incorporados en un ciclo de ajustes que produjo la versión final del recurso.

Palabras clave: validación, Taller de Productos, recursos académicos, diseño centrado en personas, herramientas de validación.

ABSTRACT

This thesis addresses the lack of specific guidelines for Product Design Engineering students to plan the validation of their workshop projects.

The objective of the study was to develop an academic resource to guide decision-making during the validation stages of design projects.

The research was conducted using the Double Diamond model, through document review, stakeholder mapping, semi-structured interviews with students and faculty, and comparative analysis of official curricula. Based on these inputs, gaps in the teaching of validation were identified, testing needs were characterized, and technical requirements for the resource were defined.

A morphological matrix was developed that allowed for the exploration of different configurations and culminated in a two-layer solution: an infographic based on a Stage x Objective matrix and a PDF manual containing a repertoire of thirteen validation tools, application cards, and recommendations for working with users.

The proposal was validated with faculty through semi-structured interviews and with five advanced workshop students through a moderated usability test using a think-aloud protocol. Results confirmed that the artifact

enables autonomous navigation of the matrix, informed tool selection, and extraction of sufficient operational information for application. All findings from the test were communicative in nature and were incorporated into a design adjustment cycle that produced the final version of the resource.

Keywords: validation, Product Workshop, academic resources, human-centered design, validation tools.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	3
ABSTRACT.....	5
ÍNDICE	7
GLOSARIO.....	11
1 INTRODUCCIÓN	14
1.1 Justificación del proyecto.....	16
1.2 Contexto del proyecto.....	17
1.2.1 Modelos de trabajo centrados en usuarios.	18
1.2.2 Prototipos como medios de validación.....	19
1.2.3 Validación y sus espectros de herramientas	20
1.2.4 Carrera de Ingeniería en Diseño de Productos de la USM	21
1.2.5 Necesidad de validación de estudiantes IDP	24
1.2.6 Problemática General	25
1.3 Objetivos	26
1.3.1 Justificación de los Objetivos	26
2 METODOLOGÍA	28
2.1 Etapa de Descubrir.....	29
2.2 Etapa de Definición.....	30
2.3 Etapa de Desarrollo.....	31
2.4 Etapa de Validación y Entrega	32

2.5 Planificación de Proyecto	33
-------------------------------------	----

**3 DESCUBRIR: DEFINICIONES DE USUARIO Y
LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN..... 35**

3.1 Mapa de actores	36
---------------------------	----

3.1.1 Modelo Tipológico seleccionado	36
3.1.2 Resultados de Mapa de actores	37
3.1.3 Definición y conclusión sobre usuarios principales y secundarios	40

3.2 Levantamiento de necesidades de usuarios	40
---	----

3.2.1 Justificación del uso de entrevistas semiestructuradas	40
3.2.2 Entrevista a usuarios primarios (alumnos del departamento)	41
3.2.3 Número de entrevistas y criterio de validez	42
3.2.4 Resultados de las entrevistas	43

**4 DEFINIR: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y
SÍNTESIS..... 48**

4.1 Programas oficiales vs. experiencias estudiantiles.....	49
--	----

4.1.1 Revisión de los programas oficiales.....	49
4.1.2 Ejes de síntesis para el análisis comparativo	51
4.1.3 Comparación con las experiencias estudiantiles y brechas identificadas.....	52

4.2 Identificación de necesidades	55
---	----

4.2.1 Requerimientos técnicos de la solución ...	57
--	----

4.2.2 Selección del formato de solución: enfoque matricial	60
---	----

4.3 Síntesis e identificación de tipos	61
--	----

4.3.1 Necesidades de testeo o de diseño	61
4.3.2 Tipología de prototipos según necesidad de validación	63
4.3.3 Tipología de prototipos según fidelidad ...	64
4.3.4 Etapas del proceso de diseño	65
4.3.5 Tipos de actores involucrados.....	66
4.3.6 Objetivos de validación	67
4.3.7 Formatos de implementación de la herramienta de validación	68

**5 DESARROLLAR: IDEACION Y CONCEPCION
DE SOLUCION..... 70**

5.1 Matriz morfológica	70
------------------------------	----

5.1.1 Aplicación de Matriz	71
----------------------------------	----

5.2 Construcción de combinaciones compatibles.....	74
---	----

5.2.1 Criterios de selección	75
5.2.2 Representación esquemática de las combinaciones	77
5.2.4: Bocetos y grafica de conceptos.....	77
5.2.3 Estructura y características de los prototipos	78
5.2.5 Primera iteración de prototipos: Esquematización y diagramación de la propuesta	79

**6 VALIDACION Y ENTREGA: PROTOTIPADO
FINAL Y TESTEO CON USUARIOS..... 86**

6.1 Primera instancia de validación: entrevistas semiestructuradas con docentes	87
6.1.1 Estructura de la entrevista.....	88
6.1.2 Resultados de la primera validación.....	89
6.2 Definición de características de la solución final.....	92
6.2.1 Capa 1 — Infografía (Nivel de consulta rápida)	93
6.2.2 Capa 2 — Documento PDF (Nivel de profundización)	95
6.2.3 Síntesis conjunta de la solución final.....	97
6.3 Arquitectura de la solución	97
6.3.1 Selección y caracterización del repertorio de herramientas de validación	98
6.3.2 Distribución de herramientas en la matriz Etapa × Objetivo de validación	102
6.3.3 Principios y buenas prácticas para la validación con personas usuarias.....	109
6.3.4 Síntesis de la arquitectura de la solución	113
6.4 Capa 1 — Prototipo funcional de la infografía de matriz de validación	113
6.5 Capa 2 — Guía de referencia ampliada (Documento PDF)	116
7 VALIDACION DE ARTEFACTO.....	120
7.1 Validación funcional del artefacto	120
7.1.1 Usuarios primarios a testar	120
7.1.2. Función del método de validación	121
7.1.3. Estructura del protocolo.....	121
7.1.4. Diseño de tareas con respuesta única ...	122

7.1.5. Resultados esperados	122
7.2 Análisis de resultados	123
7.2.1 Caracterización de la muestra y contexto de aplicación	123
7.2.2 Desempeño en Capa 1: comprensión y navegación de la matriz	125
7.2.3 Transición entre capas: del QR al PDF.....	127
7.2.4 Desempeño en Capa 2: extracción de información operativa.....	128
7.2.5 Exploración de la sección de buenas prácticas.....	129
7.2.6 Hallazgos cualitativos transversales	130
7.2.7 Síntesis de hallazgos priorizados.....	133
7.2.8 Contraste con los resultados esperados ..	134
7.2.9 Limitaciones de la validación	135
8 AJUSTES DE DISEÑO	137
8.1 Correcciones de base	137
8.2 Ajustes en Capa 1 (Infografía)	138
8.2.1 Cambio de formato: de cuadrado a vertical	138
8.2.2 Reducción de la densidad visual en la zona central.....	139
8.2.3 Incorporación de una paleta de colores..	140
8.2.4 Reorganización de la zona informativa ...	141
8.2.5 Incorporación de pie de lámina institucional	141
8.3 Ajustes en Capa 2 (Manual PDF).....	143
8.3.1 Reubicación de la sección de buenas prácticas.....	143

8.3.2 Reducción de densidad en las introducciones.....	143
8.3.3 Incorporación de la matriz de validación en el manual.....	144
8.3.4 Reorganización interna de las fichas de herramientas	145
8.3.5 Coherencia visual con la Capa 1	145

9 CONCLUSIONES..... 148

9.1 Síntesis general del proyecto.....148

9.2 Cumplimiento de objetivos 149

9.3 Resultados de la validación y efectividad del artefacto 150

9.4 Potencial de intervención en el contexto formativo 151

9.5 Aportes al campo del diseño y a la formación en Ingeniería en Diseño de Productos 152

9.6 Limitaciones del estudio 153

9.7 Proyecciones futuras.....153

REFERENCIAS..... 156

Anexos 161

Anexo B 161

GLOSARIO

CAD / CAE (Computer Aided Design / Computer Aided Engineering):

Conjunto de herramientas digitales orientadas, respectivamente, al modelado 2D/3D de productos y a la simulación de su comportamiento mecánico, térmico u operativo antes de construir prototipos físicos.

Card Sorting:

Técnica de evaluación en la que las personas usuarias agrupan tarjetas con contenidos o funcionalidades en categorías que les resultan significativas, permitiendo evaluar y ajustar la arquitectura de información o la organización de un sistema.

Desk Research:

Revisión sistemática de información secundaria ya disponible (artículos académicos, informes, bases de datos, documentos institucionales) con el fin de contextualizar un problema de diseño y fundamentar decisiones sin recurrir inicialmente a trabajo de campo.

Design Thinking:

Enfoque de diseño centrado en las personas que estructura el proceso en fases iterativas de empatizar, definir, idear, prototipar y testear, combinando análisis y creatividad para generar soluciones innovadoras y pertinentes.

DFM / DFX (Design for Manufacturing / Design for X):

Conjunto de principios que orientan el diseño de productos para facilitar su manufactura, ensamblaje, mantenimiento u otros criterios, integrando restricciones técnicas y productivas desde etapas tempranas del proceso.

DUX (Design User eXperience):

Enfoque que orienta el diseño hacia la experiencia global de uso, considerando percepciones, emociones, expectativas y contexto de las personas usuarias más allá de la mera funcionalidad del producto o servicio.

Evaluación heurística de Nielsen:
Método de inspección de usabilidad en el que evaluadores expertos revisan una interfaz o sistema contrastándolo con un conjunto de heurísticas (principios generales), con el fin de identificar problemas de interacción sin necesidad de reclutar usuarios finales.

Grupo focal (focus group):

Técnica cualitativa en la que un grupo reducido de participantes discute guiado por un moderador sobre un tema, producto o prototipo, permitiendo explorar percepciones compartidas, discrepancias y significados colectivos.

Lean Startup:

Metodología de desarrollo de productos y servicios basada en ciclos rápidos de construir–medir–aprender, donde se formulan hipótesis, se prototipan versiones mínimas viables y se toman decisiones a partir de evidencia empírica más que de suposiciones.

Mapa de actores:

Representación gráfica y analítica de las personas, grupos e instituciones que se relacionan con una problemática o proyecto, destacando su nivel de influencia, tipo de vínculo y rol dentro del sistema para identificar usuarios primarios, secundarios y aliados clave.

Prototipo:

Representación parcial o total de una solución que permite explorar, comunicar o testear aspectos de un diseño antes de su implementación final. Puede orientarse a la forma, la funcionalidad, la interacción o la experiencia, y variar en grado de fidelidad

(baja, media o alta) según el nivel de detalle requerido.

Prototipado rápido:

Conjunto de técnicas y herramientas (por ejemplo, maquetas simples, impresión 3D, modelos digitales) que facilitan la construcción ágil de prototipos para iterar con rapidez entre versiones y obtener retroalimentación temprana.

Validación con usuarios:

Conjunto de actividades destinadas a contrastar prototipos o soluciones con personas reales (usuarios finales o actores clave), recogiendo evidencia empírica sobre su comprensión, deseabilidad, usabilidad, desempeño o factibilidad en contexto.

Wireframe:

Esquema visual simplificado que representa la estructura, jerarquía y disposición de elementos en una interfaz, página o producto, sin enfocarse en detalles estéticos, y que se utiliza para discutir y ajustar la organización de la información y los flujos de interacción.

1 INTRODUCCIÓN

El diseño y desarrollo de nuevos productos es, por naturaleza, un proceso complejo. Involucra una variada mezcla de disciplinas, desde el diseño y la ingeniería hasta la manufactura, el marketing y las ventas, cada una con sus propias perspectivas y requisitos, que a veces pueden ser contradictorios o incluso incompatibles entre sí (Ulrich & Eppinger, 2016). Como señalan los autores: *“el desarrollo de productos es una actividad compleja que involucra muchas disciplinas y funciones diferentes dentro de una empresa”* (p. 2).

Esta complejidad, sumada a las constantes presiones de tiempo y presupuesto, puede llevar a que los proyectos se desvíen de su curso ideal, resultando en productos que no satisfacen las necesidades reales de los usuarios ni los requerimientos de viabilidad de las empresas (Cooper, 2019).

En este contexto, la validación de prototipos ha emergido como una herramienta fundamental para los proyectos de diseño de productos, ejerciendo de ancla que conecta la realidad de las necesidades del usuario con los diseñadores, confirmando o rechazando hipótesis sobre funcionalidad, deseabilidad u otros criterios de forma empírica (Brown, 2009).

Históricamente, el diseño de productos solía seguir un modelo lineal de trabajo, en el que las especificaciones y requerimientos rígidos se establecían al inicio del proceso, relegando las pruebas a una etapa final de control de calidad destinada únicamente a verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos (Norman, 2013). Sin embargo, esta forma de trabajo ha demostrado ser propensa a errores costosos, con numerosos proyectos de gran envergadura fracasando tras haber realizado inversiones millonarias (Thomke, 2003).

Esto se debe a que la viabilidad del diseño dependía exclusivamente de la pericia e intuición del diseñador al establecer los requerimientos iniciales. Al no existir un proceso recursivo de validación, los posibles errores no se identificaban hasta etapas muy avanzadas del desarrollo, cuando ya era demasiado tarde o demasiado costoso corregirlos (Cooper, 2019).

Don Norman (2013) establece que los errores o fallos son una herramienta poderosa para los diseñadores, porque representan la forma en que se genera conocimiento en el desarrollo de productos. Por lo tanto, mientras más errores se cometan, más se aprenderá y más se refinarán los productos. No obstante, la única forma de fallar de manera consistente

es probar de manera consistente, testeando tantas veces como sea posible o necesario.

A partir de esta necesidad de generar conocimiento surgen distintas filosofías de trabajo centradas en la prueba y el error, con el fin de optimizar el desarrollo de productos (Thomke, 2003).

La filosofía de “fallar frecuentemente, fallar rápido” indica que los errores deben entenderse como experiencias de aprendizaje que impulsan la mejora continua (Norman, 2013). Thomke (2003) refuerza esta idea señalando que la experimentación rápida es una de las formas más efectivas de acelerar el aprendizaje en el desarrollo de productos.

Es en este punto donde la validación de prototipos cobra un papel protagónico. Al integrar la prueba y la iteración desde las fases más tempranas del diseño, se posibilita la refinación continua y la mejora del producto (Ries, 2011).

Los prototipos, ya sean virtuales o físicos, actúan como experimentos que permiten poner a prueba hipótesis fundamentales sobre el producto, sus usuarios y el mercado, antes de realizar inversiones significativas (Ulrich & Eppinger, 2016).

1.1 Justificación del proyecto

La validación en los procesos de diseño ha sido definida como un proceso de comprobación empírica que permite verificar si un producto o servicio cumple con las necesidades de los usuarios y con los criterios de viabilidad técnica y económica del proyecto (Hanington & Martin, 2012). No se limita a una etapa final de control, sino que constituye un proceso iterativo de aprendizaje que acompaña el desarrollo desde las fases iniciales. Como señala Norman (2013), la mejor manera de comprender si un diseño funciona es probándolo con usuarios reales, en contextos reales.

Datos de CBInsights (2021), una empresa de recopilación de “*bigdata*”, indican que un 35% de las startups creadas entre 2018 y 2021 fracasaron por no resolver ninguna necesidad real del mercado o por tener un proyecto mal enfocado. Esta estadística subraya que una de las principales causas de fracaso empresarial es la incapacidad de crear un producto que satisfaga una demanda existente o que sea deseado por los usuarios.

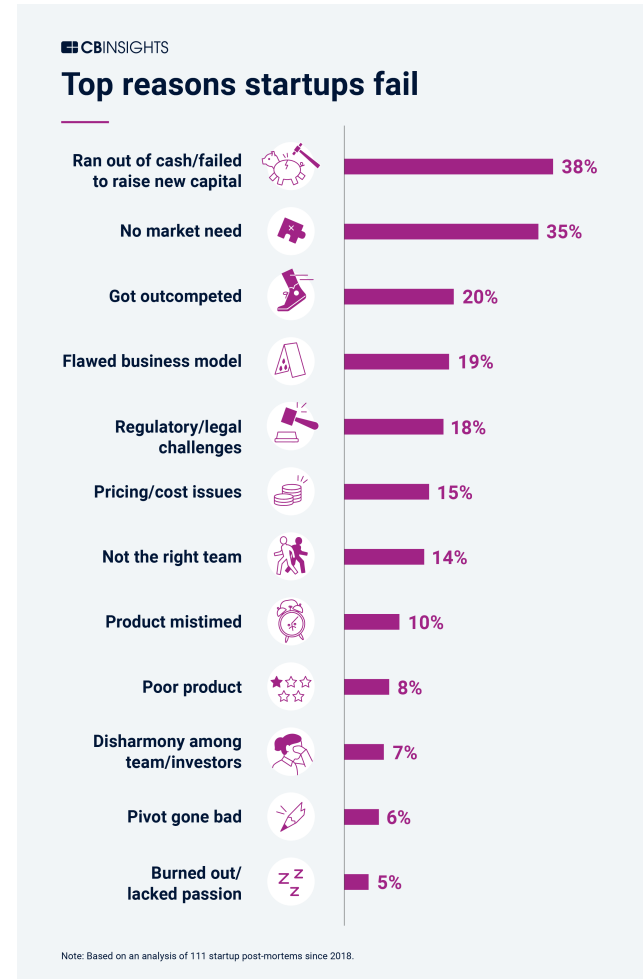


Figura 1 - Razones del fracaso de empresa emergente (CBINSIGHTS, 2021)

La investigación de experiencia de usuario (UX) y la validación temprana son esenciales para comprender el contexto del usuario y asegurar que el diseño se adapte a sus necesidades reales. En palabras de Ries (2011), “el aprendizaje validado es el proceso de demostrar empíricamente que un equipo ha descubierto verdades valiosas sobre las perspectivas presentes y futuras de un negocio en etapa inicial” (p. 38).

Los errores en la validación pueden manifestarse en diversas etapas del proceso de diseño, no solo al final. Ejemplos de fallos en la validación de mercado o en la adaptación a cambios macroeconómicos y tecnológicos incluyen casos como Juicero, cuya costosa máquina de jugos no demostró un valor superior frente a soluciones más simples, resultando en su cierre (The Verge, 2017).

Estos casos ilustran fallos en la validación de proyectos a gran escala y en la investigación de mercado inicial. Sin embargo, la validación es igualmente crucial en etapas más avanzadas del proceso de diseño. Por ejemplo, el caso de Google Glass no solo enfrentó desafíos de aceptación social y precio, sino también problemas de usabilidad y de diseño que, de haber sido detectados y resueltos mediante pruebas de validación

tempranas y continuas, podrían haber alterado significativamente su trayectoria en el mercado o incluso asegurado su permanencia (New York Times, 2015).

La validación también se extiende a aspectos específicos del producto, como su precio. La determinación del precio final requiere un proceso de validación con usuarios para garantizar que este se alinee con las expectativas económicas y con la percepción de valor de los públicos objetivos (Ries, 2011).

Para los estudiantes en formación, comprender la amplitud y la criticidad de la validación en cada una de estas etapas es fundamental. Este conocimiento permite mitigar riesgos y evitar errores costosos en sus propios proyectos.

1.2 Contexto del proyecto

Para comprender a fondo la problemática y la propuesta de solución de este proyecto, es esencial establecer un marco de referencia que abarque los principios fundamentales del diseño de productos. Esta sección contextualizará los modelos de trabajo centrados en el usuario, el rol crucial de los prototipos como herramientas de validación, la diversidad de metodologías existentes y, finalmente, la necesidad específica de una guía de validación para los estudiantes de

Ingeniería en Diseño de Productos de la Universidad Técnica Federico Santa María.

1.2.1 Modelos de trabajo centrados en usuarios.

En sistemas como el modelo de trabajo LEAN, entendido como un enfoque de gestión y desarrollo que busca maximizar el aprendizaje con el mínimo de recursos y tiempo posible, el foco se desplaza desde la simple producción de bienes hacia la generación de conocimiento validado. En este modelo, lo importante no es solo construir un producto técnicamente correcto, sino comprobar tempranamente, mediante prototipos y retroalimentación de usuarios, si ese producto resuelve un problema real. Este aprendizaje, obtenido a través de la interacción directa con el público objetivo, permite identificar y eliminar distracciones en el desarrollo, asegurando que los esfuerzos se alineen con las necesidades reales de los clientes (Ries, 2011).

Como señala Ries (2011): “si no se sabe quién es el cliente, no se puede saber qué es la calidad” (p. 108). La validación temprana, incluso con prototipos de baja fidelidad, proporciona una base empírica sólida para construir productos de alta calidad, al permitir comprender qué atributos valoran realmente los clientes.

Ries (2011) enfatiza que es fundamental entender quién es el usuario, sus necesidades, características y atributos para poder diseñar un producto de calidad. Al final, será ese mismo usuario quien definirá si el producto lo es o no, según sus atribuciones personales. Para asegurarse de que las expectativas se cumplan, se requiere un proceso iterativo de pruebas y errores.

Como consecuencia de esta necesidad de aprobación por parte del usuario hacia los diseñadores, surge lo que se conoce como Diseño Centrado en el Usuario (DCU), una filosofía de diseño que busca comprender las necesidades reales de las personas, principalmente a través de la observación directa. Es crucial observar cómo interactúan con su entorno y con las actividades que realizan, especialmente de forma inconsciente, priorizando las interacciones implícitas del usuario por sobre los requerimientos explícitos, ya que las personas no siempre son conscientes de sus verdaderas necesidades o de las dificultades que enfrentan (Gothelf & Seiden, 2016).

En este marco, el Diseño Centrado en el Usuario (DCU), también conocido como *Human-Centered Design* (HCD), se concibe como una filosofía y un proceso iterativo que sitúa las necesidades, capacidades y comportamientos de las personas en el centro de cada etapa del

diseño. Su propósito fundamental es asegurar que los productos y servicios resultantes no solo sean comprensibles y utilizables, sino que también cumplan eficazmente las tareas deseadas y proporcionen una experiencia positiva y placentera. El DCU enfatiza la importancia de resolver el problema correcto a través de la observación profunda de los usuarios, la generación de ideas, el prototipado y las pruebas continuas, garantizando que el diseño final se ajuste verdaderamente a las demandas y habilidades humanas (Gothelf & Seiden, 2016).

Desde esta mirada, el Diseño Centrado en el Usuario promueve una comprensión profunda de las personas y de los contextos en los que interactúan con los productos, orientando cada decisión de diseño a partir de esa observación constante.

Esta dinámica de exploración y ajuste continuo encuentra en los prototipos una herramienta clave, pues permiten trasladar los hallazgos obtenidos sobre las necesidades y comportamientos de los usuarios hacia representaciones tangibles que pueden ser probadas y mejoradas.

Tal como señalan Preece, Rogers y Sharp (2015), el prototipado posibilita validar de forma temprana las soluciones, cerrando el ciclo entre análisis y acción que caracteriza al enfoque centrado en el usuario.

1.2.2 Prototipos como medios de validación

Un prototipo puede definirse como una representación tangible o simulación de una idea o solución propuesta, cuya naturaleza puede variar enormemente: desde un simple boceto hasta un modelo funcional o una fachada que aparenta ser real (Houde & Hill, 1997; Hallgrimsson, 2019).

Su propósito principal no es ser un producto final, sino una herramienta para el aprendizaje y la prueba de hipótesis fundamentales sobre el diseño.

En el marco de metodologías iterativas como el Diseño Centrado en el Usuario, el prototipo facilita ciclos rápidos de Construir-Medir-Aprender, permitiendo la refinación continua de la solución a través de la interacción y la retroalimentación temprana (Knapp, 2016; Norman, 2013).

No requiere ser perfecto, sino suficientemente real para evocar reacciones genuinas de los usuarios, ya que su valor reside en la capacidad de obtener feedback honesto y directo, incluso si la ilusión se rompe o el prototipo no funciona a la perfección (Knapp, 2016).

En esencia, la validación de prototipos se ha convertido en una herramienta estratégica

para reducir significativamente los costos de producción al identificar problemas y refinar requisitos antes de invertir tiempo y recursos considerables en el desarrollo final (Norman, 2013). Más allá de la eficiencia económica, su impacto más profundo radica en la mejora sustancial de la calidad del producto, especialmente de la experiencia del usuario.

La usabilidad, entendida como la capacidad de las personas para usar un producto de manera exitosa y sin esfuerzo indebido, ha pasado de ser un concepto secundario a un pilar central en el diseño. Esto se debe a la creciente conciencia de que “la mejor manera de aprender a hacer algo más utilizable es observar a las personas que realmente intentan usarlo” (Krug, 2014).

En la actualidad, la pregunta fundamental en el desarrollo de productos ya no es “¿Puede construirse?”, sino “¿Debería construirse?” (Ries, 2011). Este cambio de paradigma subraya la importancia crítica de la validación para asegurar que los productos no solo sean técnicamente factibles, sino también deseables y útiles para quienes los usarán.

1.2.3 Validación y sus espectros de herramientas

Habiendo definido previamente la validación como un proceso empírico que asegura que

un producto responda tanto a las necesidades de los usuarios como a los requerimientos técnicos del proyecto, resulta fundamental comprender la diversidad de metodologías y enfoques que pueden aplicarse.

La validación de una solución de diseño no puede reducirse a un único criterio, sino que requiere un examen integrado de distintas dimensiones que aseguren su pertinencia y sostenibilidad.

De acuerdo con Brown (2008), una evaluación completa debe considerar la *deseabilidad*, entendida como el grado en que la propuesta resulta significativa y atractiva para sus usuarios; la *factibilidad técnica*, que refiere a las capacidades reales para implementar la solución; y la *viabilidad económica*, asociada a su sostenibilidad en términos de recursos y valor generado. A estas dimensiones se suma la *usabilidad*, un componente fundamental dentro de la experiencia del usuario, vinculada a la facilidad de entendimiento e interacción efectiva con la propuesta (Nielsen, 1993).

Cada una de estas dimensiones puede evaluarse con herramientas específicas, cuya aplicación depende de la etapa de avance del proyecto. En fases iniciales predominan métodos exploratorios como entrevistas, encuestas o estudios etnográficos, que

permiten mapear el contexto y las motivaciones de los usuarios (Hanington & Martin, 2012). Durante el desarrollo intermedio, los prototipos abren la posibilidad de aplicar técnicas como pruebas de usabilidad, card sorting, tests de navegación o test A/B, que entregan evidencia sobre la interacción con la propuesta (Nielsen, 2005; Krug, 2014).

En etapas finales, cobran relevancia las pruebas piloto, los estudios de mercado o los análisis de costo-beneficio, que permiten anticipar la factibilidad de implementación y su potencial de aceptación en el mercado (Ries, 2011).

La validación debe concebirse como un proceso iterativo: cada prueba genera información que nutre la siguiente versión del producto, reduciendo riesgos y favoreciendo la toma de decisiones fundamentadas (Norman, 2013).

Para los estudiantes de Ingeniería en Diseño de Productos, este panorama implica reconocer que las metodologías de validación conforman un repertorio amplio y flexible, más que una lista rígida de procedimientos. Familiarizarse con esta diversidad y aprender a seleccionar las herramientas más adecuadas para cada escenario es esencial

para el ejercicio profesional, ya que permite adaptar el proceso de validación a las necesidades del proyecto, a las restricciones de tiempo y recursos, y al perfil del usuario involucrado.

1.2.4 Carrera de Ingeniería en Diseño de Productos de la USM

La presente memoria se enmarca en la carrera de Ingeniería en Diseño de Productos (IDP) de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM).

Según el perfil de egreso declarado oficialmente, “el Ingeniero en Diseño de Productos de la UTFSM es un profesional creativo, flexible, abierto a la innovación y con alta capacidad propositiva, del área de la Ingeniería, cuyo propósito es atender las necesidades de Diseño, Planificación y Conducción de proyectos de desarrollo de productos y servicios que permitan el desenvolvimiento pleno del hombre y estimulen el desarrollo empresarial de la región y el país” (Departamento de Ingeniería en Diseño, UTFSM, 2023).

Este perfil busca formar profesionales capaces de integrar la creatividad y la innovación propias del diseño con herramientas de la ingeniería, permitiéndoles desenvolverse en ámbitos productivos y de

investigación aplicados a diversos sectores industriales y sociales. El egresado de la carrera está preparado para dirigir procesos de diseño de productos de manera integral, considerando tanto los requerimientos técnicos y de manufactura como las necesidades de los usuarios y los objetivos estratégicos de las organizaciones.

La malla curricular de Ingeniería en Diseño de Productos se caracteriza por su multidisciplinariedad, integrando asignaturas de ciencias básicas (matemáticas, física, química), fundamentos de ingeniería (materiales, procesos de manufactura, ergonomía), herramientas tecnológicas (CAD, modelado 3D, prototipado rápido), y cursos de gestión e innovación (economía, marketing, planificación de proyectos).

La línea de asignaturas de “Taller de Productos” constituye la columna vertebral de la formación en diseño, al integrar técnicas, metodologías, herramientas y conceptos en proyectos de complejidad progresiva.

En ella confluyen los distintos aprendizajes de la carrera, permitiendo que el estudiante desarrolle su capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios y abordar problemas desde múltiples perspectivas.

Estos talleres acompañan al estudiante durante toda su trayectoria, incrementando progresivamente la complejidad de los desafíos, desde proyectos iniciales centrados en materialidad y función hasta desarrollos avanzados en etapa de memoria, donde confluyen aspectos técnicos, de innovación y validación de propuestas.

En estas instancias, los alumnos trabajan de forma intensiva y práctica, articulando conocimientos adquiridos en asignaturas complementarias de ciencias básicas, representación, manufactura, diseño estratégico e innovación como puede verse en la Figura 2, la que representa la estructura académica de IDP.

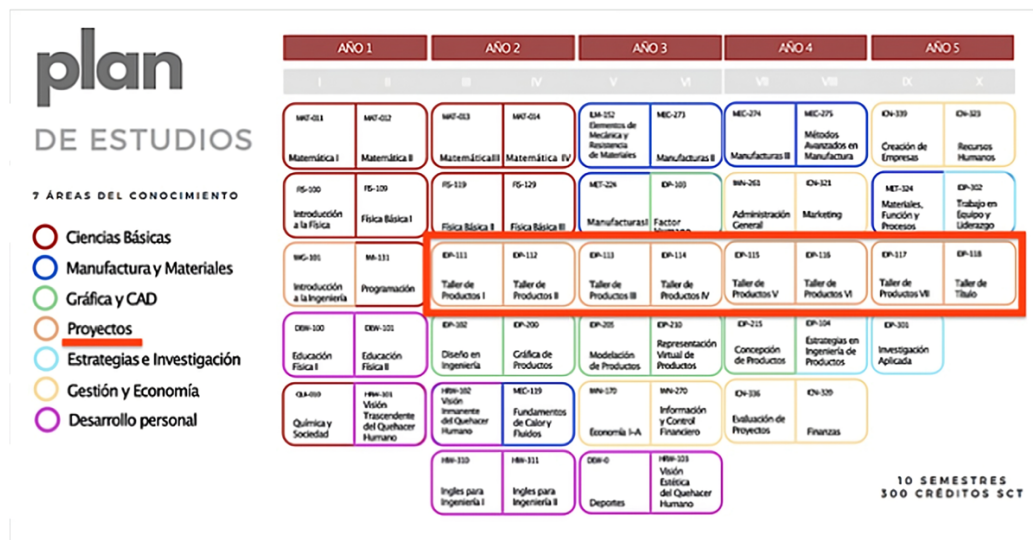


Figura 2. Malla curricular de la carrera Ingeniería en Diseño de Productos, destacando la línea asignaturas de TALLER DE PRODUCTOS (UTFSM, 2023)

La UTFSM, a través del Departamento de Ingeniería en Diseño, ofrece además infraestructura especializada que respalda este modelo pedagógico, incluyendo talleres de manufactura (madera, metal, polímeros), laboratorios de prototipado rápido e impresión 3D, salas de computación con software de diseño, y espacios para el trabajo colaborativo. Estos recursos permiten que los proyectos desarrollados en los Talleres puedan avanzar desde la conceptualización

hasta la materialización de prototipos funcionales.

En este marco, la memoria de titulación se inserta como el proyecto de cierre de la trayectoria académica, integrando los conocimientos adquiridos en las distintas asignaturas y respondiendo a un desafío de investigación aplicada. El presente proyecto, centrado en la generación de un recurso académico para fortalecer los procesos de validación de prototipos, se ubica directamente en esta lógica: constituye un

aporte a la formación de los estudiantes al ofrecer herramientas que orienten la toma de decisiones en torno a la validación, aspecto crítico y transversal en la línea de talleres de Productos y en la carrera en general.

1.2.5 Necesidad de validación de estudiantes IDP

A lo largo de su progresión académica, los estudiantes se sumergen en una amplia tipología de proyectos.

Estos abarcan desde la conceptualización de productos físicos tangibles, donde la forma, la materialidad y la percepción son cruciales, hasta el diseño de interfaces digitales y sistemas de servicio, donde la usabilidad y la experiencia de usuario son los ejes centrales.

Cada uno de estos proyectos genera prototipos de fidelidades muy diversas, que van desde bocetos iniciales y maquetas de baja resolución, ideales para explorar conceptos y probar hipótesis tempranas, hasta modelos funcionales avanzados que buscan simular la realidad del producto final en detalle.

En las asignaturas de Taller de productos, los estudiantes tienen la oportunidad de experimentar una gama de proyectos con distintas profundidades y necesidades: desde

la exploración de materialidad o funciones básicas en primer año, hasta proyectos complejos con requerimientos técnicos, confirmación de hipótesis y manufactura avanzada en etapas de memoria. Esta evolución natural en la complejidad y naturaleza de los proyectos confirma la necesidad de una constante exploración en materia de herramientas de diseño y validación.

A la fecha de esta memoria, no existe una directriz o guía unificada que permita discernir con claridad cuál es el método de validación más pertinente para cada escenario. Esto queda a criterio de cada estudiante, o del equipo docente, decidir qué herramientas utilizar para generar ese conocimiento.

Esta incertidumbre se manifiesta al intentar determinar cómo validar aspectos específicos como la usabilidad de una interfaz, la percepción estética de una forma, la compatibilidad de una materialidad, la funcionalidad de un mecanismo o la deseabilidad de una propuesta de valor.

La falta de un marco de referencia que correlacione de manera efectiva el tipo de prototipo, la etapa del proceso de diseño o el objetivo de conocimiento que se busca obtener, conduce a la aplicación de

estrategias de validación subóptimas, determinadas muchas veces por el contexto de la asignatura en lugar de por una investigación previa sobre herramientas de validación.

Esta situación es previsible considerando la naturaleza de un ambiente de aprendizaje universitario, donde el tiempo es reducido y deben priorizarse ciertos temas en la planificación. Muchas veces no hay margen para solicitar a cada grupo de alumnos una investigación detallada sobre cómo validar sus prototipos de manera óptima.

Esto no solo puede resultar en un aprendizaje validado incompleto, sino que también puede limitar la capacidad de los estudiantes para refinar sus diseños de manera eficiente y efectiva, impactando directamente la calidad y el potencial de éxito de sus propuestas, así como el conocimiento adquirido en su desarrollo.

1.2.6 Problemática General

En síntesis, el contexto actual del diseño de productos exige que los estudiantes integren la validación como una práctica estructural y no solo como un requisito puntual de las asignaturas. Aunque la carrera de Ingeniería en Diseño de Productos incorpora instancias de evaluación intermedia y final, persisten

brechas en la forma en que los estudiantes articulan prototipos, herramientas de validación y criterios de decisión. Esta tensión se manifiesta con especial fuerza en los proyectos de curso y en la memoria de título, donde las decisiones de diseño se justifican muchas veces de forma intuitiva más que a partir de evidencia obtenida sistemáticamente.

Además, existe un vasto y diverso espectro de herramientas de validación que posibilitan la obtención de conocimiento empírico sobre la deseabilidad, usabilidad, factibilidad y viabilidad de las propuestas de diseño.

Sin embargo, a pesar de esta riqueza conceptual y la disponibilidad de herramientas, los estudiantes de Ingeniería en Diseño de Productos enfrentan una dificultad significativa. Dada la diversidad de sus proyectos y prototipos, y la multiplicidad de aspectos a validar, carecen de una guía unificada y clara que les permita discernir y seleccionar de forma óptima las metodologías de validación más pertinentes para cada escenario.

Esta situación conduce a la aplicación de estrategias subóptimas, a un "aprendizaje validado" incompleto o sesgado, y, en última

instancia, afecta la calidad y el potencial de éxito de sus proyectos académicos.

Es debido a esto, la problemática central del proyecto se establece como:

La incertidumbre sobre la compatibilidad de variables de diseño y herramientas de validación específicas, para alumnos de la carrera ingeniería en diseño de producto, lo que dificulta la toma de decisiones óptimas y limita la calidad de sus proyectos.

1.3 Objetivos

Objetivo general

Generar un recurso académico para alumnos en formación que oriente en la toma de decisiones al abordar las instancias de validación de sus proyectos.

Objetivos específicos

1. Identificar actores participantes, tipos de usuarios y sus necesidades , vinculadas a los procesos de validación de prototipos en la carrera, mediante el uso de herramientas exploratorias
2. Analizar y sintetizar la información recopilada, estableciendo tipologías

de prototipos, brechas curriculares y requerimientos técnicos que permitan estructurar una base metodológica para el desarrollo del recurso.

3. Desarrollar un modelo conceptual de solución, para explorar y definir configuraciones posibles del recurso de validación, coherentes con los requerimientos técnicos obtenidos.
4. Validar la propuesta conceptual con expertos y su usabilidad con los usuarios primarios.

1.3.1 Justificación de los Objetivos

El objetivo general se plantea como respuesta a la falta de un recurso académico que oriente a los estudiantes en la validación de prototipos. La meta es entregar una herramienta práctica y accesible que apoye la toma de decisiones, asegurando que los procesos de validación sean pertinentes y efectivos en el contexto académico.

En cuanto a los objetivos específicos, cada uno se justifica de la siguiente forma:

- **Identificar actores y necesidades** permite comprender las dinámicas y problemáticas presentes

en los procesos de validación dentro de la carrera, e identificar los usuarios participantes en la problemática

- **Analizar y sintetizar la información recopilada** posibilita transformar los hallazgos cualitativos en información estructurada, definiendo tipologías de prototipos, brechas de necesidades y requerimientos técnicos que orientan el diseño del recurso desde una perspectiva metodológica y técnica.
- **Desarrollar un modelo conceptual de solución** constituye la instancia en

que las conclusiones anteriores se traducen en configuraciones tangibles del recurso, explorando alternativas estructurales que respondan a los requerimientos técnicos definidos y al contexto académico identificado.

- **Validar la propuesta conceptual y su usabilidad** asegura que la solución sea pertinente, comprensible y aplicable, mediante su evaluación con expertos del área y usuarios primarios, garantizando así su valor pedagógico y funcional dentro de los procesos formativos.

2 METODOLOGÍA

Este proyecto se estructurará bajo el modelo de diseño Doble Diamante, originalmente propuesto por el Design Council (2004), una metodología que promueve la exploración divergente y la síntesis convergente en la búsqueda de soluciones innovadoras y centradas en el usuario. Este marco guiará el proyecto desde la comprensión profunda de la problemática hasta la entrega de un recurso académico validado.

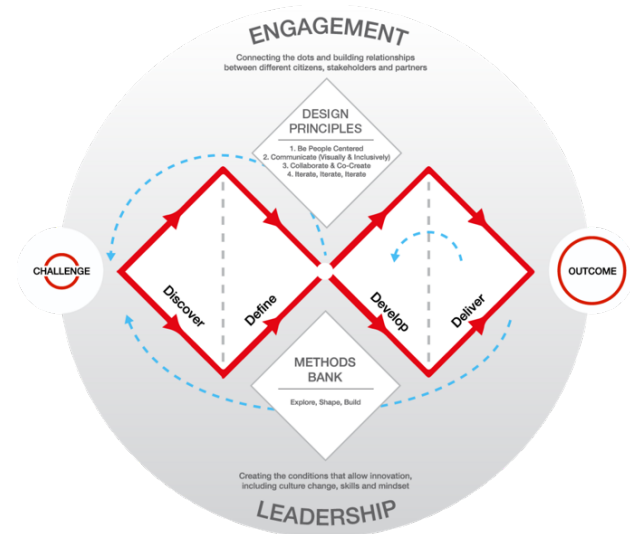


Figura 3 – Diagrama de metodología “Doble Diamante” (Design Council, 2004)

El doble diamante es un modelo óptimo para este proyecto, en gran medida debido a su flexibilidad y versatilidad a la hora de

desarrollar distintos tipos de soluciones y problemáticas y aun así tener una orientación hacia el estudio de usuarios.

A diferencia de otras metodologías donde hay una mayor cantidad de etapas más especificadas, el doble diamante permite personalizar el modelo de trabajo en 4 etapas de mayor envergadura, que son muy compatibles con procesos de investigación extensos como el de este proyecto como se expondrá a continuación.

La aplicación del modelo se apoya en una planificación progresiva de herramientas y métodos, seleccionados según las necesidades específicas de cada etapa del proceso.

La secuencia, distribución y propósito de estas herramientas se detallan en la Tabla 1, ubicada al final de la presente sección, donde se expone de manera estructurada cómo cada una contribuye al desarrollo y validación del recurso propuesto.

2.1 Etapa de Descubrir

La fase de Descubrir constituye el punto de partida del proceso y se orienta a la comprensión amplia del contexto. En esta etapa se busca capturar información empírica y teórica sobre la problemática, identificando

actores, comportamientos y percepciones vinculadas al proceso de validación de prototipos dentro de la carrera de Ingeniería en Diseño de Productos.

Esta etapa activa el objetivo específico 1. Este enfoque exploratorio requiere combinar fuentes secundarias con datos primarios obtenidos directamente de los usuarios del sistema.

Las herramientas aplicadas incluyen:

- **Desk Research**, para establecer la base conceptual sobre validación, aprendizaje validado y herramientas de validación.
- **Mapa de Actores**, que permite visualizar la red de relaciones entre estudiantes, docentes y espacios de aprendizaje.
- **Entrevistas Semiestructuradas**, aplicadas a seis estudiantes de último año, con el fin de recoger experiencias, dificultades y expectativas relacionadas con la validación.

El hito de esta etapa corresponde a la delimitación del universo de estudio, definición de los actores involucrados, sus prioridades y

a la obtención las experiencias de los usuarios dentro de la problemática.

2.2 Etapa de Definición

La fase de Definición representa el momento de síntesis y convergencia del primer diamante, donde se transforma la información dispersa en conocimiento estructurado. En el contexto de este proyecto, esta etapa adquiere una relevancia particular, ya que constituye el núcleo más extenso y analítico del proceso, dada la naturaleza investigativa y metodológica de la memoria, activando el objetivo específico 2.

Durante esta fase, los hallazgos obtenidos previamente son contrastados con documentos institucionales, permitiendo traducir observaciones cualitativas en criterios técnicos concretos. El énfasis está puesto en **construir una base empírica sólida** que oriente el desarrollo del recurso.

El proceso se compone de los siguientes pasos:

1. **Identificación de brechas con los programas oficiales:**
Contraste entre las planificaciones vigentes del Departamento de Ingeniería en Diseño de Productos y las experiencias estudiantiles, detectando vacíos metodológicos,

solapamientos o carencias en las instancias de validación dentro del currículo.

2. **Tabla de necesidades brutas:**
Producto de la triangulación entre las dos herramientas anteriores, esta tabla agrupa las necesidades manifestadas por los usuarios. Su propósito es evidenciar los puntos críticos del proceso de validación dentro de la enseñanza del diseño.
3. **Tabla de necesidades y requerimientos técnicos:**
Traducción de las necesidades detectadas en condiciones verificables que orientarán el diseño del recurso académico. Cada requerimiento se define de forma clara, medible y coherente con los hallazgos del proyecto.
4. **Identificación de variables involucradas en proceso de diseño:**
Integración de los resultados de las entrevistas y la literatura especializada para clasificar y definir las distintas variables identificadas, que tienen capacidad de interferir en la toma de decisiones a la hora de seleccionar una herramienta de validación.

El hito de esta etapa es la obtención de un conjunto articulado de requerimientos técnicos y definiciones tipológicas de carácter métrico que permitirán avanzar hacia el desarrollo conceptual del recurso.

2.3 Etapa de Desarrollo

La etapa de Desarrollo corresponde al primer momento divergente del segundo diamante. Aquí se activa el objetivo específico 3, enfocado en materializar las conclusiones previas en configuraciones de diseño tangibles. El propósito no es llegar aún a la solución final, sino generar hipótesis de estructura y formato que respondan a los requerimientos técnicos formulados en la etapa anterior.

El proceso se organiza de la siguiente manera:

1. **Matriz Morfológica:**

Se aplica este modelo para explorar las combinaciones posibles de variables que definirán la estructura del recurso. Las combinaciones seleccionadas representan distintas maneras de organizar la información y de facilitar su uso dentro del contexto académico.

2. **Construcción de prototipos esquemáticos:**

Se desarrollarán prototipos esquemáticos y conceptuales, de forma que se pueda generar una idea gráfica y visual de las combinaciones generadas por la matriz morfológica, esto con la intención de enriquecer las entrevistas con docentes, y obtener más información para definir la solución final.

3. **Entrevistas abiertas con Docentes/Validación conceptual:**

Se realizan sesiones con profesores del Departamento de Ingeniería en Diseño de Productos, quienes analizarán las combinaciones seleccionadas de la matriz morfológica y aportarán observaciones sobre su coherencia metodológica, claridad comunicativa y aplicabilidad en el entorno docente. Las observaciones permiten refinar las opciones y seleccionar la combinación con mayor potencial de impacto formativo.

4. **Prototipado de solución final:**

Una vez seleccionada la configuración definitiva, se desarrollan prototipos de baja fidelidad del recurso, diagramas, estructuras de contenido y esquemas visuales, destinados a evaluar aspectos de comprensión, jerarquía informativa y organización general.

Esta instancia genera las primeras versiones funcionales de la propuesta de solución de cara al proceso de validación.

El hito de cierre de esta etapa es la obtención de una primera versión prototipada y conceptualmente validada del recurso académico, lista para someterse a pruebas de usabilidad con usuarios finales

el objetivo y los requerimientos técnicos establecidos

2.4 Etapa de Validación y Entrega

La etapa de Validación y Entrega representa la fase final del proceso y tiene por objetivo contrastar el recurso diseñado con sus usuarios y actores clave, de manera de verificar su pertinencia y detectar oportunidades de mejora. En esta instancia se busca que la versión final del recurso cumpla con la mayor cantidad posible de requerimientos técnicos definidos al cierre del segundo diamante.

Esta etapa activa el objetivo específico 4, orientado a confirmar la efectividad, claridad y aplicabilidad del recurso académico a partir de su uso en contextos reales o simulados. El enfoque es iterativo y reflexivo: cada observación recogida se analiza a la luz de los requerimientos técnicos y se utiliza para

ajustar la estructura, el contenido y la forma de presentación del recurso.

El proceso de validación se concibe en una instancia:

1. Testeos de usabilidad con estudiantes

Se proyecta realizar pruebas con un grupo acotado de estudiantes representativos de la carrera, quienes interactuarán con el prototipo funcional del recurso. Durante estas sesiones se observarán patrones de lectura, comprensión y navegación, registrando dificultades, ambigüedades o interferencias que puedan obstaculizar su uso autónomo. La información levantada permitirá ajustar jerarquías de información, redacción de textos clave y disposición gráfica de los elementos.

Los resultados de esta instancia se analizarán en función de los requerimientos técnicos definidos en la Sección 4.3.1, determinando qué condiciones se cumplen, cuáles requieren ajuste y cómo cada observación retroalimenta el diseño final.

El hito de cierre de esta etapa corresponde a la obtención de un recurso académico funcional que satisfaga el objetivo general del

proyecto y los requerimientos técnicos establecidos.

2.5 Planificación de Proyecto

La planificación del proyecto se organiza conforme a las cuatro fases del modelo Doble Diamante, Descubrir, Definir, Desarrollar y Validar, abarcando un periodo de ejecución comprendido entre agosto y diciembre. La Carta Gantt presentada sintetiza esta planificación mediante una estructura semanal que permite visualizar la progresión de las tareas y su interdependencia.

En conjunto, la planificación articula un recorrido que va desde la comprensión

exploratoria del contexto hasta la validación del recurso propuesto, pasando por la definición de requerimientos, la generación de configuraciones alternativas y el desarrollo de prototipos de creciente fidelidad. Si bien el plan metodológico contempla la aplicación de pruebas de usabilidad y una evaluación heurística sistemática en la etapa final, la presente memoria documenta el avance hasta la construcción de un prototipo funcional y su validación conceptual, dejando dichas instancias de testeo como parte de la fase de implementación proyectada para el corto plazo.

Herramienta	Etapa del Doble Diamante	Objetivo principal	Descripción / Observaciones
Desk research	Descubrir	Analizar el estado del arte sobre validación y diseño iterativo.	Revisión bibliográfica y documental.
Mapa de actores	Descubrir	Identificar relaciones entre estudiantes, docentes y entorno académico.	Basado en el modelo de Gopal & Clarke (2015).
Entrevistas semiestructuradas	Descubrir	Levantar necesidades y percepciones sobre validación de prototipos.	Seis entrevistas a estudiantes de último año.
Identificación de tipos de prototipos y herramientas	Definir	Relacionar tipologías de prototipos con herramientas de validación pertinentes.	Integración de datos de entrevistas y teoría.
Identificación de brechas con programas oficiales	Definir	Detectar vacíos y oportunidades en los talleres de la carrera.	Comparación entre aprendizajes declarados y experiencias reales.
Tabla de necesidades brutas	Definir	Sistematizar hallazgos previos en categorías de necesidad.	Insumo intermedio previo a los requerimientos técnicos.
Tabla de necesidades y requerimientos técnicos	Definir	Traducir hallazgos en condiciones verificables para el diseño.	Define criterios funcionales, informativos y experienciales.
Matriz morfológica	Desarrollar	Explorar combinaciones estructurales del recurso académico.	Cinco configuraciones seleccionadas según su aplicabilidad.
Construcción de prototipos esquemáticos	Desarrollar	Generar propuestas gráficas de las combinaciones conceptuales seleccionadas	Las propuestas provienen de las combinaciones seleccionadas de la matriz morfológica
Entrevistas abiertas con docentes (validación conceptual)	Desarrollar	Evaluar la pertinencia metodológica del recurso.	Cuatro profesores entregan retroalimentación cualitativa.
Prototipado de solución final	Desarrollar	Construir representaciones tempranas de la propuesta seleccionada.	Versiones de mediana fidelidad para revisión estructural.
Testeos de usabilidad con estudiantes	Entregar/Validar	Verificar comprensión y facilidad de uso del prototipo final.	Cinco estudiantes representan al usuario final.

Tabla 1 - tabla de herramientas

3 DESCUBRIR: DEFINICIONES DE USUARIO Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

La etapa de Descubrimiento inicia el modelo del Doble Diamante y tiene como propósito caracterizar el contexto y a los actores vinculados a la problemática planteada. En este punto, el proyecto busca reconocer quiénes participan en los procesos de validación dentro de la carrera, cómo se relacionan entre sí y qué necesidades emergen de sus experiencias.

El objetivo principal es reunir evidencia directa y contextual que permita sustentar las decisiones metodológicas y de diseño a partir de la experiencia real de los usuarios.

Para ello, se emplean herramientas exploratorias que integran observación y análisis cualitativo, un mapa de actores y una serie de entrevistas semiestructurada a usuarios, orientadas a describir los roles, vínculos y percepciones presentes en el entorno académico.

Esta etapa funciona, por tanto, como el cimiento diagnóstico del proyecto: el momento en que se delimitan los usuarios, se detectan las primeras brechas y se recopila la información necesaria para orientar el desarrollo del recurso de validación propuesto.

3.1 Mapa de actores

El desarrollo de un mapa de actores constituye una herramienta metodológica fundamental dentro de la fase de *Descubrimiento* del modelo Doble Diamante. Este recurso permite identificar, clasificar y visualizar a los distintos participantes, instituciones y usuarios que se relacionan directa o indirectamente con la problemática de investigación.

Su objetivo es reconocer los niveles de influencia, intereses y relaciones que cada actor mantiene con el proyecto, facilitando así la definición de usuarios primarios y secundarios, y orientando la posterior construcción de instrumentos de levantamiento de información (Hanington & Martin, 2012).

En el contexto de esta memoria, la elaboración del mapa de actores se construyó a partir de dos fuentes principales:

1. La investigación de la estructura organizacional del Departamento de Ingeniería en Diseño de Productos y sus figuras clave.
2. Un sistema de observación en vivo del funcionamiento de los talleres de trabajo y de las asignaturas “Taller de

Productos”, donde se identificaron interacciones, roles y dinámicas entre los participantes.

Este análisis permitió establecer una visión clara de los actores vinculados a los procesos de validación de prototipos en la formación académica, conformando así la base para la delimitación de usuarios primarios y secundarios, quienes serán abordados en profundidad en las siguientes secciones.

3.1.1 Modelo Tipológico seleccionado

El mapa de actores es una técnica para identificar y visualizar las relaciones entre los distintos actores de un sistema en torno a un problema identificado.

Para mayor fidelidad en el manejo de los datos del mapa de actores, se adopta el modelo propuesto por *FSG* para el “actor mapping” dentro de *System Mapping: A Guide to Developing Actor Maps* (Gopal & Clarke, 2015). Este modelo distingue distintos tipos de actores según variables tales como:

- Tipo de actor (individuo / grupo / institución)
- Nivel de influencia (alto / medio / bajo)
- Grado de implicación con la problemática

- Relación entre actores (cuán cercanos están al centro del sistema, cuántas conexiones tienen, etc.)
- Intereses principales respecto al tema estudiado

Este esquema permite identificar no solo quiénes son los actores, sino cómo se relacionan, qué poder tienen en el sistema, y qué papel juegan en la validación de prototipos. Adaptar esta tipología a tu contexto académico ayuda a dar mayor claridad y justificación empírica al modo en que seleccionas los usuarios principales y secundarios.

3.1.2 Resultados de Mapa de actores

El resultado del análisis se consolidó en una tabla tipológica (Tabla 2), en la que se clasifican los actores según tipo, nivel de

influencia, grado de implicación, cercanía al problema, intereses principales y rol en la validación de prototipos.

A partir de la información sintetizada en la Tabla 2 se elaboró de igual forma un mapa simplificado de actores (Figura 4), que representa su posición relativa frente a la problemática de validación de prototipos.

En el diagrama, los alumnos pertenecientes al departamento se sitúan en el centro, mientras que el resto de actores se organiza según su nivel de influencia (arcos concéntricos) y su grado de implicación en el proceso de validación (código cromático de los recuadros: implicación directa, de apoyo o indirecta). Esta representación gráfica complementa la tabla al facilitar la lectura de jerarquías y relaciones entre los distintos participantes.

Actor específico	Tipo de actor	Nivel de influencia	Grado de implicación	Cercanía al problema	Intereses principales	Rol en la validación de prototipos
Alumnos pertenecientes al departamento	Persona	Alta	Directa	Central	Aprendizaje significativo, uso de herramientas reales, evaluación académica	Uso directo del recurso, aprendizaje validado y aplicación en proyectos académicos
Profesores con labores docentes	Persona / Institución	Alta	Directa / Indirecta	Intermedia	Transmitir conocimientos, evaluar resultados, construir escenario de aprendizaje	Orientan y supervisan procesos de validación, influyen en la selección de metodologías
Profesores con labores investigativas	Persona / Institución	Media	Indirecta	Intermedia	Generar conocimiento, publicar resultados, trabajo con equipos multidisciplinarios	Generan conocimiento y metodologías complementarias
Ayudantes de contacto pertenecientes al departamento	Persona	Media	De apoyo / directa	Intermedia	Apoyo docente, acompañamiento práctico a los alumnos, tareas de evaluación de rendimiento	Asisten a los estudiantes en actividades prácticas y comunican desempeño a docentes
Equipo auxiliar técnico	Institución / Persona	Baja	De apoyo	Periférica	Mantener infraestructura, asegurar condiciones técnicas, ofrecer apoyo técnico	Brindan apoyo técnico y logístico para que los talleres funcionen adecuadamente
Alumnos no pertenecientes al departamento	Persona	Baja	Indirecta	Periférica	Participar como usuario externo, diversidad de perspectiva	Ofrecen perspectivas externas que enriquecen la validación

Tabla 2 - mapa de actores involucrados en los procesos de validación dentro del departamento de ingeniería en diseño de producto

De forma resumida, los actores identificados en este estudio corresponden a:

- Alumnos pertenecientes al departamento: usuarios primarios del recurso, con alta influencia y participación directa en los procesos de validación.
- Profesores con labores docentes: actores con influencia alta y rol central

en la mediación metodológica y supervisión de los estudiantes.

- Profesores con labores investigativas: participantes con influencia media e implicación indirecta, relevantes en la producción de conocimiento y metodologías complementarias.
- Ayudantes de contacto del departamento: actores de apoyo con implicación práctica, facilitadores del

trabajo de estudiantes y docentes en los talleres.

- Equipo auxiliar técnico: actores de soporte logístico y técnico, encargados de garantizar las condiciones materiales de validación en talleres y laboratorios.
- Alumnos no pertenecientes al departamento: usuarios externos con influencia baja, que aportan diversidad

de perspectivas en los procesos de prueba y validación.

Este listado permite tener una visión clara de la diversidad de actores involucrados y de la jerarquía de influencia que cada uno ejerce en la problemática investigada. Un ejemplo grafico de estas relaciones se observa en la figura 4.

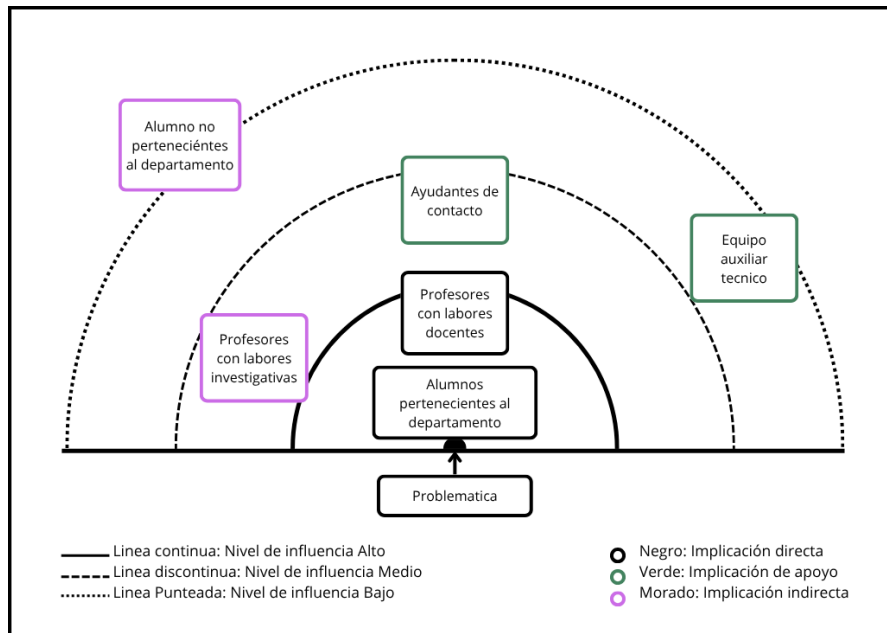


Figura 4. Mapa simplificado de actores involucrados en la validación de prototipos en la Línea Taller de Productos.

3.1.3 Definición y conclusión sobre usuarios principales y secundarios

A partir del análisis del mapa de actores se concluye que:

- Usuario primario: los *alumnos pertenecientes al departamento*, por su uso directo, frecuente y central de los procesos de validación de prototipos.
- Usuario secundario: los *profesores con labores docentes*, quienes, aunque no son los usuarios que aplican directamente todos los aspectos del recurso, median, orientan, supervisan y tienen influencia significativa metodológica y educativa.

Estos términos se justifican en el estudio de Alsos, Lindgaard y Wærn (2011), “*Designing for the Secondary User Experience*”, en el cual los autores definen al usuario primario como aquel que interactúa frecuentemente y directamente con el sistema, y al usuario secundario como aquel que tiene interacciones menos frecuentes o indirectas sobre el problema.

3.2 Levantamiento de necesidades de usuarios

Una vez identificados los actores principales del sistema, resulta necesario comprender en profundidad cuáles son sus necesidades, expectativas y limitaciones en torno a los procesos de validación de prototipos. Este levantamiento de información constituye un paso crítico, ya que permitirá traducir la voz del usuario en requerimientos técnicos que guiarán la construcción del recurso académico propuesto.

3.2.1 Justificación del uso de entrevistas semiestructuradas

La entrevista semiestructurada es una técnica central en la investigación cualitativa, valorada por equilibrar la estructura y la flexibilidad, y por generar información rica en significados (DiCicco-Bloom & Crabtree, 2006). Su diseño, según Kallio et al. (2016), sigue cinco etapas principales: identificar los prerequisites, recopilar antecedentes, formular y pilotear la guía, y finalmente presentar su versión definitiva.

No obstante, para efectos de este proyecto no se aplicarán todas las fases, dado que la naturaleza de la investigación es con el fin de diseñar un insumo para el departamento de ingeniería en diseño en el contexto de una memoria, y no la generación de nueva

información. En consecuencia, se consideran únicamente las tres primeras fases:

1. Identificación de prerrequisitos: se determinó que la entrevista semiestructurada es la herramienta más pertinente para explorar las experiencias y percepciones de alumnos y docentes en torno a la validación de prototipos, al permitir un equilibrio entre comparabilidad de datos y apertura al diálogo.
2. Recopilación de conocimiento previo: la formulación de preguntas se fundamentó en la revisión de literatura sobre validación de prototipos y en observaciones directas realizadas en talleres de productos, lo que permitió seleccionar temas relevantes y ajustados al contexto académico.
3. Formulación preliminar de la guía: se estructuraron bloques temáticos con preguntas principales y subpreguntas explicativas, formuladas de manera abierta para favorecer un diálogo natural y profundo con los entrevistados.

Las fases de pilotaje y presentación final de la guía se omiten debido a las restricciones de tiempo y alcance del presente proyecto,

aunque se reconoce su valor metodológico para futuras investigaciones de mayor envergadura.

3.2.2 Entrevista a usuarios primarios (alumnos del departamento)

El objetivo de esta entrevista fue explorar las experiencias y dificultades de los estudiantes en los procesos de validación de prototipos, así como identificar sus expectativas respecto a un recurso académico que los apoye en este ámbito.

La entrevista se estructuró en cinco bloques temáticos, cada uno con una función específica:

- Bloque 1 – Experiencia general en talleres: busca contextualizar al entrevistado en relación con los prototipos que ha construido y validado, introduciendo de manera natural la conversación sobre prácticas habituales en el marco de la carrera.
- Bloque 2 – Necesidades de validación: orientado a reconocer qué aspectos del diseño (funcionalidad, materialidad, usabilidad, estética, etc.) son considerados críticos por los estudiantes y qué dificultades enfrentan al intentar validarlos.

- Bloque 3 – Uso de herramientas de validación: se centra en indagar qué herramientas conocen y utilizan los alumnos, así como las limitaciones que experimentan durante su aplicación, ya sea por falta de tiempo, recursos, conocimiento o apoyo.
- Bloque 4 – Expectativas hacia un recurso académico: dirigido a comprender cómo debería configurarse un recurso práctico y accesible que oriente a los estudiantes en la validación de prototipos.
- Bloque 5 – Mirada hacia el futuro: busca cerrar la entrevista capturando sugerencias de apoyo adicional que fortalecerían la seguridad de los estudiantes frente a procesos de validación en sus proyectos futuros.

El guion con las preguntas exactas de este instrumento se presenta en el Anexo [2A].

3.2.3 Número de entrevistas y criterio de validez

El criterio de validez de la investigación se sustentó en garantizar la pertinencia de los participantes, la consistencia interna de la información recopilada y la suficiencia de los datos en relación con los objetivos del estudio.

Para ello, se establecieron lineamientos de selección y control metodológico que aseguran la relevancia y la profundidad del material obtenido a través de las entrevistas semiestructuradas.

Se seleccionaron seis estudiantes pertenecientes al Departamento de Ingeniería en Diseño de Productos, conformando un grupo homogéneo en cuanto a su perfil académico y etapa formativa: tres hombres y tres mujeres, todos cursando el último año de la carrera. Esta decisión metodológica responde a la necesidad de obtener una visión integral y retrospectiva del proceso de aprendizaje en los talleres de productos, considerando que estos participantes ya han completado la totalidad de las asignaturas de Taller I a Taller VII. De este modo, se busca asegurar una perspectiva completa y madura, con el proceso formativo ya superado y el aprendizaje interiorizado, permitiendo analizar de manera crítica la experiencia acumulada y las instancias de validación vividas a lo largo de la carrera.

La homogeneidad del grupo busca garantizar comparabilidad y profundidad analítica, permitiendo identificar patrones y recurrencias que reflejen aspectos estructurales del modelo de enseñanza más que diferencias individuales. En este contexto, los

entrevistados comparten el mismo marco curricular, metodológico y experiencial, lo que permite establecer conclusiones consistentes respecto a la práctica de validación en los talleres de diseño de productos.

En términos de validez cualitativa, se aplicó el criterio de saturación teórica, entendido como el punto en que la incorporación de nuevos participantes no aporta información sustantivamente diferente ni genera nuevas categorías de análisis. Siguiendo lo planteado por Vasileiou et al., (2018), la saturación constituye un indicador fundamental de rigor en estudios cualitativos, pues señala el momento en que los datos recopilados son suficientes para representar adecuadamente la complejidad del fenómeno investigado.

En contextos con grupos homogéneos, como es el caso de los alumnos de una misma carrera y cohorte o docentes de un mismo departamento, la saturación puede alcanzarse con un número reducido de entrevistas. Guest, Bunce y Johnson (2006) identificaron que aproximadamente seis entrevistas pueden ser suficientes para cubrir los temas principales dentro de un grupo homogéneo, siempre que las respuestas presenten alta convergencia temática y estabilidad conceptual.

De esta manera, la validez se sustenta tanto en la pertinencia del grupo entrevistado como en la solidez empírica de la información obtenida, asegurando que los resultados reflejen fielmente las dinámicas reales de aprendizaje, desarrollo y validación de prototipos dentro del proceso formativo de la carrera.

3.2.4 Resultados de las entrevistas

Las entrevistas aplicadas a seis estudiantes del Departamento de Ingeniería en Diseño de Productos permitieron identificar patrones consistentes respecto a las experiencias, dificultades y expectativas vinculadas al proceso de validación de prototipos dentro de los talleres de la carrera.

Los resultados se presentan de acuerdo con los cinco bloques temáticos definidos en la guía de entrevista, lo que permite mantener una correspondencia directa entre las preguntas aplicadas y los hallazgos analíticos.

Bloque 1: Experiencia general y tipos de prototipos desarrollados

Los estudiantes reportan una experiencia limitada y discontinua con la construcción de prototipos, especialmente durante los primeros años de formación. En la mayoría de los casos, los ejercicios se enfocaron en representar la forma o la idea del producto sin alcanzar funcionalidad real. Predominan

los prototipos físicos de baja o media fidelidad, elaborados con materiales accesibles como cartón, papel, madera o elementos reciclados. La funcionalidad técnica aparece de manera esporádica, usualmente restringida por la falta de tiempo, recursos o conocimientos prácticos.

La pandemia tuvo un impacto directo en estas experiencias: varios participantes mencionan haber trabajado con prototipos caseros, fabricados con materiales domésticos y presentados a través de clases en línea, sin validación presencial ni acompañamiento docente.

En los talleres avanzados, la complejidad técnica aumenta ligeramente gracias al uso de herramientas del taller (corte láser, grabado o impresiones 3D), aunque se mantiene una escasa diversidad tipológica y una tendencia a validar solo los aspectos formales de los proyectos.

En conjunto, este bloque evidencia que los procesos de prototipado en la carrera no presentan una progresión gradual ni articulada entre niveles, lo que limita la comprensión del prototipo como herramienta de aprendizaje iterativo.

Bloque 2: Procesos y actores de validación

Los relatos muestran que la validación de prototipos ocurre mayoritariamente en etapas finales del semestre y con una participación limitada de actores externos.

La mayoría de los estudiantes describe validaciones realizadas dentro del aula con profesores o compañeros, mientras que solo en casos excepcionales se concretaron experiencias con usuarios reales o expertos externos, las cuales fueron percibidas como altamente significativas y formativas.

Entre los ejemplos más relevantes se encuentra el prototipo de realidad aumentada educativa, que mencionaron algunos entrevistados, en los que la validación se planificó con antelación y se ejecutó con usuarios objetivos en contextos reales, generando aprendizajes más profundos.

Sin embargo, estos casos son aislados; la mayoría de los estudiantes reconoce que las validaciones suelen realizarse al final del semestre, sin tiempo suficiente para incorporar las observaciones recibidas ni iterar sobre el prototipo.

Esta situación refuerza la idea de que el proceso de validación, aunque valorado, se aborda principalmente como un requisito final

de evaluación y no como una fase formativa integrada al desarrollo del proyecto.

Bloque 3: Aspectos del diseño validados y obstáculos enfrentados

En este bloque, las respuestas presentan una alta concordancia: los estudiantes priorizan la usabilidad y la funcionalidad como principales dimensiones de validación.

Aspectos como la materialidad, la estética percibida, la ergonomía o la seguridad de uso se abordan con menor frecuencia, principalmente por limitaciones de tiempo y de recursos.

Varios participantes señalan haber recurrido a familiares o personas cercanas para obtener retroalimentación básica sobre la comprensión del producto o la facilidad de uso, aunque reconocen que estos ejercicios no son representativos del público objetivo real.

Otros mencionan que el uso de materiales de baja calidad o en mal estado dificultaba las iteraciones, ya que el prototipo se deterioraba con cada prueba, imposibilitando la mejora progresiva.

Los obstáculos estructurales identificados fueron:

- Falta de tiempo para realizar validaciones iterativas.
- Escasez de materiales y recursos económicos.
- Dependencia del apoyo docente y poca autonomía técnica.
- Dificultades logísticas derivadas del uso compartido del taller y maquinarias.

Estos elementos se repiten de forma sistemática en todas las entrevistas, alcanzando un nivel de saturación teórica respecto a las barreras que condicionan la calidad y profundidad de la validación.

Bloque 4: Herramientas y recursos utilizados en la validación

Los participantes demuestran un conocimiento limitado y poco diversificado sobre herramientas y métodos de validación.

El LabUX aparece como la herramienta institucional más utilizada, principalmente para la observación controlada y el registro audiovisual. Junto a este, se mencionan entrevistas, cuestionarios y pruebas de usabilidad simples.

No se evidencian experiencias con instrumentos especializados (tests

heurísticos, evaluaciones de campo o herramientas digitales avanzadas), lo que pone de manifiesto una falta de alfabetización metodológica en torno al diseño de procesos de validación y a la selección adecuada de herramientas según la naturaleza del proyecto.

La mayoría coincide en que las instancias de validación son eminentemente prácticas e intuitivas, sustentadas más en la guía docente o en la experiencia previa que en un conocimiento formal de metodologías.

Esta limitación repercute directamente en la autonomía del estudiante y en su capacidad para evaluar de manera rigurosa la efectividad de un prototipo.

Bloque 5: Expectativas hacia un recurso de validación y su integración académica

Los entrevistados expresan una expectativa compartida respecto a la creación de un recurso académico que oriente el proceso de validación de manera clara, visual y práctica.

Se propone que este material contenga:

- Una fase exploratoria, que muestre los distintos tipos de validación posibles y qué tipo de información entrega cada uno.

- Una fase estructurada, con pasos definidos, plantillas y ejemplos aplicables.
- Un formato visual y accesible, que facilite la consulta rápida y la comprensión.
- Una integración temprana al currículo, idealmente desde los primeros niveles de taller.

Asimismo, los estudiantes plantean la necesidad de acompañar este recurso con una inducción práctica sobre materiales, procesos y maquinarias disponibles en el taller, que refuerce su seguridad y autonomía al momento de validar.

La mayoría coincide en que la accesibilidad del material es clave: debe estar disponible digitalmente, de manera centralizada y no dispersa en presentaciones o documentos antiguos.

Síntesis general y saturación de resultados

El análisis transversal de las seis entrevistas permite identificar una recurrencia temática en los cinco bloques, con patrones que se repiten de manera consistente entre los participantes. Los hallazgos más destacados son:

- Las experiencias de prototipado son limitadas y se concentran en etapas avanzadas.
- Las validaciones se realizan principalmente con actores internos y al final del semestre.
- Se validan sobre todo la usabilidad y la funcionalidad, dejando fuera otras dimensiones.
- Existe escaso conocimiento metodológico sobre herramientas de validación.
- Se demanda un recurso visual, práctico y accesible, acompañado de apoyo docente y contextual.

La reiteración de estos resultados confirma que se alcanzó un nivel de saturación teórica adecuado (Vasielou, 2019; Guest et al., 2006), ya que la información obtenida es suficiente y estable para representar las experiencias y necesidades del grupo entrevistado. De este modo, los resultados sirven como base empírica para la formulación de la tabla de necesidades y requerimientos técnicos que se desarrollará en el capítulo siguiente.

4 DEFINIR: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y SÍNTESIS

Esta sección corresponde a la segunda mitad del modelo Doble Diamante, denominada convergencia de la información recopilada durante la etapa de investigación.

Tras haber identificado en el capítulo anterior las percepciones, problemáticas y patrones comunes derivados de las entrevistas, el presente apartado se orienta a transformar dichos hallazgos en lineamientos concretos que permitan proyectar una solución factible y pertinente.

En esta etapa, el análisis pasa de lo divergente a lo integrador: se contrastan los resultados empíricos con las planificaciones curriculares oficiales para detectar coincidencias, vacíos y oportunidades de mejora, desde una mirada que vincule la teoría académica con la práctica real del estudiante.

A partir de este contraste se derivan las necesidades brutas que orientarán la formulación de los requerimientos técnicos que finalmente derivaran en la propuesta formal de solución a la problemática planteada.

4.1 Programas oficiales vs. experiencias estudiantiles

El presente apartado tiene por objetivo contrastar los programas oficiales de las asignaturas de la Línea Taller de Productos (IDP-111 a IDP-118) con las experiencias reportadas por los estudiantes entrevistados.

La comparación busca identificar en qué medida los objetivos y resultados de aprendizaje declarados se traducen, en la práctica, en oportunidades efectivas para la validación de prototipos a lo largo de la trayectoria formativa.

Este análisis se apoya en la lectura de los programas oficiales vigentes junto con los relatos de estudiantes realizados anteriormente. Por lo tanto, no pretende evaluar el cumplimiento del plan de estudios, sino ofrecer una interpretación crítica y situada de las convergencias y tensiones entre ambos niveles de información.

4.1.1 Revisión de los programas oficiales

La revisión transversal de los programas de los Talleres de Productos I a VII y del Taller de Título muestra una progresión estructurada en términos de complejidad del proyecto, integración de variables y grado de aproximación al contexto profesional.

En **Taller de Productos I (IDP-111)** se enfatiza la capacidad de describir y jerarquizar observaciones sobre el entorno y los usuarios, poniendo el foco en la comunicación morfológica entre personas y objetos, y en la materialización de un primer diseño mediante un modelo no funcional, incorporando nociones básicas de ergonomía.

Taller de Productos II (IDP-112) profundiza en la estructuración de decisiones proyectuales y el desarrollo de alternativas formales para encargos de baja complejidad, integrando el análisis de actividades u oficios específicos y la optimización del uso y la función del producto. Se mantienen como eje la usabilidad, la elaboración de modelos formales y funcionales y la comunicación técnica de proyectos.

En **Taller de Productos III (IDP-113)** se incorpora con mayor claridad la dimensión funcional y técnica: se declara que el estudiante debe “evaluar y proponer soluciones de organización funcional en un producto”, considerando conformación espacial, zonificación, flujos de energía y una memoria de dimensionamiento de componentes, lo que introduce de manera explícita el vínculo entre forma, función y desempeño técnico del sistema diseñado.

Talleres IV y V (IDP-114 e IDP-115) profundizan en la articulación entre diseño, manufactura y preserie. Los programas destacan la experimentación con materiales y procesos productivos, la construcción de partes y piezas que hagan viable la solución a nivel de preserie, y la especificación de materiales, tecnologías y procesos. Se incorporan contenidos vinculados a ciclo de vida de producto, arquitectura de producto, benchmarking, QFD y diseño para la manufactura (DFM/DFX), además de la vinculación con PYMEs como fuente de encargos reales.

En **Taller de Productos VI (IDP-116)** el énfasis se desplaza hacia la solución integral y su traducción a un programa industrial. El programa declara contenidos de planificación de proyectos, fundamentos de DFM, manejo de variables múltiples y trabajo concurrente, junto con la elaboración de documentación técnica detallada y la realización de “pruebas de funcionamiento a partir de simulaciones en prototipos físicos y/o virtuales”.

Taller de Productos VII (IDP-117) introduce con fuerza la dimensión de innovación y emprendimiento: red de actores del proyecto, tipos de emprendimiento, métodos de innovación (incluyendo pensamiento de diseño), fuentes de financiamiento, relación

innovación–investigación–patentes y modelos de negocio.

Finalmente, **Taller de Título (IDP-118)** declara como foco el desarrollo de un proyecto de productos o servicios que integre diagnóstico de contexto (global y particular), análisis de necesidades y expectativas del mercado, evaluación de factibilidad social, tecnológica y económica, red de actores del proyecto, formulación conceptual, desarrollo de la propuesta de diseño, materialización de modelos y prototipos y elaboración de un plan de negocios.

En conjunto, los programas oficiales muestran una línea formativa que:

- introduce tempranamente la observación del entorno y de los usuarios (Taller I–II);
- explicita el uso de criterios de usabilidad y modelos formales/funcionales como parte del proceso proyectual (Taller I–III);
- incorpora contenidos de manufactura, DFM/DFX, preserie y pruebas de funcionamiento con prototipos (Taller IV–VI);
- y culmina con el abordaje sistemático de innovación, emprendimiento, red de

actores, factibilidad y plan de negocios (Taller VII y Taller de Título).

Las nociones de validación aparecen, en estos documentos, principalmente asociadas a tres ámbitos:

- I. La usabilidad y el uso efectivo del producto.
- II. Las pruebas de funcionamiento de prototipos físicos o virtuales
- III. El análisis de contexto y factibilidad de mercado.

Aunque no siempre se nombra de forma explícita el término “validación con usuarios”, sí se reconoce la necesidad de contrastar las soluciones con criterios de desempeño, de uso y de pertinencia al contexto.

4.1.2 Ejes de síntesis para el análisis comparativo

Dado que los programas comparten múltiples resultados de aprendizaje y contenidos con formulaciones parcialmente solapadas, se procedió a reagrupar esta información en cinco ejes de síntesis, con el fin de reducir redundancias y facilitar la comparación con las experiencias estudiantiles:

1. Prototipado temprano y usabilidad inicial

Considera la introducción a maquetas, modelos no funcionales, exploración formal y criterios básicos de usabilidad.

2. Funcionalidad y dimensionamiento técnico

Incluye la organización funcional del producto, la conformación espacial, los flujos de energía y el dimensionamiento técnico de componentes.

3. Diseñabilidad y manufacturabilidad (DFX)

Abarca contenidos de DFM/DFX, ciclo de vida de producto, arquitectura, procesos de manufactura y experimentación con materiales y técnicas de prototipado/preserie.

4. Validación con usuarios y contexto de uso

Reúne elementos relacionados con la observación del entorno y los usuarios, la evaluación de usabilidad y las pruebas de funcionamiento entendidas como instancias de contraste entre el comportamiento esperado y el real.

5. Innovación, emprendimiento y vinculación con el entorno

Integra la red de actores, los modelos de negocio, la factibilidad social y de mercado, y

las estrategias de emprendimiento e innovación ligadas al proyecto.

A partir de estos ejes se elaboró una tabla de síntesis (Tabla 3), donde se distribuyen los resultados de aprendizaje y contenidos de

cada taller según su contribución principal a cada eje. Esta reorganización no altera la información declarada en los programas, sino que busca hacerla más legible para el análisis comparativo posterior.

Asignatura (código y nivel)	Resultados de aprendizaje declarados	Eje derivado
Taller I (IDP-111)	Modelar y representar soluciones iniciales mediante maquetas y modelos formales, considerando principios de usabilidad básica.	Prototipado temprano y usabilidad inicial
Taller II (IDP-112)	Diseñar productos considerando tipologías de uso, relación forma-función y coherencia material.	Evolución formal-funcional del prototipo
Taller III (IDP-113)	Desarrollar la organización funcional y el dimensionamiento técnico de los componentes del producto.	Funcionalidad y dimensionamiento técnico
Taller IV (IDP-114)	Aplicar principios de DFM/DFX y técnicas de prototipado y baja serie.	Diseñabilidad y manufacturabilidad (DFX)
Taller V (IDP-115)	Construir el prototipo final y realizar pruebas de funcionamiento y fiabilidad (AMEF).	Validación funcional y pruebas controladas
Taller VI (IDP-116)	Ejecutar simulaciones y contrastarlas con resultados de pruebas físicas.	Integración simulación-prototipo
Taller VII (IDP-117)	Incorporar actores y contextos reales en la evaluación del producto, aplicando métodos de innovación y validación integral.	Participación de usuarios y contexto real

Tabla 3 – Tabla de ejes comparativos según planificaciones de asignaturas IDP

4.1.3 Comparación con las experiencias estudiantiles y brechas identificadas

Sobre la base de los ejes anteriores, se construyó una matriz comparativa (Tabla 4) con tres columnas:

1. Lo que declara la planificación oficial
2. Lo que reportan los estudiantes en las entrevistas
3. La brecha interpretada entre ambas fuentes.

En términos generales, los estudiantes reconocen la progresión en complejidad técnica y la presencia de contenidos relacionados con prototipado, funcionalidad y manufactura, especialmente en los talleres intermedios y avanzados. Esta percepción resulta consistente con la importancia que los programas otorgan a la construcción de modelos, a la experimentación con materiales y a las pruebas de funcionamiento de componentes y ensamblajes.

Sin embargo, al contrastar estos documentos con los relatos estudiantiles surgen diferencias relevantes en torno a cómo y cuándo se concretan las oportunidades de validación:

- La observación y el análisis del contexto de uso aparecen explícitos en los programas iniciales y finales, pero los estudiantes describen que estas actividades tienden a concentrarse en momentos puntuales (por ejemplo, al inicio del proyecto o en la etapa de título), sin configurarse como un hilo conductor metodológico que acompañe todas las etapas del diseño.
- La validación de usabilidad y de experiencia de uso se menciona en los resultados de aprendizaje de varios

talleres, pero los entrevistados señalan que, en la práctica, los ejercicios de evaluación con usuarios reales son menos frecuentes y menos estructurados de lo que ellos esperarían, quedando muchas veces subordinados a la entrega final del proyecto más que a ciclos iterativos de prueba y ajuste.

- En el ámbito de DFM/DFX y pruebas de funcionamiento, los programas plantean explícitamente la necesidad de realizar pruebas de desempeño sobre prototipos y de considerar criterios de manufactura. No obstante, los estudiantes describen que estas pruebas se centran principalmente en la verificación de que el prototipo “funcione” para efectos de la entrega, más que en un proceso sistemático de validación que genere evidencia reutilizable para iteraciones posteriores.
- Finalmente, aunque innovación, emprendimiento y modelos de negocio tienen un peso claro en Taller VII y Taller de Título, los estudiantes perciben que la articulación entre estas dimensiones y la validación temprana de prototipos con usuarios u otros actores clave se produce

tardíamente, cuando el proyecto ya está relativamente definido y existe poco margen para reorientarlo.

En síntesis, la comparación sugiere que las brechas identificadas no se originan en una ausencia total de contenidos relacionados con la validación en los programas oficiales, sino en la forma en que estos contenidos se operacionalizan y se hacen visibles para el estudiantado.

Desde la lectura conjunta de documentos y entrevistas, la validación de prototipos aparece como una dimensión presente pero fragmentada:

- se declara de manera implícita en distintos resultados de aprendizaje,
- se practica de forma desigual según taller, docente y proyecto,
- y rara vez se explicita como un proceso metodológico con etapas, herramientas y criterios claramente reconocibles.

El reconocimiento de estas brechas constituye la base para la identificación de necesidades de diseño que se desarrolla en el apartado siguiente, donde se reformulan dichas tensiones como requisitos para la propuesta de herramienta de apoyo a la validación en la Línea Taller de Productos.

Patrones	Lo que declara la planificación oficial	Lo que reportan los estudiantes	Brecha observada y oportunidad de mejora
1. Prototipado temprano y usabilidad inicial	Los talleres I-II promueven la experimentación formal y el desarrollo de modelos no funcionales, explorando la relación forma-función y principios básicos de usabilidad.	Los estudiantes describen la producción de maquetas de baja fidelidad y soluciones principalmente visuales, con funcionalidad mínima y sin progresión clara entre niveles.	Ausencia de mecanismos que impulsen la validación temprana y la iteración progresiva de prototipos desde etapas iniciales. Se requiere una herramienta que integre ejercicios de validación guiada en los primeros talleres.
2. Funcionalidad y dimensionamiento técnico	Taller III busca consolidar la organización funcional y el dimensionamiento técnico de los componentes del producto.	Se privilegia el aspecto estético sobre el técnico; la mayoría carece de experiencia real en ensamblaje o dimensionamiento con criterios de funcionamiento.	Necesidad de materiales y pautas metodológicas que fortalezcan la transición entre diseño conceptual y desarrollo técnico, incorporando pruebas de desempeño simplificadas.
3. Diseñabilidad y manufacturabilidad (DFX)	Taller IV-V incluyen la aplicación de principios de DFM/DFX y técnicas de prototipado o preserie.	Los estudiantes reconocen dificultades para aplicar DFX de forma tangible; muchos desconocen su alcance práctico.	Falta de instrumentos de apoyo visual y operativos que traduzcan los conceptos de DFX en prácticas concretas de taller, posibilitando la reflexión sobre factibilidad constructiva y mantenibilidad.
4. Validación funcional y pruebas controladas	Taller V-VI establecen la realización de pruebas de funcionamiento, simulaciones y análisis de fiabilidad (AMEF).	Las validaciones suelen realizarse al final del semestre, sin criterios estandarizados ni herramientas de registro.	Déficit de protocolos o guías de prueba que orienten la planificación de validaciones iterativas y el registro sistemático de resultados. La herramienta propuesta puede incluir plantillas y métricas base.
5. Integración simulación-prototipo y participación de usuarios	Taller VI-VII y Concepción de Productos contemplan el contraste entre simulaciones virtuales y prototipos físicos, junto con la participación de actores o usuarios reales.	Los estudiantes reportan que la simulación digital rara vez se conecta con el testeo físico, y que la interacción con usuarios reales es limitada o nula.	Necesidad de vínculos metodológicos entre simulación y prueba empírica, además de recursos para incorporar usuarios reales en fases tempranas de validación.

Tabla 4 – Tabla de identificación de brechas entre experiencias usuarias y planificaciones oficiales

4.2 Identificación de necesidades

El análisis revela que las brechas identificadas no responden a inconsistencias curriculares, sino a una desconexión operativa entre la teoría y la práctica,

evidenciando la necesidad de instrumentos metodológicos que acompañen el proceso de validación dentro del aula.

En términos específicos, las brechas observadas coinciden estrechamente con los

relatos recogidos en las entrevistas. Los estudiantes describen procesos de prototipado de media-baja fidelidad, validaciones que se realizan en etapas tardías del semestre y un uso limitado de herramientas de evaluación.

Esto contrasta con los objetivos declarados, que establecen la aplicación temprana de pruebas de usabilidad, el uso de herramientas CAD/CAE (*Computer Aided Design / Computer Aided Engineering*, modelado y simulación digital del comportamiento del producto) y la integración de actores reales en el proceso de validación, aspectos que rara vez se concretan durante el desarrollo de los talleres.

De igual modo, algunos programas incluyen principios de DUX (*Design User eXperience*), que enfatizan la creación de experiencias significativas para el usuario final. Sin embargo, estos conceptos permanecen

mayormente teóricos, pues los estudiantes carecen de instancias y guías metodológicas que les permitan aplicarlos de forma tangible en sus prototipos o validaciones con usuarios.

En conjunto, las brechas detectadas reflejan una falta de conexión práctica entre el conocimiento teórico y las capacidades operativas del estudiante, más que una debilidad en el contenido curricular.

Por tanto, surge la necesidad de diseñar una herramienta académica que sirva como mediador entre ambos niveles, entregando rutas, ejemplos y formatos aplicables que fortalezcan la validación temprana y continua de los prototipos. De esta forma, el análisis comparativo no solo evidencia las carencias, sino que también da origen a las necesidades de diseño que fundamentarán la formulación de los requerimientos técnicos en la siguiente sección.

Código	Necesidad identificada	Descripción
N-01	Acompañamiento metodológico transversal	Los estudiantes requieren una guía unificada que articule los objetivos de aprendizaje de cada taller con actividades concretas de validación, garantizando continuidad y coherencia en la progresión formativa.
N-02	Orientación visual y secuencial del proceso de validación	Se necesita una herramienta gráfica o interactiva que represente los pasos, hitos y tiempos mínimos para validar prototipos en cada fase del semestre, favoreciendo la planificación y el seguimiento.
N-03	Recursos aplicados para la evaluación funcional	Los talleres contemplan pruebas de funcionamiento, pero los alumnos carecen de plantillas, protocolos o métricas para estructurar y documentar estas validaciones.
N-04	Vinculación entre teoría y práctica digital-física	Los estudiantes no logran conectar herramientas digitales (CAD/CAE) con la validación física. Se requiere un recurso que facilite la transferencia de resultados entre simulaciones y test reales.
N-05	Exposición guiada a la validación con usuarios reales	A pesar de que el currículo menciona interacción con actores externos, los estudiantes declaran no saber cómo planificar, ejecutar ni registrar estas instancias de forma efectiva.
N-06	Autonomía técnica en la construcción de prototipos funcionales	Falta dominio sobre materiales, procesos y maquinarias del taller. Una inducción integrada en la herramienta permitiría reducir la dependencia del apoyo docente y mejorar la calidad de los prototipos.

Tabla 5 – Tabla de necesidades identificadas

La identificación de estas necesidades permite concretar el Objetivo Específico 2, al establecer la interrelación entre los tipos de prototipos, las herramientas de validación y las necesidades de testeo derivadas del contexto académico. Con ello, se consolida la

transición entre la fase de análisis empírico y la formulación técnica de la propuesta.

4.2.1 Requerimientos técnicos de la solución

A partir del análisis comparativo y de la identificación de necesidades realizado en los

apartados anteriores, esta sección presenta los requerimientos técnicos que orientarán el diseño de la herramienta académica destinada a apoyar los procesos de validación temprana de prototipos. El propósito de esta etapa es traducir los hallazgos del diagnóstico en criterios operativos y verificables, capaces de guiar las primeras decisiones formales de diseño y los futuros planes de validación de la propuesta.

Los requerimientos técnicos constituyen el vínculo entre las necesidades expresadas por los usuarios y las decisiones de diseño que definirán la estructura, formato y contenido del recurso. En este caso, el enfoque se centra en la forma en que la información será organizada y entregada a los estudiantes, de modo que facilite la elección de métodos de validación adecuados según el tipo de prototipo, la etapa de diseño o el objetivo del proyecto.

El objetivo de esta etapa es formular hipótesis de estructura que orienten la definición

posterior de la propuesta, funcionando como un espacio exploratorio previo a la validación.

El marco conceptual de esta sección se basa en lo propuesto por Ulrich y Eppinger (2016), quienes plantean que la formulación de requerimientos técnicos constituye una fase clave en el proceso de diseño de productos, al permitir transformar observaciones cualitativas en especificaciones claras, medibles y orientadas a la acción.

De acuerdo con estos autores, un requerimiento técnico debe entenderse como una condición concreta que la solución debe cumplir para responder adecuadamente a una necesidad identificada, y debe poder verificarse su aplicación. Su función es establecer criterios objetivos que permitan evaluar si la propuesta cumple su propósito y mantiene coherencia con las expectativas del usuario.

Código de necesidad	Requerimiento técnico asociado	Tipo de requerimiento	Criterio de verificación
N-01. Acompañamiento metodológico transversal	R-01. La solución debe presentar una estructura clara que relacione los niveles de taller con los tipos de validación más pertinentes para cada etapa.	Funcional / Informativo	Se verifica que la matriz o el material permita identificar qué métodos de validación corresponden a cada nivel formativo.
N-02. Orientación visual y secuencial del proceso de validación	R-02. La solución debe organizar la información de forma visual, mostrando de manera sintética la relación entre tipo de prototipo, necesidades y herramienta de validación sugerida.	Usabilidad / Interfaz	Se comprueba que el usuario pueda comprender la secuencia de lectura y localizar la información requerida de manera intuitiva.
N-03. Recursos aplicados para la evaluación funcional	R-03.1. La solución debe incluir una breve descripción de cada herramienta de validación y el tipo de información que permite obtener, evitando tecnicismos y priorizando su aplicabilidad práctica.	Informativo / Formativo	Se verifica que cada herramienta esté acompañada de una descripción breve y comprensible, con ejemplos de uso académico.
	R-03.2. La herramienta debe explicar de forma sintética cómo ejecutar las herramientas de validación sugeridas o indicar fuentes confiables donde se pueda acceder a esa información.	Formativo / Accesibilidad	Se comprueba que el usuario disponga de una orientación clara o enlaces de referencia que le permitan comprender y aplicar cada método.
N-04. Vinculación entre teoría y práctica digital-física	R-04. La solución debe diferenciar las herramientas de validación digital y física, señalando cuándo y por qué conviene usar una u otra según la etapa o el tipo de proyecto.	Informativo / Didáctico	Se revisa que el material distinga claramente entre herramientas digitales y físicas, y oriente su elección.
N-05. Exposición guiada a la validación con usuarios reales	R-05. La solución debe incorporar ejemplos de buenas prácticas para la validación con personas y directrices sobre el trato responsable con usuarios, destacando aspectos éticos y comunicacionales básicos.	Ético / Formativo	Se verifica que el material incluya recomendaciones sobre la interacción con participantes, consentimiento informado y manejo respetuoso de la información obtenida.
N-06. Autonomía técnica en el proceso de validación	R-06. La solución debe presentar la información en un formato accesible, físico o digital, que permita su consulta rápida sin necesidad de mediación docente.	Accesibilidad / Funcional	Se evalúa que el recurso pueda ser comprendido y utilizado de manera autónoma por los estudiantes en contexto de taller.

Tabla 6 – Tabla de requerimientos y necesidades

La tabla presenta la relación directa entre las necesidades detectadas y los requerimientos técnicos derivados de ellas, definiendo además el tipo de requerimiento y el criterio de verificación correspondiente.

El conjunto de requerimientos expuestos orienta el desarrollo de la herramienta hacia un sistema de información claro, visual y accesible, que facilite la toma de decisiones en torno a la validación.

Más que intervenir en el proceso, la solución busca sintetizar y comunicar la información relevante, actuando como un apoyo que permita a los estudiantes identificar qué validar, cuándo hacerlo y con qué herramienta.

En este sentido, los requerimientos técnicos definidos en esta etapa orientan directamente el diseño conceptual del recurso y guían la planificación de las estrategias de validación que se aplicarán posteriormente.

La formulación de los requerimientos técnicos, además de responder directamente a las necesidades detectadas, mantiene coherencia con los conceptos teóricos expuestos en el capítulo 1, donde la validación se entiende como un proceso iterativo, empírico y centrado en el usuario (Hanington & Martin, 2012; Norman, 2013). En

consecuencia, cada requerimiento técnico puede rastrearse conceptualmente hasta los principios de aprendizaje validado y diseño iterativo desarrollados en la fundamentación teórica.

4.2.2 Selección del formato de solución: enfoque matricial

A partir de la síntesis de necesidades y de los requerimientos técnicos definidos en los apartados anteriores, se determinó que la naturaleza de la solución debía responder a una lógica de cruce y comparación de variables interdependientes. En el contexto de la validación de prototipos, los estudiantes deben relacionar simultáneamente aspectos como el tipo de prototipo, la etapa del proceso de diseño, la herramienta de validación pertinente y los objetivos de aprendizaje asociados.

Bajo esta premisa, se concluyó que el formato matricial constituye la estructura más adecuada para organizar dicha información, ya que permite visualizar relaciones múltiples dentro de un sistema complejo y facilitar la toma de decisiones informadas. Este tipo de organización no solo posibilita el análisis comparativo entre variables, sino que también garantiza claridad, trazabilidad y coherencia con los criterios técnicos establecidos.

Asimismo, al tratarse de un recurso académico orientado a estudiantes en formación, la matriz ofrece una lectura visual, lógica y de consulta rápida, donde cada intersección entre ejes entrega información aplicable y contextualizada. Los ejes, el formato de presentación, la información asociada a cada cruce y los elementos auxiliares de apoyo se definen directamente a partir de los requerimientos técnicos establecidos en la sección anterior, asegurando que la propuesta mantenga alineación metodológica y funcional con las necesidades detectadas durante la investigación.

En consecuencia, la decisión de diseño final se orienta hacia la construcción de una matriz de validación, concebida como un mapa de decisión que sintetiza los aprendizajes del proyecto y actúa como puente entre la teoría y la práctica dentro de los procesos de validación en la carrera.

4.3 Síntesis e identificación de tipos

Según Hanington y Martin (2012), la síntesis constituye una fase intermedia esencial entre la observación y la ideación, en la que la información dispersa se agrupa para revelar patrones de comportamiento, necesidades y oportunidades de mejora.

El análisis comparativo entre planificaciones curriculares y experiencias estudiantiles permitió reconocer que las principales dificultades en la validación de prototipos no se deben a la falta de herramientas, sino a la ausencia de criterios conceptuales que orienten qué validar, con qué tipo de prototipo hacerlo y en qué nivel de definición representarlo.

Las entrevistas evidenciaron que los estudiantes tienden a validar intuitivamente aspectos como la funcionalidad o la usabilidad, sin distinguir entre necesidades de testeo, tipologías de prototipos o niveles de fidelidad, lo que genera procesos poco estructurados y aprendizajes parciales.

A partir de esta observación, y en coherencia con los referentes teóricos previos, esta sección establece un marco de definición que organiza los hallazgos en variables de diseño o de decisión, dicho marco constituirá la base conceptual de la solución

4.3.1 Necesidades de testeo o de diseño

Para Hanington y Martin (2012), las necesidades de testeo corresponden a los aspectos del diseño que deben ser comprobados empíricamente para generar aprendizaje validado. Los resultados de las entrevistas y la revisión bibliográfica permitieron identificar seis

grandes tipos de necesidad, recurrentes en los proyectos desarrollados en la carrera: usabilidad, deseabilidad, viabilidad técnica, percepción y coherencia, comprensión informativa e Impacto contextual, las

necesidades con su descripción y ejemplo pueden ser visualizadas en la tabla 7.

Necesidad de testeo	Descripción	Ejemplo en contexto académico
Usabilidad	Evalúa la facilidad con que el usuario comprende, manipula y completa tareas con el prototipo. Involucra eficacia, eficiencia y satisfacción.	Test de uso en el laboratorio de experiencia (LabUX) para detectar dificultades de interacción.
Deseabilidad	Analiza el atractivo, agrado o conexión emocional que genera la propuesta en los usuarios.	Evaluar percepciones estéticas o simbólicas del producto.
Viabilidad técnica	Comprueba la factibilidad estructural, material o mecánica del prototipo en función de recursos y tiempos disponibles.	Ensayos de funcionamiento o compatibilidad de materiales.
Percepción y coherencia de uso	Determina si la intención del diseño se comunica adecuadamente y si el flujo de uso resulta lógico e intuitivo.	Validar la claridad de una interfaz o de las instrucciones de montaje.
Comprensión informativa	Examina la calidad y legibilidad de la información que el prototipo transmite: textos, gráficos, señales o jerarquías visuales.	Evaluar diagramas o elementos informativos en prototipos comunicacionales.
Impacto contextual o social	Considera el ajuste del prototipo a su entorno de aplicación y su pertinencia en relación con actores y condiciones reales.	Prueba piloto de servicio o producto en contexto comunitario o educativo.

Tabla 7 – Tabla de necesidades de testeo identificadas

Las seis necesidades de testeo identificadas abarcan desde el funcionamiento operativo hasta la percepción social de la propuesta.

Este marco permite distinguir claramente los objetivos de conocimiento que motivan cada validación y evidencia la amplitud de

factores involucrados en el aprendizaje validado dentro de los talleres. Reconocer estas diferencias resulta esencial para seleccionar el tipo de prototipo adecuado y definir las herramientas de prueba pertinentes en etapas posteriores del proyecto.

4.3.2 Tipología de prototipos según necesidad de validación

Ulrich y Eppinger (2016) definen el prototipo como una representación física o digital de un concepto que permite experimentar, aprender y reducir incertidumbre.

Bajo esta lógica, los prototipos pueden clasificarse según el tipo de información que se espera obtener de ellos, es decir, por

la necesidad de validación que satisfacen. Diversos autores han explorado esta relación entre propósito y nivel de desarrollo del prototipo. Thomke (2003) y Houde y Hill (1997) coinciden en que la función del prototipo no depende únicamente de su grado de fidelidad, sino del tipo de aprendizaje que posibilita dentro del proceso de diseño.

A partir del análisis cualitativo de las entrevistas con docentes y estudiantes, junto con la revisión de los programas de asignatura y de la literatura, se elaboró una síntesis conceptual que permitió definir cuatro tipologías principales: conceptual, funcional o técnico, comunicacional y de servicio o experiencia. La descripción detallada de cada tipo se presenta en la Tabla 8.

Tipo de prototipo	Objetivo de validación	Características principales	Etapas sugerida del proceso de diseño
Conceptual	Explorar ideas y estructuras iniciales, detectando errores de lógica o coherencia funcional.	Representaciones simples, diagramas o maquetas volumétricas.	Fases tempranas de ideación y definición.
Funcional o técnico	Comprobar el desempeño mecánico o estructural del diseño.	Incluye materiales reales, mecanismos o sistemas físicos.	Etapas intermedias de desarrollo.
Comunicacional	Evaluar claridad informativa, lenguaje visual o narrativa del producto.	Diagramas, interfaces o piezas gráficas orientadas a la comprensión.	Etapas intermedias y de presentación.
De servicio o experiencia	Validar flujos, interacciones o secuencias dentro de un sistema o servicio.	Simulaciones, guiones o role-play.	Etapas finales de validación con usuarios reales.

Tabla 8 – Definición de tipos de prototipos por tipo de información

Cada tipología responde a un propósito de aprendizaje distinto y puede coexistir en un mismo proyecto según el tipo de conocimiento buscado.

Esta clasificación clarifica el rol metodológico del prototipo dentro del proceso de diseño, pasando de herramienta de exploración a medio de comprobación funcional o de comunicación.

4.3.3 Tipología de prototipos según fidelidad

Brown (2009) plantea que la fidelidad de un prototipo está determinada por el nivel de

realismo necesario para obtener el aprendizaje buscado. En este sentido, la fidelidad no depende del acabado, sino de la precisión con que representa el aspecto a validar.

Se distinguen tres niveles principales de fidelidad, Baja, Media y Alta, como se puede detallar en la Tabla 9.

Nivel de fidelidad	Descripción	Tipo de información que permite obtener	Ejemplo de aplicación en talleres IDP
Baja fidelidad	Representación esquemática o simplificada.	Detectar errores estructurales o conceptuales antes de invertir en materiales complejos.	Bocetos, wireframes o maquetas de cartón.
Media fidelidad	Modelo parcialmente funcional o semirrealista.	Validar usabilidad, claridad informativa y jerarquía visual.	Modelos interactivos o simulaciones digitales.
Alta fidelidad	Prototipo casi final, con comportamiento y materiales definitivos.	Evaluar percepción, satisfacción y desempeño real.	Prototipo funcional o piloto en entorno real.

Tabla 9 – Definición de tipos de prototipos por fidelidad

La progresión entre niveles de fidelidad refleja un proceso de aprendizaje iterativo: de la exploración conceptual hacia la comprobación integral.

Comprender esta gradación permite optimizar tiempos, recursos y esfuerzos, adaptando el nivel de detalle al tipo de información que se busca obtener en cada etapa.

4.3.4 Etapas del proceso de diseño

Las etapas del proceso de diseño constituyen un marco que permite situar las acciones de validación dentro de una secuencia estructurada y coherente con la lógica del aprendizaje iterativo.

En el ámbito académico del diseño, los modelos más utilizados son el Design Thinking (Stanford d.school, 2010) y el Doble Diamante (Design Council, 2004), ambos

adoptados como base metodológica en las planificaciones oficiales y la malla curricular del Departamento de Ingeniería en Diseño de Productos de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM, 2023).

Ambos modelos comparten una misma filosofía: avanzar de la exploración divergente a la síntesis convergente, promoviendo la validación continua de las decisiones de diseño.

En el Design Thinking, esta secuencia se organiza en cinco etapas ,empatizar, definir, idear, prototipar y testear, que se corresponden con las cuatro macrofases del Doble Diamante (descubrir, definir, desarrollar y entregar). Por esta razón, se considera que el modelo de Design Thinking ofrece un lenguaje más universal y adaptable, mientras

que el Doble Diamante aporta una estructura formal utilizada en contextos tanto empresariales como académicos.

En el contexto de esta memoria, las etapas del proceso de diseño se conciben como un marco flexible, capaz de integrarse a distintos enfoques metodológicos y a diversos niveles de fidelidad del prototipo. Cada fase implica un tipo particular de validación:

- **Empatizar:** validaciones orientadas a comprender el contexto y las necesidades del usuario.
- **Definir:** confirmación de hipótesis iniciales y pertinencia de los hallazgos.
- **Idear:** contraste de alternativas conceptuales y flujos de uso.
- **Prototipar:** verificación de factibilidad técnica y usabilidad.
- **Testear:** evaluación final de desempeño, comprensión y deseabilidad.

De este modo, la variable “etapas del proceso de diseño” actúa como una guía transversal que permite al estudiante identificar en qué momento del proceso se encuentra y qué tipo de validación resulta más pertinente. Su adopción garantiza que la herramienta desarrollada mantenga coherencia con las

prácticas docentes actuales del Departamento y con los estándares internacionales de diseño centrado en las personas.

4.3.5 Tipos de actores involucrados

El proceso de validación depende no solo del objeto o del método, sino también del perfil del usuario o actor involucrado en la prueba. La literatura sobre diseño centrado en las personas (Sanders & Stappers, 2008; Norman, 2013) subraya que las características físicas, cognitivas y sensoriales de los usuarios determinan la adecuación de las herramientas y la interpretación de los resultados.

Para efectos de esta investigación, los actores se clasifican según el rango etario definido por la Organización Mundial de la Salud (2020), complementado con criterios de desarrollo cognitivo relevantes para el diseño de productos e interfaces. Se distinguen cuatro grupos de usuarios:

- **Infantil (6–12 años):** usuarios con pensamiento concreto y alta sensibilidad perceptiva; se recomiendan validaciones basadas en observación, manipulación directa o dinámicas lúdicas.
- **Preadolescente (13–17 años):** usuarios en transición hacia el

pensamiento abstracto; se favorecen metodologías de co-creación guiada y validaciones participativas que integren juicio crítico.

- **Adulto (18–59 años):** usuarios con autonomía cognitiva y motriz plena, capaces de aplicar metodologías complejas de validación y entregar retroalimentación analítica.
- **Adulto mayor (60 años o más):** usuarios que pueden presentar variaciones sensoriales o atencionales; requieren interfaces claras, contrastes visuales altos y mayor tiempo de interacción.

Por limitaciones metodológicas, este estudio considera únicamente participantes sin comorbilidades físicas, psicológicas o psiquiátricas, garantizando homogeneidad en las condiciones de interacción.

No obstante, se reconoce la existencia de un espectro ampliado de usuarios, existiendo la posibilidad de su adaptación a contextos donde existan diferencias sensoriales o cognitivas.

Esta clasificación reafirma que la validación no es un proceso universal, sino situado en la diversidad humana, donde cada actor influye en el modo en que se experimenta,

comprende y evalúa un prototipo. Reconocer estas diferencias es esencial para garantizar resultados representativos y un diseño verdaderamente inclusivo.

4.3.6 Objetivos de validación

Los objetivos de validación representan las preguntas o hipótesis que el diseñador busca responder empíricamente mediante la aplicación de una herramienta de validación. A diferencia de las necesidades de testeo, que definen *qué aspecto del diseño* requiere ser evaluado, los objetivos de validación precisan *qué tipo de conocimiento se pretende obtener y cómo ese aprendizaje influirá en las decisiones posteriores del proyecto*.

Ulrich y Eppinger (2016) plantean que la validación debe generar evidencia que reduzca la incertidumbre en torno al desempeño del producto, mientras que Hanington y Martin (2012) enfatizan su rol como proceso de aprendizaje iterativo, donde cada prueba responde a un propósito cognitivo distinto: explorar, comprobar o refinar. A partir de ambas perspectivas, en esta investigación se entiende que un objetivo de validación es una pregunta comprobable a través de interacción o medición, cuya respuesta permite avanzar en la toma de decisiones de diseño.

De manera práctica, los objetivos de validación pueden organizarse en tres niveles complementarios, según el tipo de evidencia que se busca obtener y la función que cumplen dentro del proceso de diseño:

- **Exploratorios:** buscan identificar percepciones, necesidades o expectativas de los usuarios frente a una propuesta. Permiten descubrir oportunidades o problemas iniciales mediante entrevistas, focus groups o pruebas conceptuales.
- **Comprobatorios:** se orientan a verificar si la solución cumple con los criterios definidos. Entregan evidencia sobre desempeño, comprensión o usabilidad, utilizando pruebas funcionales o evaluaciones heurísticas.
- **Refinadores:** apuntan a detectar ajustes que mejoren la experiencia o el rendimiento del diseño, comparando iteraciones o midiendo satisfacción y percepción de mejora.

Estos tres niveles no son secuenciales, sino que se aplican según el momento del proyecto y el tipo de información requerida. En conjunto, permiten formular objetivos de validación medibles y coherentes, capaces de

ser respondidos directamente por una herramienta de validación.

4.3.7 Formatos de implementación de la herramienta de validación

Los formatos de implementación son los medios o soportes donde la herramienta de validación puede ser desarrollada y utilizada.

Su elección no solo afecta la experiencia de uso, sino también la accesibilidad, la actualización de contenidos y la posibilidad de interacción entre los distintos actores involucrados.

En coherencia con los programas de asignaturas de la carrera de Ingeniería en Diseño de Productos de la UTFSM (2023), que promueven la integración de competencias digitales, comunicativas y tecnológicas en la práctica proyectual, esta investigación considera tres formatos principales para la posible implementación de la herramienta propuesta.

- **Infografía interactiva:** formato visual de síntesis que permite condensar la estructura de la herramienta y facilitar su comprensión general. Su carácter gráfico la vuelve ideal para introducciones, capacitaciones o difusión entre estudiantes que requieran una visión panorámica del

proceso de validación.
Ventaja: ofrece claridad visual, portabilidad y una rápida lectura de la secuencia metodológica.

- **Documento PDF:** formato estructurado y autoportante, adecuado para la distribución institucional y el registro formal de los procesos de validación. Permite integrar fichas, diagramas y campos editables, garantizando compatibilidad con los sistemas de entrega académica.
Ventaja: asegura trazabilidad, respaldo documental y facilidad de almacenamiento.
- **Herramienta web mixta:** entorno digital interactivo que combina elementos de visualización, formularios y módulos de retroalimentación. Este formato posibilita la integración directa entre los usuarios y la herramienta, ampliando su alcance y flexibilidad de uso.
Ventaja: permite actualizaciones dinámicas, interacción remota y recopilación automatizada de datos.

La selección de estos tres formatos se fundamenta en los requerimientos y percepciones recogidas durante las entrevistas con docentes y estudiantes, quienes coincidieron en la necesidad de contar con herramientas visuales, accesibles y fácilmente actualizables. Los estudiantes destacaron la importancia de disponer de materiales claros y sintéticos, que les permitieran comprender el proceso de validación sin depender constantemente de la guía docente.

En este sentido, la infografía interactiva responde a la necesidad de comprensión inicial y orientación general; el documento PDF garantiza trazabilidad y compatibilidad con los mecanismos formales de entrega; y la herramienta web mixta atiende al interés por experiencias más participativas y adaptables a entornos remotos.

5 DESARROLLAR: IDEACION Y CONCEPCION DE SOLUCION

La etapa de desarrollar corresponde al segundo momento divergente del modelo del doble diamante, en el que la exploración y la síntesis previos se transforman en acciones de construcción de alternativas.

En esta fase, el proyecto orienta sus esfuerzos hacia la exploración posibles propuestas de solución viables, donde las decisiones de diseño comienzan a materializarse a partir de los requerimientos técnicos definidos en la etapa anterior.

En este contexto, se aplican herramientas que permiten estructurar la ideación y contrastar sus resultados, iniciando con la matriz morfológica como método de construcción de alternativas, y continuando con las etapas de validación y testeo necesarias para definir la forma final de la propuesta.

5.1 Matriz morfológica

El objetivo de esta etapa es definir la estructura conceptual del recurso informativo que orientará la selección de herramientas de validación. A diferencia de los proyectos de diseño orientados a objetos físicos, donde las variables morfológicas refieren a dimensiones materiales o funcionales, en este caso la aplicación del método se adapta al contexto de un diseño de recurso educativo, donde las variables son informativas, clasificatorias y

comunicacionales.

De esta forma, la matriz morfológica se emplea como una herramienta de diseño conceptual que permite identificar qué combinación de parámetros informativos resulta más efectiva para organizar la futura matriz de validación, garantizando coherencia con los requerimientos técnicos definidos en la sección 4.1.3.

El procedimiento se basa en el enfoque propuesto por Fritz Zwicky (1967), quien plantea la matriz morfológica como un método de exploración sistemática de configuraciones posibles dentro de un sistema complejo.

En este proyecto, dicho sistema no está compuesto por partes físicas, sino por dimensiones conceptuales intercambiables (ejes, categorías, formatos de presentación), las cuales determinan cómo el usuario final accederá a la información necesaria para validar su proyecto.

5.1.1 Aplicación de Matriz

Para adaptar la metodología al contexto del proyecto, se identificaron los parámetros clave que definen la estructura informativa del recurso y la manera en que los estudiantes interactúan con los contenidos de validación. Cada parámetro corresponde a un eje potencial de la matriz, y se relaciona con uno o varios requerimientos técnicos. En lugar de estudiar configuraciones físicas, se analizaron combinaciones posibles de variables de información, representando distintas formas de organizar y comunicar los contenidos dentro del recurso.

opciones posibles para cada parámetro, representando distintas formas en que la información podría disponerse o clasificarse dentro de la herramienta.

El análisis se estructuró en cuatro parámetros principales, Variable de clasificación principal, Variable Complementaria, Información de intersección y Modo de acceso o formato, los que se detallan en la tabla 10.

Parámetro o eje potencial	Requerimientos asociados	Función dentro de la herramienta
Eje 1: Variable de clasificación principal	R-01, R-02, R-04	Determina el criterio base con que se organiza la matriz (por ejemplo, tipo de prototipo o etapa del proceso de diseño).
Eje 2: Variable complementaria	R-01, R-03	Define el segundo criterio de cruce que guiará la selección del método de validación adecuado.
Eje 3: Información de intersección	R-03, R-05	Establece el contenido que se mostrará en cada cruce de la matriz. La herramienta de validación está siempre presente, variando el nivel de detalle o profundidad de la información asociada.
Eje 4: Modo de acceso o formato	R-06	Indica cómo será presentada o consultada la herramienta (física, digital o mixta).

Tabla 10 – Construcción de ejes de matriz morfológica

Cada eje de la matriz fue definido para estructurar el proceso de validación desde distintas perspectivas complementarias, permitiendo explorar un amplio rango de combinaciones posibles entre variables.

Su configuración responde a la necesidad de traducir los hallazgos teóricos y empíricos en una herramienta adaptable, capaz de articular múltiples escenarios sin perder coherencia metodológica.

Las opciones específicas que conforman cada eje pueden verse en la Tabla 11, donde

se detallan los valores asociados a cada dimensión.

El eje 1, correspondiente a la necesidad de validación, actúa como variable de clasificación principal. Ordena la matriz según el propósito que guía la instancia de validación definiendo el tipo de aprendizaje o evidencia que se busca obtener.

Su importancia es ofrecer el punto de partida conceptual que oriente las decisiones posteriores, garantizando que toda combinación responda a un objetivo claramente identificado.

El eje 2, o variable complementaria, incorpora factores contextuales que modulan la validación, tales como el tipo de usuario, el entorno de aplicación o la naturaleza del prototipo.

Este eje introduce la variabilidad necesaria para que la matriz no funcione como un esquema rígido, sino como un sistema adaptable. Su función es permitir que una misma necesidad de validación adopte distintas configuraciones según las condiciones del proyecto o las competencias del estudiante.

El eje 3 representa la intersección entre los ejes anteriores, el espacio donde convergen las dimensiones conceptuales y contextuales para generar un conjunto amplio de alternativas de validación. Aunque todas las soluciones contemplan la inclusión de una

herramienta de validación determinada, este eje habilita la exploración combinaciones en torno a la cantidad, densidad y tipo de información entregada en estas intersecciones de la matriz.

Finalmente, el eje 4, correspondiente al formato de implementación, traduce las combinaciones teóricas en soportes concretos de uso. Su presencia asegura que el sistema pueda materializarse en diferentes entornos y niveles de complejidad, manteniendo la coherencia entre la intención de validación y el medio de aplicación.

En conjunto, los cuatro ejes conforman una estructura que busca explorar las variables que constituyen a la solución desde distintas perspectivas, observadas durante el proceso de recogida de información.

Eje / Parámetro	Opción A	Opción B	Opción C	Justificación del origen de las opciones
Eje 1: Variable de clasificación principal	Tipología funcional del prototipo	Etapa del proceso de diseño	Tipología de fidelidad (baja, media, alta)	Derivadas del análisis de prácticas en talleres: las decisiones de validación suelen depender del tipo de prototipo o del momento del proceso.
Eje 2: Variable complementaria	Necesidad de diseño a validar	Objetivo de validación	Tipo de actor involucrado	Provenientes del cruce entre resultados de entrevistas (necesidades recurrentes de validación) y planificaciones oficiales (foco pedagógico y rol del usuario).
Eje 3: Información de intersección	Nombre de la herramienta + breve descripción de su función	Herramienta + pasos básicos o esquema de aplicación	Herramienta + acceso directo a información ampliada	Representa el grado de profundidad informativa y garantiza que la herramienta esté siempre presente en la intersección. El acceso directo puede ser físico o digital según el formato final.
Eje 4: Formato o modo de acceso	Infografía física en taller	Guía descargable en PDF	Micrositio o versión digital interactiva	Basadas en los requerimientos R-06, considerando los canales reales de consulta utilizados por estudiantes y docentes.

Tabla 11 – Opciones por eje en matriz morfológica

5.2 Construcción de combinaciones compatibles

La aplicación de la matriz morfológica permitió identificar una amplia gama de configuraciones potenciales para el recurso académico.

Cada eje y sus respectivas opciones generan, en teoría, una multiplicidad de combinaciones posibles, cuyo número total se obtiene mediante la relación n^x , donde n corresponde a la cantidad de

alternativas por eje y al número de ejes definidos (Zwicky, 1967).

En el caso de este proyecto, con cuatro ejes principales y tres opciones por cada uno, el espacio de diseño teórico asciende a **81** posibles configuraciones informativas.

Sin embargo, no todas presentan la misma viabilidad metodológica, compatibilidad pedagógica o factibilidad técnica dentro del alcance del trabajo.

El propósito de esta etapa no es agotar todas las combinaciones, sino evaluar el conjunto total y seleccionar aquellas que representen las relaciones más coherentes y funcionales entre los ejes definidos.

De este modo, la matriz morfológica actúa como un dispositivo de decisión, que orienta el diseño hacia configuraciones pertinentes y aplicables.

5.2.1 Criterios de selección

A partir del análisis de compatibilidad entre variables, se seleccionaron cuatro combinaciones finales que sintetizan las configuraciones más estables y representativas del sistema. Estas combinaciones fueron determinadas en función de tres criterios principales:

1. **Compatibilidad informativa y funcional:** las variables de cada eje mantienen coherencia entre sí y responden a los requerimientos técnicos definidos (R-01 a R-06).

2. **Relevancia pedagógica:** cada combinación se orienta a un contexto real de aplicación dentro del Departamento de Ingeniería en Diseño de Productos, garantizando su utilidad para distintos perfiles académicos (alumnos, docentes o proyectos de titulación).
3. **Cobertura representativa:** las opciones A, B y C de cada eje están presentes al menos una vez entre las configuraciones seleccionadas, asegurando diversidad metodológica y equilibrio entre niveles de complejidad.

La elección de cuatro configuraciones compatibles responde, por tanto, a una decisión de diseño fundamentada en que, se quieren explorar tanto las distintas combinaciones como contexto sin desviarse de los límites del proyecto o la herramienta en sí misma, seleccionando únicamente las combinaciones que, inicialmente, tienen el potencial de ser exitosas.

ID	Eje 1 – Clasificación principal	Eje 2 – Variable complementaria	Eje 3 – Información de intersección	Eje 4 – Formato / modo de acceso	Contexto de aplicación recomendado	Justificación y nivel de compatibilidad
C1	Tipología funcional del prototipo (A)	Necesidad de diseño a validar (A)	Herramienta + breve descripción de su función (A)	Infografía física en taller (A)	Estudiantes en talleres iniciales o intermedios	Representa la configuración más directa y de lectura inmediata. Facilita la comprensión de qué validar y con qué herramienta, sin necesidad de soporte digital. Compatible con actividades presenciales y decisiones rápidas en contexto de taller.
C2	Etapas del proceso de diseño (B)	Objetivo de validación (B)	Herramienta + pasos básicos o esquema de aplicación (B)	Guía descargable en PDF (B)	Docentes y alumnos en planificación metodológica	Enfocada en la integración pedagógica del recurso dentro del flujo de trabajo académico. Permite planificar validaciones por etapas, con instrucciones claras y formato estandarizado. Alta compatibilidad con requerimientos formativos y de trazabilidad.
C3	Tipología de fidelidad del prototipo (C)	Tipo de actor involucrado (C)	Herramienta + acceso directo a información ampliada (C)	Versión digital o mixta (C)	Estudiantes avanzados o validaciones con usuarios reales	Dirigida a contextos de mayor complejidad y autonomía. Combina profundidad informativa y flexibilidad de acceso, incorporando referencias cruzadas o rutas hacia material complementario. Permite actualizaciones y ampliación de contenidos.
C4	Tipología funcional del prototipo (A)	Objetivo de validación (B)	Herramienta + acceso directo a información ampliada (C)	Guía descargable en PDF (B)	Uso transversal en talleres de producto y memoria de titulación	Mezcla equilibrada entre estructura y profundidad. Facilita la toma de decisiones de validación sin sobrecargar la interfaz visual. Altamente compatible con entornos mixtos (docente-estudiante) y adaptable a distintos niveles formativos.

Tabla 12 – Combinaciones hipotéticas seleccionadas según criterios de diseño

Las cuatro configuraciones seleccionadas permiten cubrir la totalidad de las opciones A, B y C definidas en los ejes de la matriz.

Cada combinación se asocia a un escenario académico específico, garantizando que el recurso de validación sea flexible, aplicable y pedagógicamente pertinente, tanto en la formación temprana como en los niveles avanzados de la carrera.

- C1 constituye la versión más simple, intuitiva y formativa, orientada a la comprensión inicial del proceso de

validación y al uso inmediato en talleres prácticos.

- C2 refuerza la planificación metodológica, integrando la validación dentro del flujo de diseño y favoreciendo la trazabilidad de resultados.
- C3 amplía la profundidad informativa mediante accesos directos o rutas de referencia, facilitando la validación herramientas más complejas

- C4, finalmente, actúa como una versión híbrida y transversal, combinando estructura, aplicabilidad y profundidad.

De esta manera, la matriz morfológica no solo cumplió una función exploratoria, sino también decisional, al permitir reducir un universo teórico de 81 configuraciones a cuatro alternativas óptimas validadas conceptualmente según los requerimientos técnicos y pedagógicos del proyecto. Estas configuraciones representan, por tanto, un punto de convergencia entre teoría, investigación empírica y diseño aplicado, sirviendo como base para la siguiente etapa de validación conceptual con expertos del Departamento de Ingeniería en Diseño de Productos.

5.2.2 Representación esquemática de las combinaciones

Con el fin de materializar las configuraciones seleccionadas en la matriz morfológica y generar insumos concretos para la validación conceptual con expertos, se desarrollarán prototipos esquemáticos de baja fidelidad.

Estos modelos iniciales buscan servir como soportes visuales y estructurales que permitan discutir, evaluar y contrastar las hipótesis de diseño derivadas de las

combinaciones seleccionadas en la sección anterior.

Los prototipos esquemáticos se conciben como representaciones gráficas y organizativas del futuro recurso académico, donde se exploran la disposición de la información, la jerarquía de los contenidos y las posibles rutas de interacción o acceso.

El objetivo principal de esta instancia es favorecer la conversación crítica con los expertos del Departamento de Ingeniería en Diseño de Productos, quienes actuarán como validadores conceptuales del proyecto. Durante las entrevistas, los prototipos serán utilizados como material de apoyo para observar reacciones, detectar oportunidades de mejora y recoger observaciones sobre su pertinencia metodológica, claridad comunicativa y coherencia con el propósito pedagógico del recurso.

5.2.4: Bocetos y grafica de conceptos

Como paso previo al desarrollo de los prototipos esquemáticos, se realizó una serie de bosquejos a mano alzada (*sketches*) destinados a traducir los conceptos definidos en la matriz morfológica en representaciones gráficas preliminares.

Este proceso permitió transformar ideas textuales y estructurales en configuraciones

visuales, facilitando la comprensión espacial y jerárquica del recurso antes de su formalización en prototipos más depurados.

Según Tversky, (2019) su valor radica en la capacidad de externalizar ideas y promover razonamientos espaciales y relacionales que difícilmente podrían formularse solo de manera verbal.

En este proyecto, los sketches cumplieron una función instrumental dentro del proceso de validación: permitieron establecer la forma general, la organización de la información y la jerarquía visual que posteriormente darán origen a los prototipos esquemáticos finales.

Dichos bosquejos, presentados en los **Anexos B**, constituyeron un como base y primera traducción desde lo textual hacia lo gráfico y visual de las propuestas de solución, algo clave para la posterior construcción de los prototipos esquemáticos más avanzados que se validaran en la siguiente etapa del proyecto.

5.2.3 Estructura y características de los prototipos

Los prototipos esquemáticos se desarrollarán bajo una lógica de representación estructural y exploratoria, centrada en visualizar la organización de los contenidos.

Sus características principales serán las siguientes:

- Nivel de fidelidad: baja. Los modelos priorizan la disposición y jerarquía de la información no considerando aspectos estéticos, visuales o interactivos.
- Composición: estructuras basadas en diagramas, y esquemas de navegación, que muestren cómo se integran los ejes definidos en la matriz morfológica dentro del recurso.
- Medio de representación: formatos digitales simples. Diagramas o wireframes según necesidad.
- Relación con la matriz morfológica: cada prototipo corresponde a una de las cuatro combinaciones seleccionadas (C1 a C4)

Una vez finalizada esta etapa y sistematizadas las observaciones obtenidas, se avanzará hacia el desarrollo de prototipos de media fidelidad (etapa 6), donde se integrarán las recomendaciones y ajustes propuestos, escalando progresivamente hacia una versión refinada y validada del recurso académico.

5.2.5 Primera iteración de prototipos: Esquematzación y diagramación de la propuesta

Descripción del prototipo C1(Figura 5):

La combinación C1 organiza el recurso en una estructura de lectura lineal centrada en la selección y descripción de herramientas compatibles con distintas tipologías funcionales de prototipo (TP1–TP4) y necesidades de diseño (N1–N4). Su objetivo es ofrecer una visualización directa que relacione el tipo de prototipo con la necesidad que busca abordar.

La matriz principal establece este cruce, permitiendo identificar combinaciones específicas entre ambos ejes. Cada celda activa despliega la información de una herramienta asociada, que se presenta mediante su nombre y una descripción breve, indicando la compatibilidad con la tipología y

necesidad correspondientes. De esta forma, la matriz actúa como un punto de entrada orientativo que facilita la búsqueda rápida y contextual.

En la parte inferior se incorpora un espacio de fuentes y referentes, destinado a vincular cada herramienta con su sustento teórico o casos aplicados, reforzando la trazabilidad metodológica del recurso. Complementariamente, una sección lateral reúne buenas prácticas, divididas en dos apartados, que aportan orientación visual y ejemplos de aplicación.

En conjunto, C1 propone una estructura sintética y funcional, orientada a la consulta rápida y a la relación directa entre tipo de prototipo, necesidad y herramienta. Su enfoque prioriza la claridad y el acceso inmediato a la información, actuando como una guía de referencia más que como un manual de procedimiento.

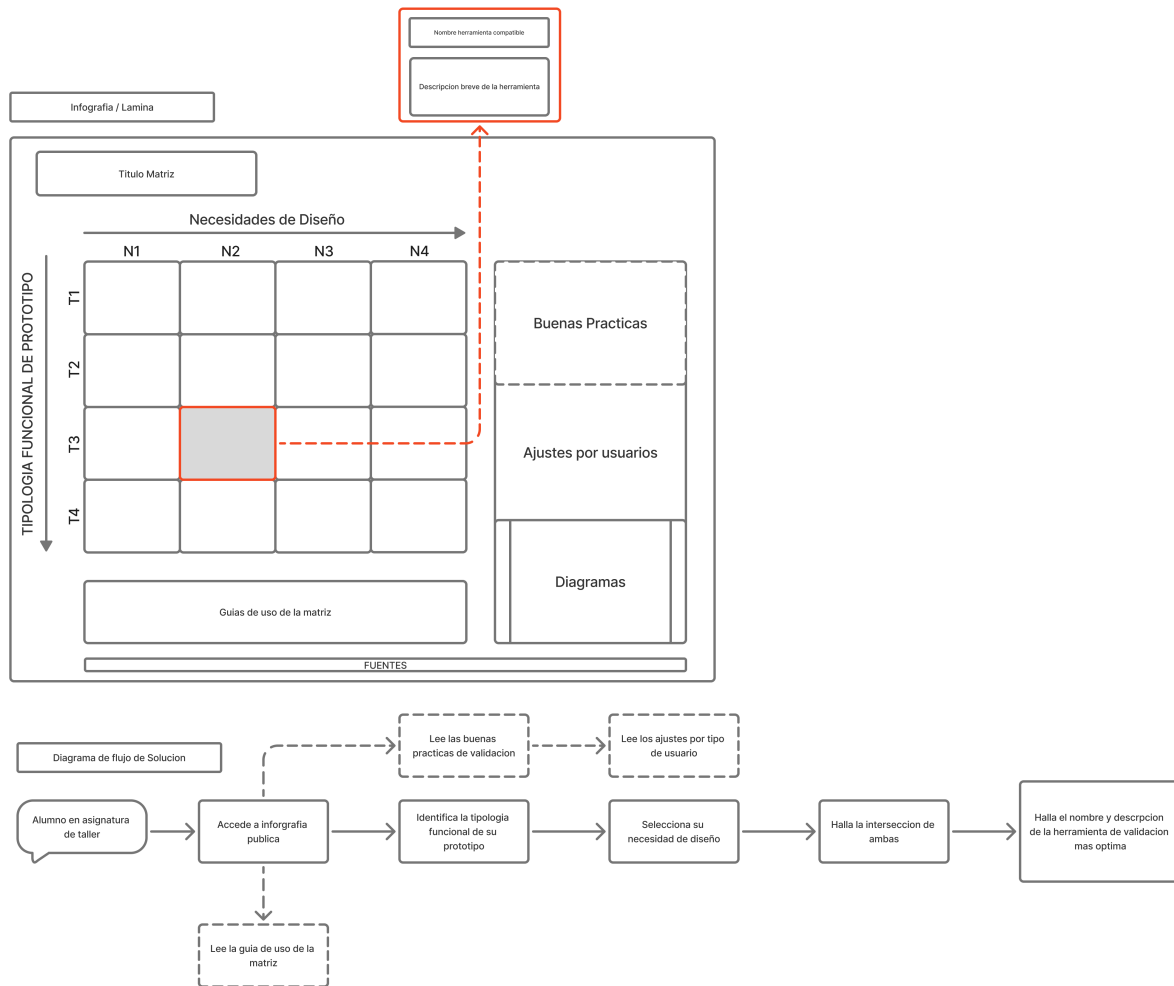


Figura 5. Prototipo esquemático correspondiente a la combinación C1

Combinación C2 (Figura 6)

La combinación C2 organiza el recurso en tres secciones principales que orientan al usuario desde la identificación del objetivo de validación hasta la aplicación práctica de herramientas y la síntesis de aprendizajes.

La primera sección corresponde a una matriz que cruza etapas de diseño (E1–E5) con objetivos de validación (O1–O3). Su función es guiar al usuario en la selección de herramientas según el momento del proceso y el propósito del testeó. En la parte inferior se incluyen fuentes o referentes, reforzando la conexión metodológica de cada combinación.

Al seleccionar una celda, se accede a la tabla de herramientas asociadas, donde cada una (H1–HX) se presenta junto a un breve *paso a*

paso que explica su aplicación. Esta vista actúa como núcleo operativo del recurso, entregando instrucciones claras sin sobrecargar la interfaz.

Finalmente, una sección de recomendaciones complementarias agrupa *buenas prácticas, sugerencias* y *diagramas de apoyo*, pensadas para facilitar la comprensión y uso autónomo del material.

En conjunto, C2 propone un flujo jerárquico y modular, donde cada nivel responde a una función específica: orientación, acción y síntesis. Su estructura busca equilibrar la claridad visual con la profundidad informativa, permitiendo al usuario navegar entre distintos grados de detalle según su necesidad.

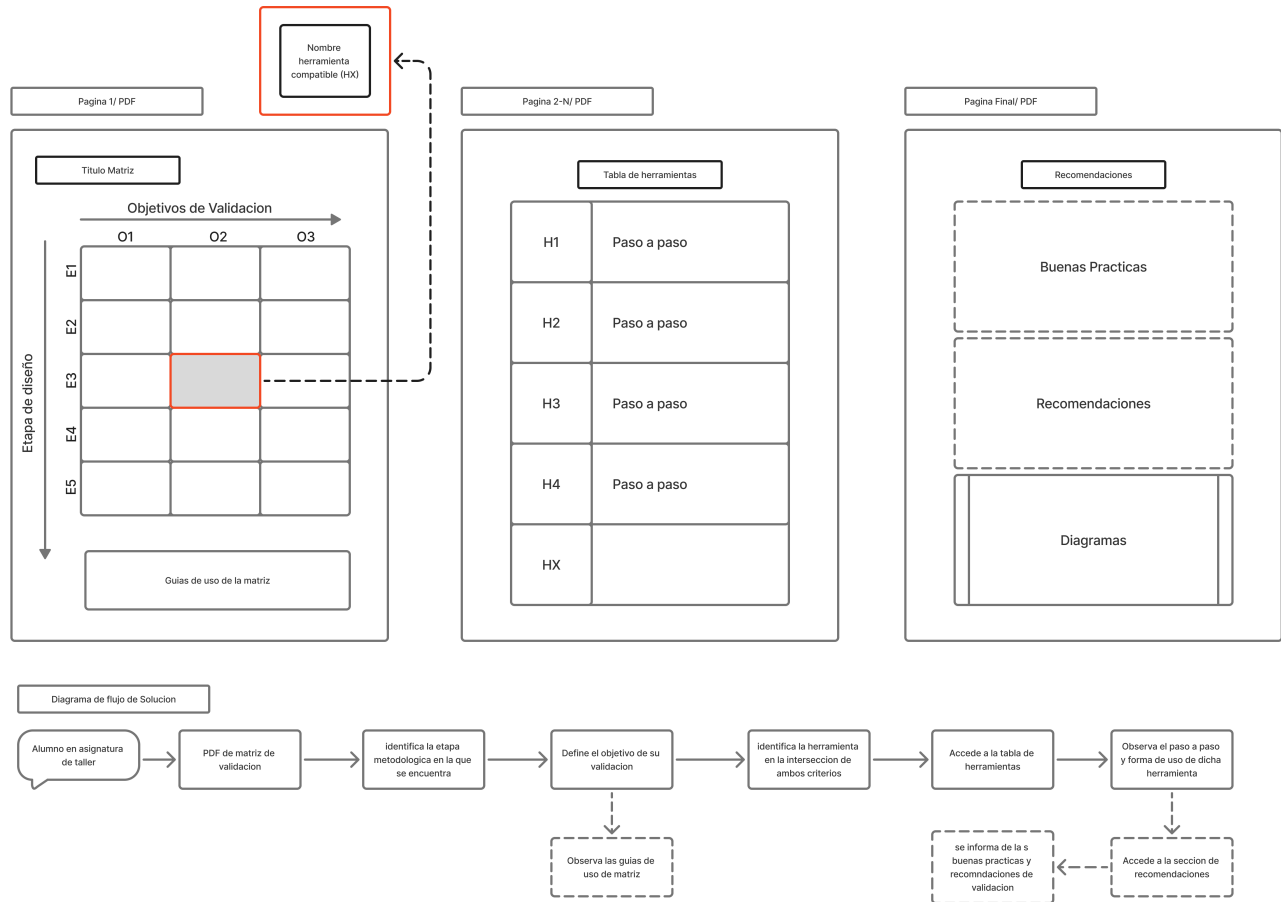


Figura 6. Prototipo esquemático correspondiente a la combinación C2

Combinación C3 (Figura 7)

La combinación C3 corresponde a un prototipo esquemático de sitio web que organiza la herramienta en cuatro secciones principales articuladas entre sí: la página de inicio, la matriz de herramientas, el apartado de buenas prácticas y la sección de recomendaciones de uso.

La página de inicio funciona como un tablero de entrada, donde cada módulo se presenta mediante tarjetas con un breve resumen de su propósito (matriz de herramientas, buenas prácticas, fuentes y recomendaciones), orientando al estudiante sobre qué puede encontrar en cada sección antes de profundizar.

La sección Matriz dispone las herramientas según la tipología de fidelidad del prototipo y el tipo de uso, permitiendo que la selección de una celda despliegue a la derecha una ficha detallada con la descripción de la herramienta, ejemplos de aplicación y enlaces externos pertinentes, acompañada de una guía de lectura de la propia matriz.

La sección de Buenas prácticas combina bloques textuales y diagramas, destinados a mostrar consejos concretos y esquemas visuales de aplicación en contexto de Taller. Finalmente, la sección de Recomendaciones

de uso reúne orientaciones transversales sobre cómo elegir y articular las herramientas, reforzada por un diagrama de flujo que sintetiza el recorrido típico del estudiante dentro del recurso.

En conjunto, esta configuración privilegia una navegación guiada y modular, que integra la toma de decisión (matriz) con materiales de apoyo que explican el porqué y el cómo de cada herramienta.

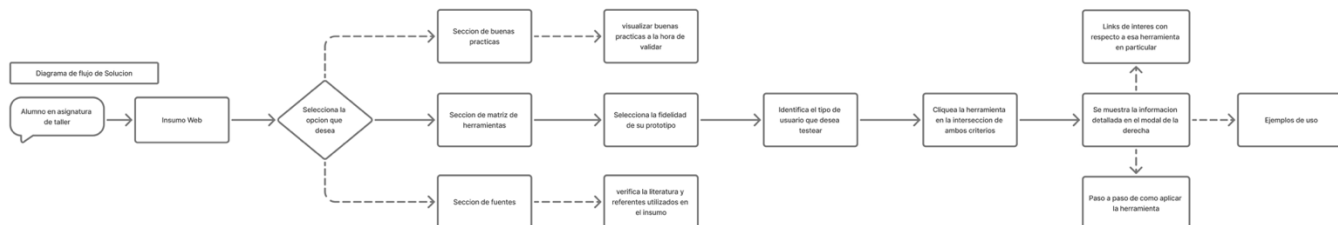
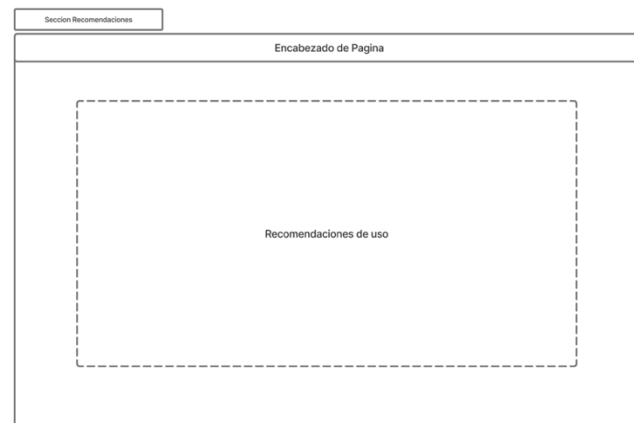
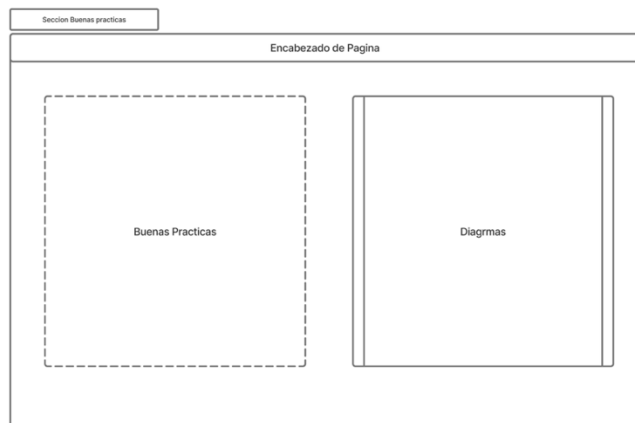
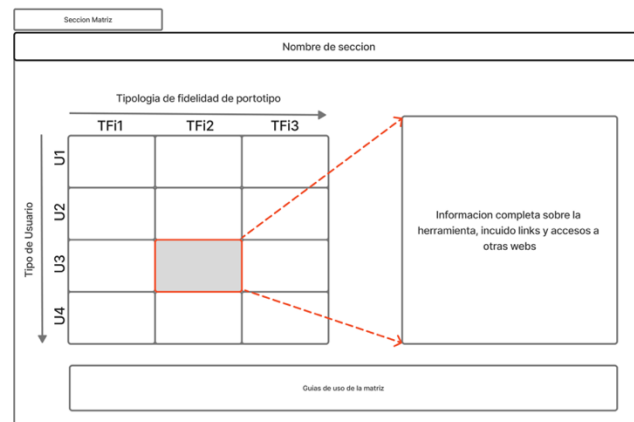
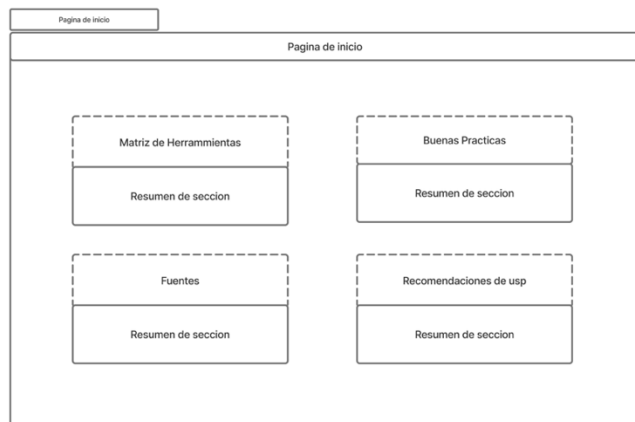


Figura 7. Prototipo esquemático correspondiente a la combinación C

Combinación C4

La combinación C4 se concibe como una variante de la guía descargable en PDF propuesta en la combinación C2, pero orientada a un uso transversal en los distintos talleres de producto y en la memoria de titulación.

En lugar de organizar la información según etapas del proceso de diseño, esta guía estructura las herramientas de validación a partir de la tipología funcional del prototipo y el objetivo de validación, de modo que el estudiante pueda identificar rápidamente qué opciones son más pertinentes para un prototipo de determinado comportamiento (por ejemplo, funcional, interactivo o de servicio) y para el tipo de evidencia que necesita obtener.

Cada sección del documento presenta un conjunto acotado de herramientas, acompañado de una descripción sintética y de accesos directos a información ampliada (anexos, enlaces o referencias externas), lo que permite profundizar en su uso sin sobrecargar la interfaz principal.

Conceptualmente, esta configuración busca equilibrar estructura y profundidad: ofrece una ruta clara para tomar decisiones de validación, pero mantiene suficiente flexibilidad para ser

utilizada tanto en contextos guiados por el docente como en procesos más autónomos, como la elaboración del proyecto de título.

6 VALIDACION Y ENTREGA: PROTOTIPADO FINAL Y TESTEO CON USUARIOS

La etapa de Validación y Entrega corresponde a la última etapa del modelo Doble Diamante (Design Council, 2004), donde las soluciones desarrolladas se contrastan con sus usuarios y actores clave para determinar su adecuación al contexto real.

Paralelamente, se proyecta una validación funcional con estudiantes, orientada a evaluar la comprensión, navegabilidad y usabilidad de la solución en un contexto de uso real. Esta instancia corresponde a una fase posterior del desarrollo, planificada dentro del periodo de implementación futura del recurso.

En el ámbito del diseño centrado en las personas, esta etapa busca comprobar si la propuesta final responde efectivamente a las necesidades identificadas y cumple con los criterios definidos durante el desarrollo (Hanington & Martin, 2012).

En este proyecto, la validación cumple un rol doble: evaluar la pertinencia conceptual del recurso propuesto y observar su potencial de aplicación práctica. Para ello, se emplean dos tipos de validación complementarios:

1. Una validación conceptual, que contrasta las configuraciones resultantes de la matriz morfológica con la opinión experta de los docentes.

2. Una validación funcional, que analiza la comprensión y usabilidad del prototipo final con usuarios primarios, es decir, estudiantes de la carrera.

Ambas instancias permiten cerrar cada vez mas, el ciclo iterativo de diseño, entregando información útil para ajustar, confirmar o descartar elementos de la propuesta antes de su implementación definitiva (Ulrich & Eppinger, 2015).

Desde un punto de vista metodológico, la validación se concibe como un proceso sistemático y reflexivo que combina instrumentos cualitativos de exploración, orientados a obtener retroalimentación directa sobre el desempeño, estructura y utilidad percibida del recurso. En esta fase se prioriza la comprensión del punto de vista de los usuarios, más que la recolección de métricas de rendimiento, dado el carácter exploratorio y formativo del proyecto.

6.1 Primera instancia de validación: entrevistas semiestructuradas con docentes

Esta primera etapa de validación tuvo como objetivo obtener retroalimentación experta sobre las propuestas de solución generadas a partir de la matriz morfológica,

con el propósito de identificar las características esenciales de la solución final y orientar la construcción de un prototipo funcional en la etapa siguiente. A diferencia de las entrevistas aplicadas a estudiantes, descritas en la Sección 3.2.2, esta instancia se dirigió a docentes del Departamento de Ingeniería en Diseño de Productos, quienes poseen una visión metodológica y formativa que permite evaluar la coherencia, relevancia y aplicabilidad del recurso propuesto.

El enfoque de esta validación se centró en analizar las combinaciones conceptuales definidas durante la etapa de desarrollo y recoger observaciones sobre su estructura, alcance y potencial de implementación en el contexto académico. La información obtenida permitirá delimitar los componentes más pertinentes para la versión funcional del recurso y descartar aquellos elementos considerados redundantes o poco operativos.

En coherencia con la estrategia metodológica general, se optó por reutilizar el sistema de entrevistas semiestructuradas presentado en la Sección 3.2.2, manteniendo su sustento teórico en Kallio et al. (2016) para la formulación, aplicación y análisis del instrumento. De esta manera, se asegura la consistencia metodológica del estudio, evitando introducir un nuevo marco teórico y

facilitando la adaptación del instrumento a esta etapa.

6.1.1 Estructura de la entrevista

Las entrevistas fueron diseñadas para explorar la percepción docente sobre la validez y proyección del recurso dentro del proceso formativo. Cada sesión se desarrolló de manera individual, con una duración aproximada de 30 a 40 minutos, y se apoyó en los prototipos esquemáticos elaborados en Figma, los cuales representan las distintas configuraciones resultantes de la matriz morfológica. El uso de esta herramienta permitió centrar la conversación en aspectos estructurales, funcionales y metodológicos de la propuesta.

El guion de entrevista se estructuró en tres bloques temáticos, diseñados para extraer información útil al proceso de síntesis y diseño del prototipo funcional:

1. Percepción general y comprensión del recurso: evaluación inicial del propósito, público objetivo y claridad general de la propuesta. Se buscó determinar si la herramienta comunica de forma efectiva su función dentro del proceso de validación y si su formato resulta comprensible y adecuado al contexto educativo.
2. Valor metodológico y adecuación a la práctica docente: análisis de la coherencia entre las configuraciones presentadas y los métodos de validación utilizados habitualmente en la carrera. Este bloque permitió identificar si las propuestas responden a necesidades reales de los docentes y si su estructura puede integrarse de manera natural al desarrollo de los talleres y proyectos.
3. Proyección y características para el desarrollo funcional: identificación de los elementos que deberían mantenerse, modificarse o incorporarse en la versión final del recurso. A partir de este bloque se buscaron recomendaciones concretas para definir los atributos técnicos, el nivel de interactividad, el tipo de soporte y los contenidos mínimos del prototipo.

El registro de las entrevistas se realizó mediante notas de campo y grabaciones de audio, previa autorización de los participantes. El análisis de la información se desarrolló a través del método de codificación temática propuesto por Braun y Clarke (2006), centrado en la identificación de patrones y temas emergentes asociados a cada bloque.

Los resultados esperados de esta instancia corresponden a una síntesis de criterios docentes sobre la viabilidad, estructura y función del recurso, a partir de la cual se establecerán los lineamientos concretos para la construcción del prototipo funcional que será validado con usuarios primarios en la siguiente etapa.

6.1.2 Resultados de la primera validación.

La validación con docentes permitió obtener información sustantiva y altamente específica sobre la pertinencia, claridad y aplicabilidad del recurso propuesto.

Siguiendo la estructura definida en la Sección 6.1.1, los resultados se organizan según los tres bloques temáticos del guion, lo que facilita una lectura coherente con la estrategia metodológica general del proyecto.

El análisis se desarrolló mediante codificación temática (Braun y Clarke, 2006), permitiendo identificar patrones conceptuales y relaciones directas entre las percepciones de la experta y las decisiones de diseño requeridas para la siguiente etapa.

Bloque 1. Percepción general y comprensión del recurso

En este primer bloque la experta evaluó el propósito, claridad conceptual, público objetivo y comprensión intuitiva de las

configuraciones presentadas. Los hallazgos más relevantes fueron los siguientes:

Necesidad de fortalecer la autonomía del recurso

La experta sostuvo que la herramienta debía ser completamente autónoma para los estudiantes, sin requerir la mediación constante del profesor para poder utilizarla. Si bien reconoció que parte del lenguaje técnico podría resultar complejo para estudiantes de primer año, insistió en que esto no era un motivo para simplificar en exceso, sino para acompañar el recurso con micro definiciones y leyendas explícitas.

Esto implica que la herramienta no solo debe comunicar *qué* hacer, sino también *por qué* y *con qué propósitos* utiliza cada herramienta de validación.

Valor para la alfabetización conceptual en diseño

La experta valoró que la matriz exprese terminología relevante como usabilidad, experiencia, factibilidad y comunicación, lo que permite introducir progresivamente a los estudiantes al lenguaje técnico propio de IDP.

Este hallazgo se vincula directamente con los objetivos del proyecto, especialmente con la intención de facilitar el tránsito entre distintos niveles formativos (Taller 1 hasta Taller 6).

Importancia de la claridad visual y la jerarquía informativa

La experta destacó que el formato infográfico es el más vulnerable a saturación de contenido. Por ello recomendó:

- evitar saturar con texto irreductible,
- asegurar legibilidad a distancia,
- utilizar ejemplos breves y diagramas de apoyo.

La claridad y orden visual fueron señalados como factores determinantes para la comprensibilidad espontánea del recurso.

Bloque 2. Valor metodológico y adecuación a la práctica docente

Este bloque analizó la coherencia metodológica del recurso en relación con las prácticas habituales en la enseñanza de prototipado y validación.

Coherencia con los métodos de validación en IDP

La experta confirmó que las configuraciones del recurso son coherentes con los procesos de validación que se desarrollan en la carrera, especialmente cuando el recurso cruza:

- Etapas del proceso de diseño
- Objetivos de validación.

Esta combinación fue considerada la más potente pedagógicamente porque:

- Conecta con marcos ya conocidos (Design Thinking, Doble Diamante),
- Facilita la toma de decisiones,
- Reduce la incertidumbre de alumnos en etapas iniciales,
- ordena el proceso de evaluación en etapas intermedias y avanzadas.

Flexibilidad y respeto por la libertad de cátedra

La experta insistió en que la herramienta no debía prescribir métodos ni imponer estructuras externas al taller, sino servir como un soporte adaptable y transversal. Este punto es crítico, pues establece límites claros sobre el alcance del recurso, evitando que este compita con la planificación del docente.

Potencial para desarrollar autonomía crítica

La matriz fue vista como una herramienta capaz de:

- Estimular la argumentación,
- Promover elecciones metodológicas fundamentadas,
- Generar comprensión progresiva de la validación,

- Evitar el uso superficial o mecánico de herramientas.

La experta destacó que esta capacidad supera el rol instrumental y sitúa el recurso dentro de un marco formativo de alto valor académico.

Bloque 3. Proyección y características para el desarrollo funcional

Este bloque es el más orientado a la toma de decisiones para la siguiente etapa del proyecto.

Evaluación de las configuraciones propuestas

Infografía

- Considerada el formato más adecuado para la versión inicial.
- Ideal para visibilidad, consulta rápida y difusión dentro de espacios de taller.
- Requiere extrema claridad y jerarquía visual.
- Suprime complejidades y remite a materiales ampliados.

La experta enfatizó que la infografía cumple la función de “puerta de entrada” al recurso, por lo que su diseño debe privilegiar claridad conceptual por sobre profundidad textual.

También señaló que este formato funciona especialmente bien en ambientes presenciales, donde los estudiantes suelen

apoyarse en elementos visuales de referencia para orientar decisiones rápidas durante el desarrollo de prototipos.

Documento PDF

- Soporte ideal para profundización y explicación de herramientas.
- Permite incluir pasos, ejemplos, fuentes, definiciones extendidas.
- Correcto como complemento vinculado mediante QR desde la infografía.
- Riesgo: bajo uso si no se integra formalmente.

Se destacó que el PDF es el formato más adecuado para resguardar la trazabilidad metodológica del recurso. Su valor radica en permitir explicaciones detalladas sin comprometer la legibilidad de la infografía. La experta coincidió en que este soporte debe actuar como una capa de profundidad, accesible bajo demanda y vinculada mediante un mecanismo simple, idealmente un código QR.

Web interactiva

- La que más potencia pedagógica tiene.
- Pero también la menos viable en el corto plazo por mantención,

dependencia institucional y carga técnica.

- Se plantea como proyección futura.

Si bien la plataforma web fue reconocida como la configuración más rica en términos de experiencia de aprendizaje, por su capacidad de desplegar información dinámica e incluso incorporar animaciones o ejemplos interactivos, la experta enfatizó que su implementación requiere condiciones institucionales aún no disponibles. Se recomendó no descartar esta opción, sino considerarla como una evolución posible, dependiente de la recepción del recurso inicial y del interés del departamento en su mantenimiento posterior.

Relevancia de los ejes y recomendaciones para la matriz

La experta entregó lineamientos claros y directos sobre la estructura interna del recurso:

- Incorporar consideraciones de diversidad etaria y cognitiva dentro de buenas prácticas, no como dimensión estructural.
- Priorizar la relación etapa del diseño objetivo de validación como núcleo de la matriz.

Estas recomendaciones apuntan a reforzar un diseño gradual y jerárquico del recurso: los elementos más accesibles y transversales deben aparecer en los soportes de mayor visibilidad, mientras que los aspectos técnicos o situados deben quedar resguardados en la capa de profundización. La experta insistió en que esta distinción no es solo una cuestión gráfica, sino también didáctica: un exceso de complejidad en la infografía puede obstaculizar el uso autónomo del recurso, especialmente en estudiantes de niveles iniciales.

Asimismo, sugirió que el eje *tipo de usuario*, aunque relevante para la adaptación de herramientas de validación, no debe convertirse en una dimensión principal, ya que su incorporación produce ambigüedades en la lectura y genera cruces difíciles de interpretar.

En su lugar, se recomienda incluirlo dentro de una sección de buenas prácticas, donde pueda abordarse de manera más flexible mediante recomendaciones aplicables según el contexto de validación.

6.2 Definición de características de la solución final

A partir de los resultados obtenidos en la primera instancia de validación con docentes

(Sección 6.1.2), se determinó que la solución final debe estructurarse mediante un modelo de dos niveles complementarios de información, cada uno con funciones pedagógicas, metodológicas y comunicativas diferenciadas. Esta decisión se fundamenta en la necesidad, señalada por la experta entrevistada, de equilibrar la claridad y la autonomía del usuario con la profundidad teórico-metodológica exigida para sustentar de manera rigurosa los procesos de validación en el diseño de productos.

Este enfoque híbrido permite resolver una tensión central detectada durante la validación: la infografía, como dispositivo de alta visibilidad, es muy eficaz para orientar y guiar decisiones rápidas, pero no puede, por limitaciones físicas y cognitivas, alojar todos los contenidos conceptuales necesarios para comprender y aplicar las herramientas de validación en profundidad.

Por el contrario, un formato extenso como el PDF ofrece la capacidad de detallar procedimientos, pero requiere más tiempo y disposición del estudiante para su consulta. La solución final, por tanto, no depende de un formato único, sino de un ecosistema de soportes que trabajan en conjunto para cubrir necesidades distintas dentro del proceso formativo.

La arquitectura definida combina:

- Capa 1, que actúa como mapa visual, puerta de entrada y organizador conceptual.
- Capa 2, que concentra el conocimiento ampliado, la justificación metodológica y el detalle procedimental.

Esta organización responde a las recomendaciones de la validación experta

6.2.1 Capa 1 — Infografía (Nivel de consulta rápida)

La infografía se establece como la capa superficial de acceso inmediato y el soporte que concentrará la interacción principal del estudiante durante el desarrollo de sus proyectos. Su función fundamental es ofrecer una representación clara y sintética del proceso de validación, permitiendo la identificación rápida de qué tipo de herramientas utilizar según la etapa del diseño y el propósito de la evaluación.

La validación experta reafirmó que la infografía es el formato preferente para introducir el recurso, tanto por su capacidad para integrarse fácilmente a entornos de taller, como por su potencial para servir como un artefacto pedagógico autónomo, sin requerir la intervención directa del docente. No obstante, su efectividad depende de un

diseño riguroso que preserve la legibilidad, evite la saturación de texto y asegure que las relaciones entre los elementos del proceso sean comprendidas sin necesidad de consultar materiales adicionales.

Objetivo de la Capa 1

- Proveer orientación inmediata para la selección de herramientas.
- Permitir decisiones rápidas fundamentadas en el cruce entre etapa del proceso y objetivo de validación.
- Facilitar el uso autónomo del recurso, especialmente en estudiantes de niveles iniciales.

Funciones principales

1. Servir como representación visual macro del sistema de validación.
2. Introducir los conceptos esenciales con un nivel mínimo de carga cognitiva.
3. Conectar con el contenido ampliado mediante mecanismos de acceso directo (código QR).
4. Fomentar la internalización de las etapas del proceso y de los criterios que guían la evaluación de prototipos.

Los distintos elementos que componen la capa 1 de la solución, se detallan sus características y vínculos con los requerimientos técnicos en la tabla 13 a continuación.

Elemento	Características clave (físicas / estructurales)	Función en la solución	Requerimientos técnicos
Matriz Etapa × Objetivo de Validación	Estructura modular y simétrica; cuadrícula clara; separación visual fuerte entre ejes; celdas amplias y legibles.	Organizar el proceso de validación, indicando qué tipo de herramienta corresponde según etapa y propósito evaluativo.	N-01 → R-01: Relacionar niveles formativos con tipos de validación. N-02 → R-02: Representar secuencia lógica del proceso.
Microdefiniciones de ejes	Textos breves (2–3 líneas); tipografía de alto contraste; proximidad inmediata al eje.	Reducir ambigüedad conceptual y permitir interpretación autónoma sin depender del PDF.	N-03 → R-03.1: Describir brevemente cada categoría para asegurar aplicabilidad inmediata.
Guía de uso	Bloques numerados; diagramación lineal; uso de flechas o iconografía simple; área destacada del layout.	Indicar el modo de lectura de la matriz y las reglas de uso del recurso sin mediación docente.	N-06 → R-06: Proveer autonomía técnica y uso independiente del recurso.
Codificación visual (color, iconografía, jerarquía)	Paleta limitada; colores diferenciados por eje; iconos consistentes; jerarquía tipográfica; alto contraste.	Facilitar navegación visual, reducir carga cognitiva y permitir lectura rápida.	N-02 → R-02: Mantener orientación secuencial y lectura intuitiva.
Código QR de acceso al PDF	Tamaño mínimo funcional; zona despejada; enlace estable; contraste adecuado.	Habilitar transición fluida hacia la capa ampliada de contenido.	N-06 → R-06: Permitir acceso autónomo a material complementario en formato digital.
Referencias abreviadas	Formato APA resumido; tipografía pequeña pero legible; zona marginal del layout.	Garantizar trazabilidad académica sin saturar el diseño.	N-03 → R-03.1: Comunicar origen básico de la información sintetizada.

Tabla 13 – Elementos de solución Capa 1

6.2.2 Capa 2 — Documento PDF (Nivel de profundización)

La segunda capa corresponde al nivel de información ampliada, contextualizada y argumentada, necesario para asegurar la validez metodológica del recurso y para

apoyar al estudiante en etapas más avanzadas del desarrollo de prototipos. Mientras la infografía introduce, la capa PDF explica, detalla y justifica.

La validación experta destacó que esta capa es indispensable para evitar que la infografía

se vuelva excesivamente densa o difícil de interpretar. Además, el PDF permite incorporar recomendaciones específicas, ejemplos situados y plantillas reutilizables, todos elementos que fortalecen el carácter instrumental del recurso y facilitan su uso dentro de distintas asignaturas.

Objetivo de la Capa 2

- Ofrecer una referencia completa que acompañe procesos de aprendizaje más profundos.
- Presentar el fundamento teórico-metodológico de las herramientas.
- Ayudar al estudiante a justificar decisiones

Funciones principales

1. Proveer definiciones extensas y fundamentadas.
2. Describir herramientas mediante fichas detalladas y ejemplos aplicados.
3. Documentar buenas prácticas y advertencias metodológicas.

Los distintos elementos que componen la capa 2 de la solución, se detallan sus características y vínculos con los requerimientos técnicos en la tabla 14 a continuación.

Elemento	Características clave (físicas / estructurales)	Función en la solución	Requerimientos técnicos asociados
Fichas de herramientas de validación	Conjunto de fichas redactadas con un formato uniforme, que describen qué es la herramienta, para qué sirve, cómo aplicarla y qué se obtiene de su uso. Incluyen también una referencia base para profundizar en la fuente original.	Explicar procedimientos de validación y apoyar su ejecución en contexto de taller, traduciendo la matriz en instrucciones accionables.	N-03 → R-03.1 y R-03.2: descripciones claras que permitan uso práctico.
Buenas prácticas ampliadas (interacción con personas usuarias)	Sección textual que reúne recomendaciones éticas, comunicacionales y metodológicas, organizadas de forma simple (por ejemplo, antes/durante/después de la validación) y apoyadas en listas de verificación e instrucciones operativas.	Orientar la interacción responsable con personas participantes y usuarios reales, proporcionando un marco mínimo de cuidado transversal a todas las herramientas.	N-05 → R-05: guía explícita de buenas prácticas y trato respetuoso.
Referencias completas APA 7	Listado unificado de las fuentes utilizadas en la construcción de la matriz, las fichas de herramientas y las buenas prácticas, ordenadas en formato APA 7.	Garantizar trazabilidad académica y respaldo conceptual del recurso, facilitando que quien lo use pueda profundizar en la literatura original.	N-03 → R-03.1: trazabilidad informativa.

Tabla 14 – Elementos de solución Capa 2

6.2.3 Síntesis conjunta de la solución final

La solución final funciona como un sistema de dos capas interdependientes, capaz de responder integralmente a todas las necesidades técnicas identificadas (N-01 a N-06).

Mientras la infografía provee orientación inmediata, claridad visual y autonomía básica, el PDF ofrece profundidad metodológica, contexto ético y herramientas aplicables para la evaluación funcional de prototipos.

En conjunto, ambas capas conforman una solución accesible, escalable y robusta,

adecuada para su implementación en el Departamento de Ingeniería en Diseño de Productos.

6.3 Arquitectura de la solución

La arquitectura de la solución propuesta se organiza en torno a una matriz que cruza dos dimensiones centrales del proceso de diseño: por un lado, las etapas del modelo Design Thinking (Empatizar, Definir, Idear, Prototipar y Testear) y, por otro, los objetivos de validación definidos en la sección 4.3.6 (Explorar, Comprobar y Refinar). El cruce entre ambas dimensiones genera quince

combinaciones posibles, que representan situaciones tipo en las que un estudiante puede necesitar validar un avance de proyecto o un prototipo.

El propósito de la solución es traducir estas combinaciones en decisiones operativas: qué herramienta utilizar, en qué momento del proceso y con qué foco.

Por ello, la matriz se concibe como el núcleo estructural de la solución, a partir del cual se organizan tanto la infografía (capa de consulta rápida) como el documento PDF (capa de referencia ampliada).

El primer paso para construir esta arquitectura consiste en definir el conjunto de herramientas de validación que alimentará la matriz y que posteriormente será desarrollado en fichas detalladas. Esta selección se realiza bajo tres criterios principales:

- **Compatibilidad conceptual** entre la herramienta, la etapa del proceso de diseño y el objetivo de validación (Explorar, Comprobar, Refinar).
- **Viabilidad de implementación** en el contexto de talleres de la carrera (tiempos acotados, acceso limitado a usuarios, recursos materiales y digitales disponibles).

- **Equilibrio entre diversidad y reutilización**, evitando tanto la proliferación de técnicas difíciles de dominar como la dependencia excesiva de una sola herramienta.

A continuación, se presenta el repertorio de herramientas seleccionadas (H-01 a H-09) y, en el apartado siguiente, su distribución en la matriz etapa–objetivo.

6.3.1 Selección y caracterización del repertorio de herramientas de validación

A partir de los criterios definidos en la introducción de esta sección se establece un repertorio de trece herramientas (H1–H13).

H1. Entrevistas semiestructuradas con usuarios

Las entrevistas semiestructuradas consisten en conversaciones guiadas por un guion flexible, que combina preguntas predefinidas con la posibilidad de profundizar en temas emergentes. Permiten acceder a significados, motivaciones y experiencias subjetivas asociadas al problema o a la solución propuesta. Kvale y Brinkmann presentan la entrevista cualitativa como un dispositivo central para explorar el mundo vivido de los participantes, subrayando la importancia de la preparación del guion y de la relación entrevistador–entrevistado (Kvale &

Brinkmann, 2009). Hanington y Martin incluyen las entrevistas dentro de los métodos fundamentales del diseño centrado en las personas, enfatizando su rol en etapas tempranas de exploración y en momentos posteriores de afinación de hipótesis (Hanington & Martin, 2012).

H2. Observación contextual / contextual inquiry

La observación contextual supone acompañar a las personas en sus entornos reales de actividad, registrando qué hacen, con qué artefactos interactúan y cómo coordinan sus tareas. Beyer y Holtzblatt desarrollan este enfoque bajo el marco del “contextual design”, proponiendo la observación en contexto y la indagación contextual como base para modelar el trabajo real de los usuarios y traducirlo en requisitos de diseño (Beyer & Holtzblatt, 1998). En el ámbito del diseño de servicios y la experiencia de usuario, Hanington y Martin la describen como un método clave para detectar discrepancias entre lo declarado y lo efectivamente observado, así como para descubrir fricciones y atajos que difícilmente emergen en entrevistas formales (Hanington & Martin, 2012).

H3. Diarios de actividades / diarios de experiencia

Los diarios de actividades implican que las personas registren, durante un periodo acotado, eventos, tareas, problemas o emociones vinculadas al ámbito de estudio. Bolger, Davis y Rafaeli muestran que los métodos de diario permiten capturar la experiencia “tal como se vive”, recogiendo variaciones en el tiempo que no son visibles en diseños transversales (Bolger, Davis, & Rafaeli, 2003). Hanington y Martin incorporan los diarios y estudios de experiencia como métodos especialmente útiles cuando se desea comprender rutinas, ciclos de trabajo y situaciones difíciles de observar directamente (Hanington & Martin, 2012).

H4. Encuestas y cuestionarios estructurados

Las encuestas y cuestionarios estructurados permiten recoger datos cuantitativos sobre percepciones, frecuencia de uso, prioridades o evaluación de alternativas en muestras algo más amplias. Fink presenta las encuestas como instrumentos sistemáticos para obtener una “vista de conjunto” de una población o subgrupo, detallando el diseño de preguntas, el muestreo y el análisis de resultados (Fink, 2013). En el contexto del diseño, Hanington y Martin las sitúan como métodos adecuados cuando se requiere contrastar hipótesis emergentes o priorizar problemas y criterios

de éxito a partir de la opinión de múltiples actores (Hanington & Martin, 2012).

H5. Talleres de co-creación / co-diseño

Los talleres de co-creación reúnen a usuarios, estudiantes y otros actores para mapear problemas, generar ideas y priorizar alternativas mediante dinámicas facilitadas. Sanders y Stappers describen la co-creación como un cambio de paradigma en el diseño, donde los usuarios se convierten en socios creativos y la creatividad se distribuye colectivamente (Sanders & Stappers, 2008). Hanington y Martin incluyen los *design workshops* como métodos que combinan generación de ideas, externalización visual y construcción compartida de artefactos intermedios, particularmente útiles en etapas de ideación y en la redefinición colectiva del problema (Hanington & Martin, 2012).

H6. Test de concepto con usuarios

El test de concepto se centra en someter a evaluación propuestas aún no materializadas como prototipos detallados, sino mediante descripciones, storyboards o maquetas conceptuales. Ulrich y Eppinger integran el concept testing como una etapa explícita del desarrollo de productos, argumentando que permite reducir incertidumbre sobre la aceptación de la propuesta antes de realizar

inversiones significativas en prototipado y producción (Ulrich & Eppinger, 2017). Este tipo de prueba puede incorporar tanto componentes cualitativos (comentarios, reinterpretaciones) como cuantitativos (valoraciones comparativas), lo que la hace flexible frente a distintos objetivos de validación.

H7. Card sorting y métodos de categorización

El card sorting pide a las personas que agrupen y/o etiqueten tarjetas que representan contenidos, funciones o atributos, para revelar cómo organizan mentalmente la información. Tullis y Wood discuten el tamaño de muestra adecuado y muestran cómo el método permite derivar estructuras de información coherentes con los modelos mentales de los usuarios (Tullis & Wood, 2004). Spencer describe en detalle cómo planificar, ejecutar y analizar estudios de card sorting, enfatizando su utilidad para construir arquitecturas de información comprensibles y ubicables (Spencer, 2009).

H8. Pruebas de usabilidad con prototipos

Las pruebas de usabilidad consisten en pedir a usuarios que realicen tareas representativas con un prototipo, mientras se registran errores, tiempos, dificultades y comentarios.

Nielsen conceptualiza la usabilidad como un atributo medible y propone un conjunto de métodos, entre ellos las pruebas de usabilidad, como “pilares” de la ingeniería de usabilidad (Nielsen, 1993). Rubin y Chisnell ofrecen una guía detallada para planificar, ejecutar y analizar pruebas, destacando su carácter iterativo y su pertinencia en diferentes niveles de fidelidad del prototipo (Rubin & Chisnell, 2008).

H9. Protocolo de pensamiento en voz alta (think-aloud)

El protocolo *think-aloud* complementa las pruebas de usabilidad pidiendo a las personas que verbalicen lo que piensan mientras realizan tareas, permitiendo acceder a sus modelos mentales, dudas y estrategias. Ericsson y Simon presentan los informes verbales como fuente válida de datos sobre los procesos cognitivos, siempre que se controle la reactividad del método (Ericsson & Simon, 1993). Estudios posteriores en contextos aplicados muestran cómo el think-aloud se ha integrado en investigaciones de toma de decisiones y evaluación de interfaces, aportando una capa adicional de información cualitativa (Nielsen, 1993).

H10. Evaluaciones basadas en escenarios de uso

Las evaluaciones basadas en escenarios utilizan historias concretas sobre situaciones de uso, ya sea pasadas o futuras, para analizar hasta qué punto una solución da soporte a las tareas y contextos relevantes. Carroll y colaboradores han desarrollado el enfoque de *scenario-based design*, donde los escenarios actúan como representación central para el análisis de requerimientos, el diseño y la evaluación de sistemas interactivos (Carroll, 2000; Rosson & Carroll, 2002). Este enfoque permite examinar la coherencia de una solución frente a casos críticos y comparar variantes de diseño en términos narrativos comprensibles para usuarios y docentes.

H11. Recorridos cognitivos / revisión experta guiada

El recorrido cognitivo es un método de inspección en el que evaluadores expertos recorren paso a paso tareas representativas, preguntándose qué objetivo tendría un usuario, qué acciones percibiría como disponibles y qué *feedback* le entregaría el sistema. Wharton, Rieman, Lewis y Polson describen el *cognitive walkthrough* como una técnica enfocada en el aprendizaje, especialmente útil para anticipar problemas de uso inicial sin necesidad de reclutar usuarios reales (Wharton, Rieman, Lewis, & Polson, 1994).

H12. Pruebas piloto / estudios piloto de campo

Las pruebas piloto consisten en implementar la solución en una escala acotada, para observar su funcionamiento global, problemas operativos y efectos no previstos. Van Teijlingen y Hundley señalan que los estudios piloto son elementos cruciales del diseño de investigación, pues permiten ajustar procedimientos, instrumentos y logística antes de un despliegue mayor, aumentando la probabilidad de éxito de la implementación principal (van Teijlingen & Hundley, 2002).

H13. Cuestionarios estandarizados de usabilidad (SUS u otros)

Los cuestionarios estandarizados de usabilidad, como el *System Usability Scale* (SUS), proporcionan un puntaje global sobre la percepción de usabilidad de un sistema mediante una escala breve de diez ítems. Brooke desarrolló el SUS como una medida rápida y de bajo costo, ampliamente adoptada en contextos industriales y académicos (Brooke, 1996). Lewis ha estudiado la relación del SUS con otros cuestionarios (por ejemplo, CSUQ, UMUX), mostrando su robustez como indicador de usabilidad percibida y su utilidad para comparar iteraciones de diseño (Lewis, 2018).

Este repertorio de trece herramientas constituye la base sobre la cual se define la asignación etapa–objetivo, buscando ofrecer a los estudiantes al menos dos opciones diferenciadas por combinación, sin caer en una proliferación inabarcable de métodos.

6.3.2 Distribución de herramientas en la matriz Etapa × Objetivo de validación

Una vez definido el repertorio H1–H13, se establece su distribución en la matriz que cruza las cinco etapas del proceso de diseño (Empatizar, Definir, Idear, Prototipar y Testear) con los tres objetivos de validación (Explorar, Comprobar, Refinar). El criterio aplicado es que cada intersección cuente con al menos dos herramientas, que se evite repetir exactamente el mismo par en distintas combinaciones y que la elección de cada herramienta responda tanto a su naturaleza metodológica como al nivel de madurez del proyecto y a las restricciones del contexto formativo.

A continuación se justifica la asignación para cada etapa y objetivo. Cada combinación se encuentra resumida en la Tabla 15.

6.3.2.1 Empatizar

En la etapa de Empatizar, la validación se orienta a comprender el contexto, las prácticas y los significados asociados al

problema, antes de fijar una definición cerrada.

Empatizar × Explorar → H1, H2, H3

Para explorar el problema se combinan entrevistas semiestructuradas (H1), observación contextual (H2) y diarios de actividades (H3). Las entrevistas permiten acceder a relatos detallados y a la comprensión subjetiva de las personas, algo central cuando aún no se ha estabilizado qué se considera el problema (Kvale & Brinkmann, 2009).

La observación contextual sitúa al equipo de diseño frente al trabajo real, revelando rutinas, fricciones y adaptaciones que difícilmente emergen solo en el discurso (Beyer & Holtzblatt, 1998).

Los diarios de actividades completan este conjunto al capturar variaciones en el tiempo y episodios poco visibles, como momentos de hastío, improvisación o sobrecarga, relevantes para identificar oportunidades de diseño (Bolger et al., 2003).

Empatizar × Comprobar → H4, H2

Cuando el objetivo es comprobar hipótesis iniciales sobre la relevancia de ciertos problemas o la frecuencia de determinadas situaciones, las encuestas estructuradas (H4)

permiten contrastar percepciones en un grupo algo más amplio, cuantificando tendencias y prioridades (Fink, 2013). La observación contextual (H2) se mantiene como complemento, ya que permite verificar si lo que las personas reportan en los cuestionarios se corresponde con lo que efectivamente ocurre en su entorno, reforzando la triangulación entre autoinforme y conducta observada (Beyer & Holtzblatt, 1998; Hanington & Martin, 2012).

Empatizar × Refinar → H1, H4

En la combinación Empatizar–Refinar el foco está en ajustar la comprensión del problema y priorizar necesidades cuando ya existe un mapa preliminar. Entrevistas focalizadas (H1) permiten volver sobre puntos ambiguos o conflictivos, profundizando en aspectos específicos y contrastando interpretaciones del equipo con la experiencia de las personas (Kvale & Brinkmann, 2009). Cuestionarios breves (H4) ayudan a ordenar prioridades cuando surgen múltiples problemas posibles, proporcionando datos que apoyen decisiones de enfoque en el taller (Fink, 2013).

6.3.2.2 Definir

En Definir se trata de estabilizar una formulación de problema y una propuesta de valor inicial que puedan ser entendidas y compartidas.

Definir × Explorar → H4, H5

Para explorar la definición de problema se combinan encuestas (H4) y talleres de co-creación (H5). Las encuestas permiten dimensionar qué problemas o síntomas son percibidos como más relevantes o urgentes por distintos actores, aportando una visión panorámica (Fink, 2013). Los talleres de co-diseño, en cambio, permiten que las propias personas representen y organicen los dolores y causas que viven, co-construyendo mapas de situación y jerarquías de problemas (Sanders & Stappers, 2008). Esta combinación equilibra visión agregada y profundización colectiva.

Definir × Comprobar → H6, H5

Cuando el objetivo es comprobar si la formulación de problema y la visión inicial de solución son comprensibles y legítimas, el test de concepto (H6) se presenta como herramienta principal: se expone una narrativa clara del problema y la promesa de valor, y se recoge feedback sobre su claridad, relevancia y plausibilidad (Ulrich & Eppinger, 2017). Los talleres de co-creación (H5) operan aquí como espacio de contraste iterativo, permitiendo que usuarias y actores ajusten el lenguaje, cuestionen supuestos y propongan matices a la definición original (Sanders & Stappers, 2008).

Definir × Refinar → H6, H4

En la combinación Definir–Refinar se retoma el test de concepto (H6) con versiones ajustadas de la formulación de problema y propuesta de valor, incorporando cambios derivados de rondas previas. La iteración del concepto contribuye a depurar el encuadre narrativo y los límites de la solución (Ulrich & Eppinger, 2017). Paralelamente, encuestas breves (H4) permiten priorizar criterios de éxito, restricciones y segmentos de usuario a partir de la percepción de un conjunto más amplio de personas, apoyando decisiones de enfoque en etapas posteriores (Fink, 2013).

6.3.2.3 Idear

En Idear el énfasis se desplaza a generar, seleccionar y estructurar alternativas de solución.

Idear × Explorar → H5, H7

Para explorar el espacio de soluciones se combina co-creación (H5) con técnicas de agrupación y categorización como el card sorting (H7).

Los talleres de co-diseño permiten generar ideas con y desde los usuarios, utilizando dinámicas de sketching, mapeos y prototipado rápido (Sanders & Stappers, 2008).

El card sorting se emplea para agrupar funciones, beneficios o componentes de servicio, revelando cómo los participantes organizan conceptualmente las posibles características de la solución y qué combinaciones les resultan más naturales (Tullis & Wood, 2004; Spencer, 2009).

Idear × Comprobar → H6, H10

Cuando el objetivo es comprobar la pertinencia de alternativas concretas, el test de concepto (H6) permite contrastar distintas propuestas de solución con potenciales usuarias, recogiendo reacciones de comprensión y preferencia (Ulrich & Eppinger, 2017).

Las evaluaciones basadas en escenarios (H10) complementan este proceso, ya que permiten situar cada alternativa en historias de uso específicas y analizar si la solución cubre adecuadamente tareas, contextos y excepciones relevantes (Carroll, 2000; Rosson & Carroll, 2002).

Idear × Refinar → H7, H4

En Idear–Refinar el foco está en ajustar la estructura y priorización de las funciones de la solución escogida.

El card sorting (H7) se utiliza para reorganizar y renombrar funcionalidades, módulos o

contenidos, asegurando que la arquitectura resultante se alinee con los modelos mentales de los usuarios (Spencer, 2009; Tullis & Wood, 2004).

Encuestas o cuestionarios breves (H4) permiten, además, recoger valoraciones cuantitativas sobre la importancia relativa de distintos elementos, facilitando decisiones de trade-off cuando no es posible abordar todo en un mismo ciclo de diseño (Fink, 2013).

6.3.2.4 Prototipar

En Prototipar se materializan las ideas seleccionadas en prototipos de baja o media fidelidad y se evalúa su capacidad para soportar tareas concretas.

Prototipar × Explorar → H8, H9

Para explorar el comportamiento inicial del prototipo se recomiendan pruebas de usabilidad con prototipos de baja fidelidad (H8), combinadas con protocolo de pensamiento en voz alta (H9). Las pruebas de usabilidad permiten identificar problemas de eficacia, eficiencia y satisfacción incluso cuando la interfaz es aún esquemática (Nielsen, 1993; Rubin & Chisnell, 2008). El think-aloud aporta una capa adicional de datos sobre las expectativas y estrategias de las personas, lo que resulta especialmente valioso cuando se están probando flujos de

interacción todavía inestables (Ericsson & Simon, 1993).

Prototipar × Comprobar → H11, H8

Cuando el objetivo es comprobar la calidad de la solución propuesta, se combina la revisión experta mediante recorridos cognitivos (H11) con pruebas de usabilidad focalizadas (H8). El *cognitive walkthrough* permite que docentes o diseñadores experimentados anticipen problemas de aprendibilidad y comprensión de la interfaz, evaluando paso a paso tareas clave (Wharton et al., 1994).

Las pruebas de usabilidad orientadas a tareas críticas verifican estas hipótesis con usuarios reales, ofreciendo evidencia empírica sobre el desempeño del prototipo en condiciones de interacción más cercanas a las de uso real (Nielsen, 1993; Rubin & Chisnell, 2008).

Prototipar × Refinar → H9, H7

En Prototipar–Refinar el foco se desplaza a micro interacciones, lenguaje y organización de contenidos. El think-aloud (H9) resulta adecuado para identificar dudas puntuales, confusiones en mensajes o iconografía y estrategias alternativas que las personas emplean al interactuar (Ericsson & Simon, 1993). El card sorting (H7), aplicado sobre etiquetas, menús o categorías de información, permite ajustar la arquitectura informacional y

la nomenclatura de la interfaz a las asociaciones naturales de los usuarios (Spencer, 2009; Tullis & Wood, 2004).

6.3.2.5 Testear

En Testear se analiza el desempeño global de la solución en condiciones cercanas a las de implementación, así como su percepción de usabilidad y ajuste al contexto.

Testear × Explorar → H12, H8

Para explorar cómo se comporta la solución en contextos reales o casi reales, las pruebas piloto (H12) permiten desplegar el servicio o recurso en una escala reducida, observando problemas operativos, resistencias y necesidades de apoyo adicionales (van Teijlingen & Hundley, 2002).

Paralelamente, pruebas de usabilidad con prototipos de alta fidelidad (H8) permiten captar dificultades específicas en la interacción, asegurando que los problemas detectados no se deban solo al contexto sino también al diseño de la interfaz (Nielsen, 1993; Rubin & Chisnell, 2008).

Testear × Comprobar → H8, H13, H10

Cuando el objetivo es comprobar la usabilidad percibida y la coherencia de la solución frente a escenarios críticos, se combinan pruebas de usabilidad con prototipos (H8), cuestionarios estandarizados de usabilidad (H13) y

evaluaciones basadas en escenarios de uso (H10).

Las pruebas de usabilidad con prototipos de alta fidelidad permiten comprobar empíricamente si las personas pueden completar tareas clave con la versión casi final de la solución, identificando problemas de eficacia, eficiencia y satisfacción que no son evidentes solo desde el análisis conceptual (Nielsen, 1993; Rubin & Chisnell, 2008).

Los cuestionarios estandarizados como el SUS (H13) entregan un indicador global cuantitativo de usabilidad percibida, que facilita la comparación entre iteraciones o con valores de referencia de la literatura (Brooke, 1996; Lewis, 2018).

Las evaluaciones basadas en escenarios (H10) permiten, a su vez, verificar si la solución responde adecuadamente a casos

de uso clave, compararla con alternativas existentes o versiones previas desde la perspectiva de la experiencia de las personas (Carroll, 2000; Rosson & Carroll, 2002).

Testear × Refinar → H10, H12

En la combinación Testear–Refinar se busca ajustar detalles finales antes de pensar en una implementación más estable. Los escenarios de uso (H10) se emplean para evaluar variantes puntuales mediante comparaciones narrativas que permitan a usuarios y docentes valorar qué versión se integra mejor en su experiencia (Carroll, 2000).

Los ciclos breves de piloto (H12) permiten verificar en campo el impacto de estos ajustes en la operación cotidiana, cerrando el bucle entre análisis en escenarios y condiciones reales de uso (van Teijlingen & Hundley, 2002).

Etapa / Objetivo de validación	Explorar	Comprobar	Refinar
Empatizar	H1 Entrevistas semiestructuradas con personas usuarias (foco exploratorio) · H2 Observación contextual (primer acercamiento en terreno) · H3 Diarios de actividades (registro de	H4 Encuestas y cuestionarios estructurados (contrastar hipótesis iniciales) · H2 Observación contextual (verificación en contexto real)	H1 Entrevistas semiestructuradas con personas usuarias (entrevistas focalizadas) · H4 Encuestas y cuestionarios estructurados (priorización de problemas y necesidades)
Definir	H4 Encuestas y cuestionarios estructurados (dimensionamiento de problemas) · H5 Talleres de co-creación / co-diseño (mapeo de dolores y causas)	H6 Test de concepto con personas usuarias (problema y visión inicial) · H5 Talleres de co-creación / co-diseño (contraste de formulación de problema)	H6 Test de concepto con personas usuarias (versión ajustada de problema/propuesta) · H4 Encuestas y cuestionarios estructurados (priorización de criterios de éxito y focos de diseño)
Idear	H5 Talleres de co-creación / co-diseño (generación guiada de ideas) · H7 Card sorting y métodos de categorización (agrupación de funciones o atributos)	H6 Test de concepto con personas usuarias (alternativas de solución) · H10 Evaluaciones basadas en escenarios de uso (storyboards y guiones de interacción)	H7 Card sorting y métodos de categorización (organización y priorización de funcionalidades) · H4 Encuestas y cuestionarios estructurados (preferencias entre variantes)
Prototipar	H8 Pruebas de usabilidad con prototipos (baja fidelidad, exploratorias) · H9 Protocolo de pensamiento en voz alta (exploración de modelos mentales)	H11 Recorridos cognitivos / revisión experta guiada (tareas clave) · H8 Pruebas de usabilidad con prototipos (tareas críticas en prototipos de media fidelidad)	H9 Protocolo de pensamiento en voz alta (microinteracciones y mensajes) · H7 Card sorting y métodos de categorización (ajuste de etiquetas, menús y jerarquías de información)
Testear	H12 Pruebas piloto / estudios piloto de campo (implementación acotada en contexto real) · H8 Pruebas de usabilidad con prototipos (alta fidelidad)	H8 Pruebas de usabilidad con prototipos (versión casi final) · H13 Cuestionarios estandarizados de usabilidad (SUS u otros) · H10 Evaluaciones basadas en escenarios de uso (casos críticos y comparativos)	H10 Evaluaciones basadas en escenarios de uso (ajuste fino de variantes) · H12 Pruebas piloto / estudios piloto de campo (ciclos breves de ajuste operativo)

Tabla 15. Herramientas de validación según etapa del proceso de diseño y objetivo de validación (H-1 a H-13)

6.3.3 Principios y buenas prácticas para la validación con personas usuarias

La selección de herramientas de validación y la construcción de la matriz Etapa × Objetivo no agotan las decisiones metodológicas que implica trabajar con personas usuarias. Para que la validación sea coherente con los principios del diseño centrado en las personas, resulta necesario explicitar criterios mínimos sobre cómo se deben planificar, conducir y documentar estas actividades. En este proyecto, dichas orientaciones se han sintetizado en un conjunto de “buenas prácticas” que buscan equilibrar la rigurosidad metodológica con las condiciones reales de los proyectos formativos.

Estas buenas prácticas no se entienden como un protocolo rígido, sino como un marco de referencia transversal que acompaña el uso de todas las herramientas incluidas en la matriz (H1–H13). Su función es ofrecer al facilitador criterios claros para resguardar aspectos éticos, comunicacionales y técnicos básicos durante la interacción con personas usuarias, independientemente de la etapa del proceso de diseño o del objetivo de validación que se persiga.

6.3.3.1 Definición operativa de “buenas prácticas” en validación

Para efectos de esta memoria, se define “buenas prácticas en procesos de validación” como el conjunto de principios y lineamientos operativos que orientan la planificación, ejecución y análisis de actividades de validación con personas usuarias, de manera que:

- se respete la autonomía, el tiempo y la dignidad de quienes participan;
- se reduzcan riesgos de malentendidos, sesgos o uso inapropiado de la información;
- se obtengan datos suficientemente útiles y consistentes para informar decisiones de diseño.

Esta definición se sitúa en la intersección entre la literatura de métodos cualitativos (por ejemplo, en entrevistas y observación), las recomendaciones específicas para la evaluación de usabilidad y experiencia de uso, y marcos más amplios de diseño centrado en las personas. No se trata, por tanto, de una codificación exhaustiva de normas éticas, sino de una traducción aplicada de criterios recurrentes en estas fuentes al contexto particular de proyectos de diseño desarrollados en el ámbito formativo.

6.3.3.2 Criterios y referentes para la definición de buenas prácticas

La construcción del marco de buenas prácticas se apoya en una revisión de referentes que abordan la interacción con personas desde distintos ángulos:

- Los lineamientos de diseño centrado en el usuario recogidos en normas como ISO 9241-210, que enfatizan la participación activa de las personas usuarias a lo largo del proceso y la necesidad de comprender su contexto, tareas y objetivos antes de tomar decisiones de diseño.
- Las recomendaciones metodológicas para la conducción de entrevistas y otras técnicas cualitativas, que abordan aspectos como la preparación del encuentro, la formulación de preguntas y la gestión de expectativas (Kvale & Brinkmann, 2009).
- Los aportes provenientes de la evaluación de usabilidad, que sistematizan buenas prácticas para planificar pruebas con personas, definir tareas, evitar sesgos en la facilitación y analizar resultados (Rubin & Chisnell, 2008; Nielsen, 1993).

- Los compendios de métodos de diseño que integran consideraciones éticas y prácticas en la descripción de técnicas de investigación con usuarios, destacando la importancia de adaptar cada método al contexto real del proyecto (Martin & Hanington, 2012).

A partir de estos referentes se identificaron principios comunes ,claridad de objetivos, consentimiento informado, cuidado en la formulación de tareas y preguntas, resguardo básico de datos y anonimato, devolución respetuosa de resultados, que fueron posteriormente adaptados al contexto de talleres de diseño, donde los recursos son limitados, los tiempos acotados y la experiencia previa de quienes facilitan las actividades puede ser heterogénea.

El resultado es un conjunto de buenas prácticas organizadas temporalmente en tres momentos: antes, durante y después de las actividades de validación, de modo de facilitar su incorporación al flujo de trabajo habitual de los proyectos.

6.3.3.3 Buenas prácticas antes, durante y después de la validación

Desde esta síntesis, las buenas prácticas se estructuran en tres bloques que se aplican

transversalmente a todas las herramientas descritas en la sección 6.3.2.

a) Antes de la sesión de validación

Antes de involucrar a personas usuarias o actores clave, el facilitador debiera:

- Clarificar el objetivo de la validación, formulando explícitamente qué decisión de diseño se espera informar (por ejemplo, priorizar problemas, comparar alternativas, refinar un prototipo). Esta claridad es condición para seleccionar la herramienta adecuada y diseñar instrumentos pertinentes.
- Seleccionar participantes de forma transparente y voluntaria, evitando presionar a personas en posiciones de dependencia directa y procurando que comprendan que su participación es opcional.
- Explicar el contexto formativo de la actividad, indicando que se trata de un proyecto académico y no de un servicio comercial en funcionamiento, con el fin de alinear expectativas.
- Obtener un consentimiento informado proporcional al contexto, utilizando un lenguaje sencillo para explicar qué se

hará, cuánto tiempo tomará, qué tipo de datos se registrarán y con qué propósito se utilizarán.

- Limitar la recolección de datos personales a aquello que resulte estrictamente necesario para la actividad, evitando recabar información sensible que no se justifique por el objetivo de validación.

b) Durante la sesión de validación

Mientras se ejecuta la actividad (entrevista, prueba de usabilidad, taller, etc.), las buenas prácticas proponen que el facilitador:

- Explique claramente el procedimiento, indicando la dinámica, los roles, la duración y las posibilidades de detener la participación en cualquier momento sin consecuencias negativas.
- Adopte una postura de escucha y observación, evitando dirigir las respuestas o sugerir comportamientos deseables, especialmente en métodos donde se busca evaluar la comprensión o la usabilidad de una propuesta.
- Evite juicios, presiones o promesas engañosas, tanto respecto del desempeño de las personas como del

futuro de la solución evaluada, manteniendo un clima de respeto y colaboración.

- Cuide el equilibrio de poder en actividades grupales, promoviendo que todas las voces sean escuchadas y evitando que una persona o subgrupo monopolice la discusión.
- Restrinja el registro audiovisual a lo que haya sido explícitamente acordado, asegurándose de que las personas se sientan cómodas con el tipo de registro utilizado (notas, grabación de audio, video, capturas de pantalla).

c) Después de la sesión de validación

Una vez finalizada la actividad, las buenas prácticas se extienden al tratamiento posterior de la información:

- Agradecer explícitamente la participación, reconociendo el tiempo y el aporte de las personas involucradas.
- Resguardar los datos recogidos, evitando su difusión informal y almacenándolos en soportes razonablemente seguros para el

contexto, especialmente cuando existan registros audiovisuales.

- Anonimizar los ejemplos que se utilicen en informes, presentaciones o material docente, salvo que exista un acuerdo explícito en sentido contrario.
- Comunicar los resultados de manera agregada y respetuosa, evitando atribuir problemas o errores a individuos concretos, y enfocándose en patrones o aprendizajes de diseño.
- Reflexionar sobre el impacto de los hallazgos **en el proyecto**, explicitando cómo las evidencias recogidas informan ajustes en la definición del problema, en los conceptos de solución o en los prototipos.

6.3.3.4 Integración de las buenas prácticas en la solución propuesta

Las buenas prácticas descritas no operan como un componente aislado, sino que se integran directamente en el diseño de la solución. En la Capa 1, su presencia es implícita: la matriz facilita la selección de herramientas pertinentes según la etapa y el objetivo de validación, asumiendo que su aplicación se realizará en un marco de uso responsable. En la Capa 2, en cambio, estas orientaciones se traducen en una sección

específica de “buenas prácticas para la validación con personas”, redactada en un lenguaje más operativo y dirigida a quienes utilicen la guía como apoyo en la planificación de sus propios procesos de validación.

De este modo, el proyecto no solo entrega un repertorio estructurado de herramientas, sino también un conjunto de criterios mínimos sobre **cómo** usarlas, contribuyendo a que las actividades de validación que se integren en los proyectos de diseño sean, simultáneamente, más pertinentes, más respetuosas y más coherentes con los principios del diseño centrado en las personas.

6.3.4 Síntesis de la arquitectura de la solución

La definición del repertorio de herramientas de validación (H1–H13), su distribución en la matriz Etapa del Design Thinking × Objetivo de validación y la incorporación de un marco transversal de buenas prácticas configuran la arquitectura conceptual completa de la solución propuesta. Esta arquitectura se organiza en dos capas complementarias: por

una parte, la Capa 1, que condensa la matriz en una infografía de consulta rápida para apoyar la toma de decisiones en el contexto de taller; y, por otra, la Capa 2, que desarrolla un documento de referencia ampliada con fichas de herramientas y orientaciones para la planificación y conducción de procesos de validación.

A partir de esta base, las secciones siguientes se concentran en la materialización de dicha arquitectura en prototipos funcionales de ambas capas, con el fin de evaluar su legibilidad, usabilidad y pertinencia en contextos reales de uso.

6.4 Capa 1 — Prototipo funcional de la infografía de matriz de validación

La Capa 1 de la solución se materializa en una infografía de gran formato que organiza visualmente la matriz de validación y los elementos de apoyo necesarios para su uso autónomo por parte de los estudiantes, disponible en la Figura 16.

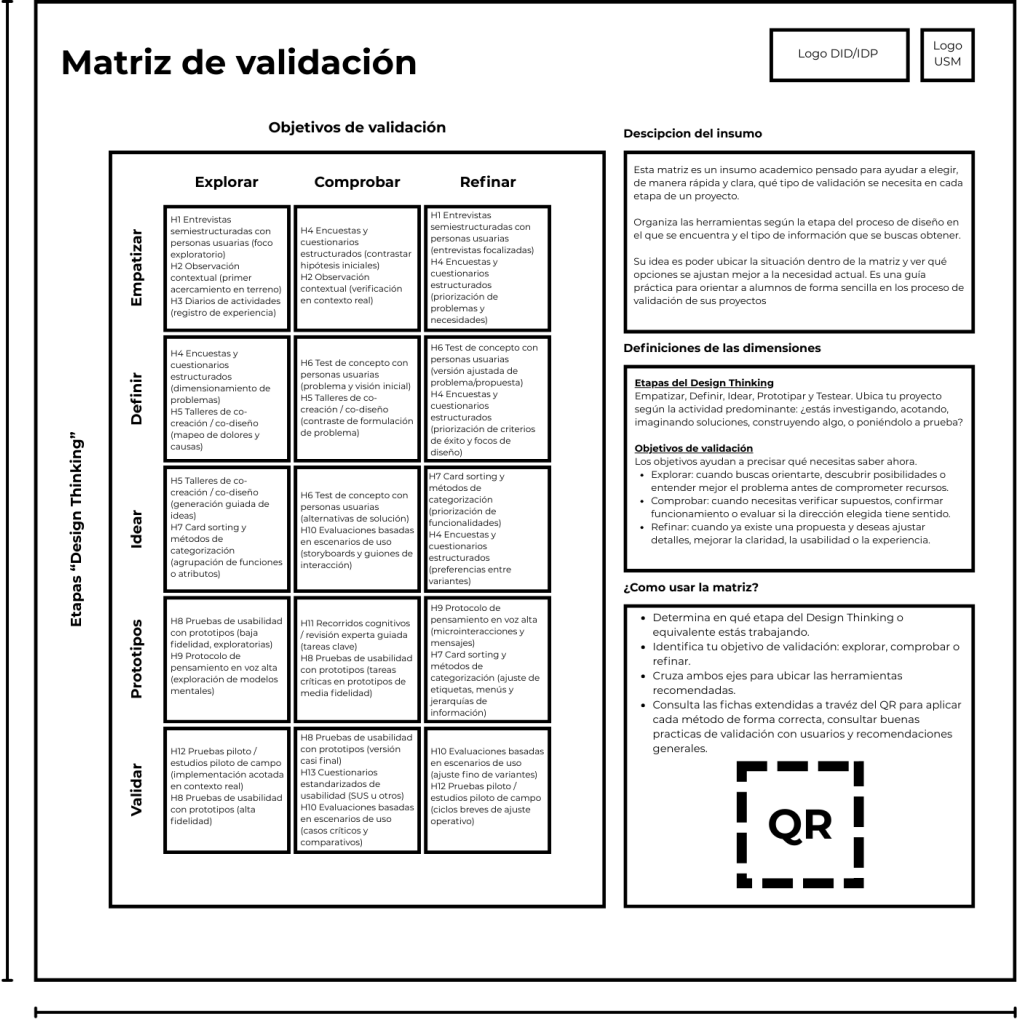


Figura 8. Capa 1 de prototipo funcional de solución (infografía)

Este prototipo corresponde a una versión funcional de la infografía, en la que ya se encuentran definidos la estructura general, la distribución de contenidos y las jerarquías de información, pero aún no se han incorporado los rasgos estilísticos finales ni los recursos gráficos complementarios previstos en los requerimientos técnicos (paleta cromática definitiva, sistema de iconografía, refinamiento tipográfico, etc.).

La pieza está diseñada para un formato cuadrado de 100 cm × 100 cm, pensado para su impresión e instalación en el espacio físico de taller, de modo que mantenga legibilidad a cierta distancia y pueda ser consultada por varios estudiantes simultáneamente.

En el centro se ubica la matriz, Etapa del Design Thinking × Objetivo de validación, que constituye el núcleo operativo del recurso. La matriz se representa como una cuadrícula de 5 × 3 donde el eje vertical recoge las etapas Empatizar, Definir, Idear, Prototipar y Testear, mientras que el eje horizontal distingue los objetivos Explorar, Comprobar y Refinar. En cada celda se indican las herramientas recomendadas mediante su código (H1–H13) y una breve descripción de su enfoque en esa combinación específica, siguiendo la lógica desarrollada en la sección 6.3.2. De este modo, la infografía traduce directamente la

arquitectura conceptual de la matriz en un dispositivo de consulta rápida.

En torno a la matriz se disponen los elementos que permiten comprender y utilizar el recurso sin necesidad de acudir inmediatamente a la Capa 2. En la parte superior se incluye el título “Matriz de validación” y la referencia a los objetivos de validación, reforzando la lectura horizontal del insumo. En el margen derecho se sitúan tres bloques textuales:

- Descripción general del insumo, que explica en lenguaje sencillo el propósito de la matriz como apoyo al estudiante para decidir qué validar y con qué herramientas en cada etapa del proyecto;
- Apartado de definiciones de las dimensiones, que resume en pocas líneas qué se entiende por Etapas del Design Thinking y por Objetivos de validación, alineado con las definiciones desarrolladas en el capítulo anterior;
- Sección “¿Cómo usar la matriz?”, que presenta, en formato de pasos secuenciales, el recorrido recomendado para identificar la etapa, seleccionar el objetivo y localizar las herramientas pertinentes.

El prototipo incluye además un espacio para la identificación institucional (logos de la carrera y de la universidad) y un área reservada para el código QR de acceso a la Capa 2, que habilita la transición desde la infografía hacia el documento PDF donde se desarrollan las fichas de herramientas y las buenas prácticas de validación. Con ello, la Capa 1 no solo sintetiza la matriz, sino que actúa como puerta de entrada al sistema completo de apoyo a la validación.

En esta versión, la definición de la estructura, los textos, la organización espacial y las dimensiones físicas del soporte responde a los requerimientos de claridad, legibilidad y autonomía de uso establecidos para la Capa. No obstante, el prototipo no incorpora aún el sistema visual definitivo, dado que estos se proyectan para una etapa posterior de refinamiento, una vez realizada la validación funcional con usuarios.

6.5 Capa 2 — Guía de referencia ampliada (Documento PDF)

La Capa 2 se materializa en un documento PDF que funciona como guía de referencia ampliada para la aplicación de la matriz de validación en contextos reales de taller. Mientras la infografía de la Capa 1 ofrece una visión sintética del sistema y orienta

decisiones rápidas, este segundo soporte concentra el conocimiento metodológico en profundidad, proporcionando definiciones extensas, procedimientos detallados y criterios de buena práctica para interactuar con personas usuarias. De este modo, ambas capas se articulan como un ecosistema de recursos complementarios: la Capa 1 habilita la selección inicial de herramientas y la Capa 2 permite planificar, ejecutar y justificar actividades de validación con mayor rigor.

El documento se organiza en cuatro bloques principales. En primer lugar, una introducción presenta el origen del recurso en el contexto de la memoria de título y explicita su propósito formativo: acompañar a estudiantes de Ingeniería en Diseño de Productos en la planificación y ejecución de actividades de validación, considerando las restricciones habituales de tiempo, acceso a usuarios y experiencia metodológica. A continuación, se desarrolla una explicación de las dimensiones de la matriz de validación, retomando las cinco etapas del Design Thinking (Empatizar, Definir, Idear, Prototipar, Testear) y los tres objetivos de validación (Explorar, Comprobar, Refinar). Esta sección establece el marco conceptual que permite interpretar las quince combinaciones posibles y comprender por qué ciertas herramientas resultan más

pertinentes en determinados momentos del proceso.

El tercer bloque constituye el núcleo del documento y está compuesto por un conjunto de fichas de herramientas de validación que traducen la matriz en procedimientos concretos. Cada ficha corresponde a una herramienta específica y mantiene una estructura uniforme que incluye: una descripción general de la técnica, las preguntas que ayuda a responder, las situaciones en las que conviene utilizarla, los recursos mínimos necesarios, un desglose paso a paso de su aplicación y una síntesis de los tipos de resultados que genera. Adicionalmente, cada ficha explicita cómo se posiciona la herramienta dentro de la matriz y

cierra con una referencia base que permite al usuario profundizar, si lo requiere, en la literatura original asociada al método.

En términos de diseño de la solución, estas fichas operan como la pieza central de la Capa 2, ya que convierten el repertorio abstracto de herramientas en instrucciones accionables.

Se ilustra este bloque mediante la inclusión de un ejemplo de ficha completa, a través de la Figura 9 a continuación, donde se aprecian la jerarquía interna de la información, los rótulos que guían la lectura (“¿Qué es?”, “¿Para qué sirve?”, “Cómo aplicarla paso a paso”, “¿Qué se obtiene?”) y la forma en que se integran las referencias a la matriz de validación.

H1. Entrevistas semiestructuradas con usuarios

¿Qué es?

La entrevista semiestructurada es una conversación guiada por un guion flexible. El facilitador define previamente un conjunto de temas y preguntas clave, pero puede adaptar el orden, profundizar en ciertos puntos y formular preguntas nuevas según las respuestas de la persona entrevistada. Es un método cualitativo que busca comprender la experiencia desde la perspectiva de la propia persona.

¿Para qué sirve? ¿Qué preguntas ayuda a responder?

Sirve para entender en profundidad cómo viven las personas el problema o la solución que se está diseñando: qué hacen, qué les cuesta, qué les importa, qué han intentado antes, qué esperan de una propuesta.

En la matriz se utiliza principalmente para:

- **Empatizar-Explorar:** abrir el problema, recogiendo relatos amplios sobre contextos, prácticas y dificultades.
- **Empatizar-Refinar:** aclarar dudas específicas y priorizar problemas ya identificados.

Ayuda a responder, por ejemplo:

- “¿Qué significa realmente este problema en la vida cotidiana de las personas usuarias?”
- “¿Qué situaciones son más críticas o más frecuentes?”
- “¿Qué elementos de la interpretación del equipo de diseño están equivocados o incompletos?”

¿Cuándo conviene usarla?

- Al inicio del proyecto, cuando el problema aún no está claro y se necesita explorar.
- Después de un primer análisis, cuando el equipo quiere confirmar o matizar su comprensión del problema.
- En contextos donde la dimensión subjetiva (motivaciones, miedos, expectativas) es especialmente relevante.

¿Qué se necesita?

- 3 a 8 personas que representen razonablemente al grupo de interés.
- Un guion de entrevista: lista de temas y preguntas clave (10-15 preguntas bien pensadas suelen ser suficientes).
- 30-60 minutos por entrevista.
- Un lugar tranquilo (presencial u online) donde se pueda conversar sin interrupciones.
- Opcional: grabación de audio (con consentimiento) o notas estructuradas.

Cómo aplicarla paso a paso

1. **Definir el foco de la entrevista**
Formular en una frase qué se quiere entender (por ejemplo, “cómo gestionan las personas emprendedoras sus canales digitales”).
2. **Diseñar el guion**
 - Incluir preguntas de apertura (“Cuéntame un poco de tu trabajo”), de profundización (“¿Qué es lo más difícil de...?”) y de cierre (“Si pudieras cambiar algo, ¿qué sería?”).
 - Evitar preguntas sugerentes (“¿No te parece que...?”) y privilegiar formulaciones como “¿Cómo...?”, “¿Qué...?”, “¿Por qué...?”.

1. Reclutar personas participantes y agendar

- Explicar brevemente el objetivo de la conversación y el tiempo estimado.
- Acordar horario y medio (presencial, videollamada, teléfono).

1. Conducir la entrevista

- Comenzar explicando el propósito del proyecto y el uso de la información.
- Pedir permiso si se va a grabar.
- Seguir el guion como guía, sin leerlo de forma rígida.
- Escuchar más que hablar; pedir ejemplos concretos, pedir aclaraciones cuando algo no se entiende.

1. Cerrar y agradecer

- Preguntar si la persona quiere añadir algo que no se haya tocado.
- Agradecer el tiempo e indicar, de forma general, qué se hará con la información.

1. Analizar resultados

- Revisar notas o grabaciones y extraer frases clave, temas recurrentes y tensiones.
- Conectar los hallazgos con el problema de diseño: ¿qué confirma?, ¿qué contradice?, ¿qué abre?

¿Qué se obtiene?

- Relatos detallados sobre experiencias, problemas, estrategias y expectativas.
- Lista de temas recurrentes y prioridades percibidas por las personas usuarias.
- Ejemplos concretos que ayudan a formular mejor el problema y a justificar decisiones de diseño.

Referencia base

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *InterViews: Learning the craft of qualitative research interviewing* (2nd ed.). SAGE.
Martin, B., & Hanington, B. (2012). *Universal methods of design*. Rockport.

Figura 9 – Extracto de Capa 2, ficha de herramienta H1, paginas 6-7 del Anexo Capa 2

Esta ejemplificación permite evidenciar la coherencia entre las decisiones de arquitectura descritas en la sección 6.3 y el prototipo desarrollado. El documento integro está disponible en el Anexo.

El cuarto bloque reúne un conjunto de buenas prácticas para la validación con personas usuarias, organizadas en torno a las principales decisiones que el equipo de diseño debe tomar antes, durante y después de una actividad de validación.

Estas orientaciones abordan aspectos éticos (consentimiento informado, cuidado de la autonomía y el tiempo de las personas), criterios para resguardar la calidad de la información (minimizar sesgos, evitar preguntas inductivas, registrar de manera adecuada) y consideraciones sobre el manejo de datos y la comunicación de resultados. Su función es complementar las fichas de herramientas con un marco transversal de cuidado y responsabilidad, de modo que la validación no se limite a la ejecución técnica de un método, sino que incorpore también la reflexión sobre las implicancias de invitar a otros a participar en el proceso de diseño.

En su estado actual, el documento alcanza una extensión aproximada de treinta a treinta y cinco páginas, lo que permite desarrollar cada herramienta y las buenas prácticas

asociadas con el nivel de detalle necesario para un uso autónomo, sin transformar la guía en un manual excesivamente voluminoso.

Desde la perspectiva del proyecto, esta versión se considera un prototipo funcional de media-alta fidelidad en términos de contenido: el repertorio de herramientas está definido, las instrucciones de aplicación están redactadas y las buenas prácticas han sido sintetizadas a partir de la literatura revisada.

7 VALIDACION DE ARTEFACTO

7.1 Validación funcional del artefacto

El artefacto desarrollado se concibe como un sistema de apoyo académico para seleccionar y aplicar métodos de validación durante proyectos de diseño.

En consecuencia, la validación funcional se diseña como una prueba de usabilidad orientado a medir la capacidad comunicativa del sistema: que el usuario entienda la lógica de la matriz, seleccione el método correcto, transite de forma natural a la capa 2 y sea capaz de operacionalizar el método con el nivel mínimo de precisión esperable para contexto de taller.

El enfoque metodológico se apoya en prácticas consolidadas de evaluación de usabilidad y “discount usability”: pruebas moderadas con tareas y técnica de pensamiento en voz alta (think-aloud) para capturar el razonamiento del usuario, su modelo mental y los puntos de quiebre semánticos/visuales del recurso.

7.1.1 Usuarios primarios a testar

Los usuarios primarios del proyecto corresponden a estudiantes de talleres superiores de Ingeniería en Diseño (DID/IDP):

Taller VI, Taller VII y Taller de Título. La elección es intencional y responde a dos criterios:

Primero, estos estudiantes suelen enfrentar decisiones de validación con mayor frecuencia y consecuencias (tiempo, calidad del proyecto, argumentación frente a docentes), por lo que el artefacto debe funcionar en condiciones realistas de presión y autonomía.

Segundo, al encontrarse en etapas avanzadas, se espera que hayan transitado, al menos una vez, por un espectro amplio de actividades del proceso (desde exploración/definición hasta prototipado y validación), lo que permite medir la comprensión y uso del recurso sobre todas las áreas de aprendizaje implicadas en el ciclo de proyecto, y no solo sobre un fragmento temprano o tardío de este.

En este protocolo, docentes y ayudantes se consideran actores secundarios (facilitación/implementación), pero no constituyen la muestra principal, dado que el objetivo evaluativo es confirmar que el recurso es utilizable por estudiantes sin mediación experta constante.

7.1.2. Función del método de validación

La prueba cumple tres funciones, alineadas a la lógica de dos capas:

Verificar comprensión estructural de la capa 1: el usuario debe comprender el cruce entre etapas del proceso y objetivos de validación, y usarlo para ubicarse y seleccionar correctamente una herramienta.

Verificar continuidad entre capas (QR → PDF): el usuario debe identificar el QR como mecanismo de profundización y completar la transición sin pérdida de contexto ni ruptura del flujo.

Verificar capacidad operativa de la capa 2: el usuario debe encontrar la ficha del método seleccionado y extraer instrucciones aplicables. Aquí no se evalúa “opinión” ni “preferencia”, sino la suficiencia del contenido para pasar de la selección a la ejecución.

7.1.3. Estructura del protocolo

El protocolo se configura como una prueba moderada 1:1, de aproximadamente 30–35 minutos, con los siguientes componentes:

a) Entrevista inicial breve (4–6 min): caracteriza al participante (taller, tipo de proyecto, experiencia previa) y levanta su estrategia actual para decidir validación (criterios, sesgos, dificultades). Esta etapa permite contextualizar los errores posteriores

(por ejemplo, tendencia a elegir siempre métodos familiares).

b) Tareas de desempeño (20–22 min): núcleo de la prueba. Se usan escenarios breves que exigen seleccionar un método específico (identificado por código H#) en la matriz y, cuando corresponde, continuar en el PDF para recuperar la ficha del mismo H# y extraer información operativa.

c) Entrevista final breve (5–7 min): captura comprensión global del recurso, fricciones comunicativas (terminología, jerarquía visual, densidad, señalización del QR, nomenclatura H#) y condiciones de uso en aula (cuándo basta la matriz y cuándo es necesaria la capa 2).

El uso de think-aloud se considera central para identificar quiebres comunicativos: no solo “si llegó o no”, sino “por qué interpretó así”.

7.1.4. Diseño de tareas con respuesta única

Para medir de manera objetiva si la matriz guía correctamente, las tareas se definen con respuesta única esperada (un H# objetivo por escenario). Esto evita la evaluación complaciente de “cualquier método razonable” y permite cuantificar exactitud.

Cada tarea requiere, como condición mínima:

- Ubicar la celda correcta (etapa × objetivo).
- Identificar explícitamente el H# objetivo.
- Justificar en una frase la correspondencia entre escenario y método (validación semántica mínima).
- Si aplica capa 2: abrir QR, encontrar ficha del mismo H# y extraer contenido operativo.

Este diseño está conceptualmente alineado con evaluaciones de usabilidad basadas en tareas y en inspecciones/heurísticas como marco para explicar fallas observadas (consistencia, reconocimiento por sobre recuerdo, correspondencia con el mundo real, etc.).

7.1.5. Resultados esperados

A nivel de desempeño comunicativo, se espera que:

En capa 1, la mayoría de los participantes sea capaz de (i) ubicarse en la matriz, (ii) identificar el objetivo de validación adecuado al escenario y (iii) llegar al H# correcto con ayuda mínima. El patrón esperado es que el usuario pueda verbalizar la lógica de uso (“ubico etapa, ubico objetivo, cruzo y elijo H#”) sin instrucción directa.

En transición QR, se espera que el participante identifique el QR como parte del flujo y que el acceso al PDF no se perciba como ruptura. En términos prácticos, el resultado esperado es la localización efectiva de la ficha del H# elegido sin exploración errática prolongada.

En capa 2, se espera que el usuario extraiga indicaciones operativas suficientes para implementar el método sin inventar instrucciones. La expectativa no es exhaustividad, sino un “mínimo viable de ejecución” respaldado por el documento.

Finalmente, se espera que los errores se concentren en problemas corregibles de comunicación (terminología de objetivos, jerarquía visual, densidad, ordenamiento de fichas, señalización del QR). Si predominan errores conceptuales (incapacidad de mapear escenarios a objetivos), ello indicaría un desajuste entre la taxonomía propuesta y el modelo mental de estudiantes, requiriendo cambios estructurales y no meramente formales.

7.2 Análisis de resultados

Esta sección presenta los resultados del test de usabilidad descrito en la sección 7.1, cuyo propósito fue evaluar la capacidad comunicativa del artefacto en sus dos capas y en la relación entre ellas. El análisis se

organiza según las tres funciones definidas en la sección 7.1.2 (comprensión de la Capa 1, continuidad entre capas y capacidad operativa de la Capa 2) y se complementa con hallazgos cualitativos obtenidos del think-aloud y de las entrevistas.

7.2.1 Caracterización de la muestra y contexto de aplicación

Se realizaron cinco sesiones individuales con estudiantes de la carrera de Ingeniería en Diseño de Productos, todos pertenecientes a talleres avanzados de la línea de Taller de Productos. Cuatro de ellos habían completado recientemente el Taller de Título y uno se encontraba cursándolo. Los proyectos recientes de los participantes incluyeron una solución de servicio para emprendedoras de la región de Valparaíso, prototipado de interfaces digitales, una plataforma web de inversión inmobiliaria (con prototipos en Miro y Figma) y una propuesta de posgrado para el departamento de Ingeniería en Diseño de Productos. Las cinco sesiones se realizaron de forma remota.

Los cinco participantes reportaron experiencia previa en actividades de validación, aunque con repertorios limitados y poco estructurados. Las herramientas mencionadas fueron entrevistas semiestructuradas, encuestas (Google

Forms), focus groups y, en un caso, el cuestionario SUS. Uno de los participantes declaró no poder nombrar herramientas de validación específicas, aunque reconoció haberlas aplicado. Ninguno había accedido previamente a un recurso unificado que presentara el conjunto de herramientas de validación de forma articulada. El recurso más cercano mencionado fue el libro "This is Service Design Doing", descrito como "demasiado general" en su tratamiento de las herramientas individuales. Un participante resumió la situación indicando que en su experiencia "uno va armando su propia receta con información recolectada o propuesta por los profesores".

Este perfil resulta coherente con la definición de usuarios primarios establecida en la sección 7.1.1: estudiantes que enfrentan decisiones de validación con frecuencia y consecuencias reales, pero que carecen de una guía estructurada para abordarlas más allá de la orientación puntual del docente.

Un hallazgo relevante de las entrevistas iniciales fue la noción, expresada por uno de los participantes, de que la validación se estructura en torno a hitos dentro del proyecto. Esta idea de los hitos como puntos de pivoteo para la validación resulta importante porque muestra que los estudiantes no conciben la validación como una actividad aislada o

terminal, sino como un recurso de reorientación que opera en momentos clave del proceso de diseño. El participante lo formuló en estos términos: las validaciones generan hitos que "te recuerdan que el proyecto va a influir en demás personas y contextos" y que "te ayudan a aterrizar y decir 'en realidad no me di cuenta de estas cosas'". Más aún, reconoció la existencia de validaciones no planificadas que surgen cuando el proyecto se desvía de su trayectoria prevista o cuando factores externos obligan a replantear la dirección. Esta concepción de la validación como recurso de pivoteo, y no solo de verificación, refuerza la pertinencia de un recurso que permita al estudiante reubicarse rápidamente según el momento del proyecto y la necesidad que enfrenta.

En cuanto a la dificultad percibida, dos participantes identificaron la ejecución como lo más difícil (preparar materiales, gestionar personas, comunicar lo que se quiere validar), uno señaló la selección del método como la mayor dificultad y el cuarto indicó que ambas dimensiones requieren esfuerzo. Uno de los participantes indicó que usualmente consultaba al docente para resolver dudas sobre condiciones de aplicación, como el grado de control del ambiente, el tamaño de muestra adecuado o la proximidad del prototipo a la solución final. Otro señaló que

las validaciones que ha realizado han sido diseñadas "completamente desde cero", sin apoyo de guías ni documentos previos. Esta dependencia del docente o de la improvisación individual para tomar decisiones de validación es precisamente la necesidad que el artefacto busca resolver.

7.2.2 Desempeño en Capa 1: comprensión y navegación de la matriz

Se aplicaron tres tareas de desempeño basadas en escenarios con respuesta única, cada una correspondiente a un cruce específico de etapa y objetivo de validación dentro de la matriz. La Tabla 16 resume los resultados obtenidos.

Tarea	Cruce objetivo	H# esperado	Aciertos	Ayuda máx.
T1	Empatizar × Explorar	H2	5/5	0–1
T2	Definir × Comprobar	H6	5/5	0–1
T3	Prototipos × Refinar	H9	3/5	2

Tabla 16 – Desempeño por tarea en Capa 1 (n = 5)

Tarea 1 (H2, Observación contextual). Los cinco participantes resolvieron la tarea correctamente y sin necesidad de ayuda significativa. La familiaridad con la estructura del design thinking les permitió ubicarse de forma inmediata en la zona Empatizar x Explorar. Uno de ellos verbalizó: "como se mencionó que era una etapa inicial, me fui directamente a empatizar y explorar". Otro

explicó su razonamiento señalando que "al observar un escenario, puedo lograr conectar y empatizar con lo que posteriormente le voy a preguntar a las personas". El eje de etapas fue leído intuitivamente de izquierda a derecha y de arriba a abajo, lo que sugiere que la disposición espacial de la matriz resulta coherente con la forma en que los participantes entienden el proceso de diseño.

La diferenciación entre H2 (observación contextual) y H3 (diario de uso contextual) requirió en algunos casos consultar la Capa 2, lo que confirma el diseño de dos capas: la matriz orienta la búsqueda y el manual resuelve las dudas entre herramientas del mismo cuadrante. Uno de los participantes también consideró inicialmente H1 (entrevistas semiestructuradas), pero al releer el enunciado identificó que el escenario pedía observar antes de entrevistar, lo que lo llevó correctamente a H2. Las justificaciones verbales fueron precisas en todos los casos: los participantes diferenciaron H2 como observación sin intervención con foco en el contexto y el comportamiento natural, frente a H3 como seguimiento longitudinal centrado en el usuario y sus actividades.

Tarea 2 (H6, Test de concepto con personas usuarias). Los cinco participantes acertaron la herramienta correcta. Los participantes señalaron que las herramientas dentro de la celda Definir x Comprobar presentan objetivos claramente diferenciados entre sí, lo que reduce la necesidad de consultar el manual para distinguirlas. Uno de ellos destacó que los textos entre paréntesis que acompañan a cada herramienta dentro de las celdas cumplieron una función orientadora eficaz, indicando que esos paréntesis "me lo resumieron bastante bien". Otro describió la

interacción con la matriz como un "sudoku": "una acá, otra acá, listo, yo aquí", y señaló que la estructura "está como muy acorde y lógica a cualquier proceso de diseño".

Un participante vaciló inicialmente entre H5 (talleres de cocreación) y H6 (test de concepto) porque la expresión "visión inicial" del escenario no le evocó inmediatamente la idea de "concepto". Al releer el enunciado y notar que incluía tanto problema como visión, se corrigió a H6. Este caso sugiere que el vocabulario del escenario puede influir en la velocidad de llegada, pero no impide la resolución correcta.

La extracción operativa en Capa 2 fue exitosa en todos los casos: los participantes identificaron el propósito de la herramienta (verificar que la solución esté vinculada al problema mediante la consulta a personas externas al equipo) y localizaron la sección de requisitos, aunque un participante mostró una duda menor sobre si la etiqueta "qué se necesita" correspondía a los requisitos de aplicación.

Tarea 3 (H9, Protocolo de pensamiento en voz alta). Esta fue la tarea de mayor complejidad y la que produjo los hallazgos más útiles para evaluar la claridad comunicativa del artefacto. De los cinco participantes, dos acertaron H9 correctamente y dos seleccionaron H10

(evaluaciones basadas en escenarios de uso), ubicándose en Validar x Refinar en lugar de Prototipos x Refinar.

Los tres participantes que acertaron identificaron correctamente tanto la etapa (Prototipos) como el objetivo (Refinar). Uno de ellos llegó a H9 de forma directa, considerando brevemente H11 (recorridos cognitivos) pero descartándola con una justificación precisa: "como la persona que está haciendo la validación quiere saber qué está pensando el usuario al ocuparlo, me fui por la H9, debido a que la H11 la revisión es guiada". El otro participante exploró tres herramientas candidatas (H7, H8, H9) y utilizó la sección "cuándo conviene usarla" de las fichas del manual para discriminar, señalando que H9 era "más específico del contexto" porque aborda "no solo lo que hacen, sino por qué lo hacen y qué entienden mientras interactúan".

Los dos participantes que erraron identificaron correctamente el objetivo (Refinar) pero ubicaron la etapa en Validar en lugar de Prototipos. La presencia de la palabra "prototipo" en el escenario los condujo hacia etapas más avanzadas del proceso. Uno de ellos verbalizó esta tensión: la mención a un prototipo con pantallas le hizo pensar inicialmente que estaba validando, pero al conocer la respuesta correcta reconoció

inmediatamente que "ya no estaría en la etapa validando, estaría antes". En ambos casos la comprensión post-error fue inmediata, lo que confirma que la dificultad fue comunicativa (señalización de la etapa) y no conceptual (comprensión de la estructura).

Un elemento relevante de esta tarea es que los participantes que utilizaron activamente las definiciones de la matriz ("ubica tu proyecto según la actividad predominante") y las fichas del manual ("cuándo conviene usarla") tuvieron mayor probabilidad de acertar. Esto sugiere que estos recursos de orientación son eficaces cuando se consultan, pero que su visibilidad dentro de la infografía no es suficiente para garantizar su uso espontáneo en todos los casos.

7.2.3 Transición entre capas: del QR al PDF

La transición desde la Capa 1 (infografía) hacia la Capa 2 (manual PDF) fue percibida como natural y no disruptiva por los cinco participantes, sin excepciones. Las expresiones utilizadas incluyeron: "no me molestó para nada", "uno no se va a meter al manual a menos que lo necesite", "es súper natural, como algo que he hecho siempre" y "muy cómodo". Esta unanimidad confirma que la lógica de dos capas opera según lo diseñado: la infografía funciona como nivel de consulta rápida y el manual se activa solo

cuando la primera capa no proporciona suficiente información para tomar la decisión o ejecutar la herramienta.

El acceso al PDF se realizó sin fricción técnica significativa en las cinco sesiones. En T1 y T2, los participantes navegaron directamente hacia la ficha del H# seleccionado y localizaron la información requerida sin exploración errática. En T3, la navegación fue más prolongada en algunos casos, pero esto se debió a la complejidad de la tarea y no a problemas del medio.

Se identificaron dos observaciones puntuales: uno de los participantes señaló que el índice del documento PDF no estaba visible, lo que podría dificultar la localización de fichas en usuarios con menor familiaridad con el documento; otro expresó incertidumbre sobre cómo funcionaría la transición en formato físico (infografía pegada en pared junto con manual en mano), indicando que "no sé si me resultaría tan cómodo" en ese formato. En general, la navegación en formato digital fue percibida como más ágil que la que se anticiparía en formato impreso.

7.2.4 Desempeño en Capa 2: extracción de información operativa

En todas las tareas donde la Capa 1 fue resuelta correctamente (trece de quince intentos totales), los participantes

demonstraron capacidad de extraer información operativa suficiente desde las fichas del manual. En T1, identificaron el propósito de la observación contextual como una actividad de registro sin intervención, enfocada en el comportamiento natural dentro del contexto, y pudieron articular qué tipo de evidencia se obtiene. En T2, identificaron el propósito del test de concepto, sus condiciones de aplicación y la necesidad de involucrar a personas externas al equipo de proyecto.

Las fichas fueron valoradas de forma consistente por los cinco participantes como claras, completas y de extensión adecuada. Las descripciones incluyeron: "no exceden la página y media, en ningún momento te llegas a cansar", "fácil de comprender, ninguna palabra es totalmente específica del lenguaje del diseño", "muy preciso" y "como una receta, básicamente" (refiriéndose al formato paso a paso combinado con la sección de requisitos). Ninguno de los participantes identificó información faltante ni expresó necesidad de recurrir a fuentes adicionales para comprender cómo aplicar las herramientas consultadas.

Un hallazgo particularmente relevante fue la identificación de la sección "cuándo conviene usarla" como el elemento más útil para la toma de decisiones entre herramientas candidatas.

Uno de los participantes lo verbalizó así: "lo que más me ayudó a orientarme en cuál elegir es el cuándo conviene usarla. Yo creo que ese es mi orden lógico: como para después de eso, leerla toda, y definirla para ocuparla". Otro participante utilizó esta misma sección para comparar H9 y H11, descartando correctamente la segunda. Este resultado demuestra que las fichas no solo informan sobre cómo aplicar una herramienta, sino que permiten al estudiante evaluar de forma autónoma si las condiciones de esa herramienta son compatibles con su contexto, lo que constituye una oportunidad concreta de toma de decisiones orientada.

Otro hallazgo fue que las fichas aportaron información nueva incluso a participantes con experiencia previa en las herramientas. Uno de ellos, familiarizado con la observación contextual, señaló que la indicación de realizar "varias sesiones de observación de una a tres horas" era un dato que desconocía, ya que en su experiencia "uno a veces va una vez y un ratito". Esta capacidad de las fichas de agregar valor incluso a usuarios experimentados confirma que la Capa 2 no solo orienta a principiantes, sino que enriquece la práctica de estudiantes avanzados.

Este resultado confirma que la Capa 2 es un recurso plenamente funcional para la

aplicación autónoma de herramientas de validación: el usuario puede pasar de la selección a la ejecución del método con toda la información necesaria, sin recurrir a fuentes externas ni depender de la mediación docente. La combinación de la matriz como mapa de decisión y las fichas como recurso de profundización permite que el estudiante no solo elija una herramienta, sino que evalúe si sus condiciones de aplicación son compatibles con su contexto, transformando la selección de un acto intuitivo o delegado al docente en una decisión informada.

7.2.5 Exploración de la sección de buenas prácticas

Como parte de las tareas adicionales incorporadas al protocolo, se solicitó a los participantes localizar y valorar la sección de buenas prácticas para la validación con personas usuarias, ubicada en el bloque final del manual PDF.

Los cinco participantes localizaron la sección sin dificultad y la valoración fue positiva de forma unánime. Las expresiones incluyeron: "me hubiese gustado tenerla en los talleres", "a veces uno no sabe cómo partir, sobre todo que hayan pasos como antes de, durante y después", "cosas que he tenido presentes pero nunca en un documento dedicado a ello" y un participante señaló que el recordatorio de

buenas prácticas le traía a la mente consideraciones que "no había pensado desde el taller".

Uno de los participantes destacó que las buenas prácticas tienen un efecto sobre la calidad percibida de la validación: "todas esas cosas hacen que la validación tome como otra base, más profesional", y señaló que cuando los usuarios perciben que el instrumento está bien preparado, "confían más en entregarte respuestas honestas". Esta observación conecta directamente las buenas prácticas con la calidad de los datos que se obtienen.

Un hallazgo relevante fue la percepción del potencial del recurso como facilitador de discusión metodológica grupal. Uno de los participantes señaló que, si todos los integrantes de un equipo tuvieran acceso a la misma información estructurada, "va a ser mucho más fácil poder debatir sobre ella", imaginando intercambios del tipo "necesitamos utilizar esta herramienta porque mira lo que dice acá, necesitamos esto". Otro complementó al indicar que el recurso "podría dar campo de discusiones con el mismo profe", añadiendo que este tipo de conversación lo vuelve "un poco más metodológico". Esta observación va más allá del uso individual del artefacto y sugiere un valor adicional no previsto en el diseño original: la capacidad del recurso para

establecer un lenguaje común y un marco de referencia compartido entre estudiantes y entre estudiantes y docentes.

Respecto de la ubicación, dos de los cinco participantes indicaron explícitamente que las buenas prácticas deberían preceder a las fichas de herramientas. Uno lo argumentó como: "recordemos esto antes de pensar siquiera" en qué herramienta usar. El otro señaló que "si voy a ocupar una herramienta, saber cómo ocuparla correctamente creo que es algo que debiese estar antes". Este hallazgo se recoge como insumo para los ajustes de diseño descritos en el capítulo 8.

7.2.6 Hallazgos cualitativos transversales

El análisis del think-aloud y de las entrevistas permitió identificar un conjunto de fricciones comunicativas recurrentes y de elementos valorados positivamente, que se sintetizan a continuación.

Fricciones comunicativas identificadas

La fricción más frecuente, señalada por tres de los cinco participantes, fue la densidad visual de la zona central de la matriz. La primera impresión fue calificada como "intimidante" y se sugirió "darle una segunda vuelta a la estética" e incorporar "algo de vida". Los participantes coincidieron en que la cantidad de información es necesaria, pero

que la presentación visual podría beneficiarse de mayor separación entre herramientas dentro de cada celda y del uso de color como recurso diferenciador.

La nomenclatura H# fue cuestionada por tres de los cinco participantes, desde perspectivas complementarias. Uno preguntó directamente qué significaba la "H", otro sugirió eliminarla por completo y un tercero propuso destacar los códigos en negrita para facilitar el escaneo visual dentro de las celdas. Todos reconocieron que el código numérico cumple una función útil al transitar entre la infografía y el manual, pero la sigla "H" en sí misma no es autoexplicativa.

Tres participantes señalaron que el manual es denso en texto y se beneficiaría de la incorporación de elementos gráficos: diagramas, ilustraciones del proceso de diseño o imágenes que "atterricen la información". Uno de ellos argumentó que esto haría el recurso "más universal", accesible tanto para quienes tienen mejor comprensión lectora como para quienes entienden de mejor manera con apoyo visual.

La distinción entre los objetivos "comprobar" y "refinar" fue identificada por dos de los cinco participantes como el par conceptual más difícil de diferenciar a primera lectura. Uno señaló que fue "lo más confuso" y necesitó

"asegurarme de la diferencia". Sin embargo, los cinco resolvieron esta distinción mediante la lectura de las definiciones incluidas en la propia matriz, lo que indica que el recurso contiene los elementos necesarios para resolver la ambigüedad, aunque su accesibilidad visual podría mejorar.

Respecto a T3, el error en el eje de etapas (ubicarse en Validar en lugar de Prototipos) ocurrió en dos de los cinco participantes. Los tres que acertaron lo hicieron apoyándose activamente en las definiciones de la matriz y en la sección "cuándo conviene usarla" del manual. Este patrón sugiere que la fricción no es inherente a la estructura de la matriz, sino a la visibilidad de los recursos de orientación que esta ofrece.

Se detectaron además fricciones menores: una inconsistencia en el orden numérico de las herramientas dentro de algunas celdas (1/5), una inconsistencia terminológica en el eje de etapas donde "Prototipos" aparece como sustantivo mientras las demás etapas siguen una forma distinta (1/5), la ausencia del índice en el PDF (1/5), y un error tipográfico donde se lee "Decepción del insumo" en vez de "Descripción del insumo" (1/5).

Finalmente, dos de los cinco participantes coincidieron en que el manual PDF no se sostiene como recurso autónomo sin una

referencia visual a la matriz. Uno lo expresó con claridad: la matriz "tiene que estar, aunque sea en versión reducida, porque si no, el manual no se entiende, no sirve por sí solo".

Elementos valorados positivamente

Los cinco participantes coincidieron en tres valoraciones: el lenguaje de las fichas es accesible ("cualquier persona que esté empezando puede entender", "apropiado y preciso"), la transición entre capas es natural, y la estructura de la matriz resulta coherente con el proceso de diseño. Uno describió la interacción como un "sudoku" y otro señaló que la lógica de la matriz "sigue un poco el flujo natural de tus ideas".

Los textos entre paréntesis que acompañan a cada herramienta dentro de las celdas fueron valorados por tres de los cinco participantes como diferenciadores eficaces. Un participante los describió como "aún más orientadores, tiran como la pista de que si realmente es el contexto en el que te encuentras". Las descripciones "se utiliza para" dentro de cada celda cumplieron una función de verificación: un participante señaló que "automáticamente me hace volver a verificar que estoy yendo en el cuadrante correcto".

El manual fue valorado por la mayoría de los participantes como un recurso de alto

impacto, especialmente porque presenta el repertorio completo de herramientas de forma accesible. Uno lo consideró el componente más importante del artefacto, destacando la posibilidad de "tener todas las herramientas disponibles como a mano, en mi poder". Otro señaló que en su formación nunca tuvo acceso a algo así. Un tercero indicó que las herramientas que se presentan en clase "no están organizadas ni gráficamente como en este caso". Esta percepción confirma que el artefacto responde directamente a una necesidad real detectada en la fase de investigación y la resuelve de manera efectiva.

Tres participantes describieron la interacción con el artefacto como "entretenida", un resultado notable para un recurso de carácter metodológico. Los demás indicaron que lo habrían utilizado si lo hubieran tenido disponible en sus talleres, y coincidieron en que puede funcionar sin asistencia docente a partir de talleres avanzados (Taller VII en adelante). También se sugirió que en talleres inferiores podría funcionar como recurso de apoyo para los propios docentes, facilitando la introducción de herramientas de validación y la generación de discusiones metodológicas en clase. Esta doble capacidad de uso (autónomo para estudiantes avanzados y mediado por el docente para estudiantes

iniciales) amplía el alcance del artefacto más allá del usuario primario definido originalmente.

7.2.7 Síntesis de hallazgos priorizados

A partir del análisis precedente, los hallazgos se organizan según su severidad (impacto en la capacidad comunicativa del artefacto) y su

frecuencia de aparición entre participantes. La Tabla 17 presenta esta síntesis, distinguiendo entre problemas de comunicación (corregibles mediante ajustes de diseño gráfico, terminológico o de organización de la información) y problemas estructurales que implicarían revisiones de la estructura conceptual de la matriz.

Prioridad	Hallazgo	Tipo	Frecuencia
Alta	Densidad visual de la zona central de la infografía	Diseño visual	4/5
Alta	Nomenclatura H# opaca o poco visible en celdas	Comunicación	4/5
Media-Alta	Manual denso, faltan elementos gráficos	Diseño Capa 2	3/5
Media-Alta	Versión reducida de la matriz ausente en el manual	Articulación entre capas	2/5
Media	Buenas prácticas ubicadas al final del manual	Organización de información	3/5
Media	Distinción comprobar/refinar requiere lectura activa	Comunicación de la estructura	2/5
Baja-Media	Desorden numérico de H# dentro de algunas celdas	Consistencia	1/5

Tabla 17 – Síntesis de hallazgos priorizados por severidad y frecuencia

Ninguno de los hallazgos identificados corresponde a un problema de la estructura conceptual de la matriz. Todos los errores

observados se explican por fricciones comunicativas que pueden ser corregidas: densidad visual, nomenclatura, visibilidad de

los recursos de orientación, organización de la información y elementos gráficos de apoyo. Esto es coherente con lo anticipado en la sección 7.1.5 y respalda la conclusión de que el modelo de cruce entre etapas del proceso de diseño y objetivos de validación es comprensible para los usuarios y no requiere reformulación.

7.2.8 Contraste con los resultados esperados

A modo de cierre del análisis, la Tabla 18 compara las expectativas definidas en la sección 7.1.5 con los resultados efectivamente observados.

Expectativa (sección 7.1.5)	Resultado observado	Evaluación
En Capa 1, la mayoría ubica la celda correcta e identifica el H# con ayuda mínima	T1: 5/5. T2: 5/5. T3: 3/5 (error comunicativo, no conceptual). Cuatro de cinco participantes aciertan al menos dos de tres tareas.	Cumplido
El usuario verbaliza la lógica "ubico etapa, ubico objetivo, cruzo y elijo H#"	Los cinco participantes verbalizaron el cruce espontáneamente. Descrito como "sudoku", "flujo natural", "intuitivo".	Cumplido
La transición QR no se percibe como ruptura	5/5 la describieron como natural y no disruptiva.	Cumplido
En Capa 2, el usuario extrae indicaciones operativas suficientes	Cumplido en trece de quince intentos. Propósito, pasos y requisitos extraídos con autonomía total.	Cumplido
Los errores se concentran en problemas comunicativos corregibles	Confirmado: todos los hallazgos son fricciones de comunicación. Cero problemas estructurales.	Cumplido
(No anticipado)	El artefacto fue valorado como herramienta de discusión grupal, generador de lenguaje común, base profesional para la validación, y la interacción fue percibida como entretenida.	Excede expectativas

Tabla 18 – Contraste entre resultados esperados y resultados observados

En conjunto, los resultados demuestran que el artefacto es una herramienta plenamente funcional que cumple su propósito comunicativo central: orientar la selección de herramientas de validación y facilitar su aplicación de forma autónoma. En las tareas de complejidad baja a media (T1, T2) el desempeño fue exitoso en la totalidad de los casos, mientras que en la tarea de mayor complejidad (T3) tres de los cinco participantes acertaron y los otros dos cometieron un error de naturaleza comunicativa y corregible, sin comprometer la lógica del sistema. Más allá de lo esperado, la validación reveló capacidades del artefacto que exceden las expectativas iniciales del diseño: su potencial como instrumento de discusión metodológica grupal, su capacidad de generar un lenguaje compartido entre estudiantes y docentes, y la percepción de los participantes de que la interacción con el recurso resulta no solo útil sino entretenida. La estructura de dos capas opera según lo diseñado: la infografía funciona como mapa de decisión rápida y el manual como recurso de profundización activado bajo demanda. Los ajustes derivados de los hallazgos comunicativos se desarrollan en el capítulo siguiente.

7.2.9 Limitaciones de la validación

La muestra de cinco participantes cumple con el rango recomendado por Nielsen (1993) para detectar aproximadamente el 75 % de los problemas de usabilidad de un sistema. La convergencia de hallazgos entre los cinco participantes (las mismas fricciones principales y los mismos elementos valorados aparecieron de forma recurrente) respalda la saturación de los hallazgos comunicativos más relevantes, aunque no puede descartarse que una muestra mayor revele fricciones adicionales de menor frecuencia.

En segundo lugar, las tareas del test implicaron lectura y análisis en profundidad de escenarios, fichas de herramientas y secciones del manual, por lo que su duración fue variable y dependiente del ritmo de cada participante. En coherencia con esta naturaleza, el registro se centró en el análisis de la fluidez de trabajo de los participantes mediante transcripciones de audio y think-aloud, priorizando la comprensión del razonamiento por sobre la medición cronométrica de tiempos de resolución.

En tercer lugar, las tres tareas aplicadas cubren tres de los quince cuadrantes posibles de la matriz, lo que ofrece una evaluación representativa pero no exhaustiva de la totalidad del sistema. Futuras instancias de

validación podrían ampliar la cobertura incorporando escenarios correspondientes a otros cruces de etapa y objetivo.

Finalmente, la totalidad de las sesiones se realizó de forma remota, lo que implica que los participantes interactuaron con una versión digital de la infografía mediante pantalla, en lugar de la infografía impresa que constituye el formato de uso previsto. Si bien no se observaron dificultades atribuibles al formato remoto, la experiencia de interacción con la versión impresa (mayor tamaño, lectura simultánea de toda la matriz) no fue evaluada directamente y constituye una variable a considerar en futuras pruebas.

8 AJUSTES DE DISEÑO

Los resultados del test de usabilidad (sección 7.2) confirmaron que el artefacto cumple su función comunicativa central y que su estructura conceptual no requiere reformulación. Los hallazgos identificados corresponden en su totalidad a fricciones comunicativas corregibles, lo que permite abordar los ajustes como refinamientos de diseño orientados a mejorar la experiencia de uso sin modificar la lógica del sistema.

Este capítulo documenta los ajustes realizados sobre ambas capas del artefacto a partir de los hallazgos priorizados en la sección 7.2.7, organizados en tres niveles: correcciones de base (errores que no debieron existir en la versión testeada), ajustes en la Capa 1 (infografía) y ajustes en la Capa 2 (manual PDF).

8.1 Correcciones de base

Durante el test de usabilidad se identificaron errores puntuales de contenido que no constituyen hallazgos de diseño propiamente tales, sino descuidos de producción que debieron haber sido resueltos antes de la instancia de evaluación. Estos errores fueron corregidos como primera acción, sin que requieran justificación adicional ni análisis de priorización:

Se corrigió el error tipográfico "Decepción del insumo" por "Descripción del insumo" en la

zona inferior de la infografía. Se revisó y corrigió la acentuación en las fichas del manual donde correspondía. Se verificó la consistencia ortográfica general de ambos documentos.

Estas correcciones se consideran condiciones mínimas de calidad del recurso y no se abordan nuevamente en las secciones siguientes.

8.2 Ajustes en Capa 1 (Infografía)

La Capa 1 fue evaluada positivamente en términos funcionales: los cinco participantes comprendieron la lógica de cruce entre etapas y objetivos, navegaron la matriz de forma intuitiva y describieron la interacción como coherente con el proceso de diseño que ya conocen. No obstante, la validación identificó dos fricciones comunicativas de alta frecuencia asociadas a la percepción visual del artefacto: la densidad de texto en la zona central de la matriz (4/5) y la visibilidad de la nomenclatura H# dentro de las celdas (4/5). Ambas fricciones comparten una misma raíz: la primera impresión que genera la infografía al ser observada por primera vez transmite una complejidad aparente que no se corresponde con la complejidad real de su uso, como los propios participantes confirmaron al interactuar con ella.

Adicionalmente, la versión testeada correspondía a un prototipo funcional en formato cuadrado de 100 x 100 cm con esquema visual monocromático (negro sobre blanco). Los ajustes en esta capa se orientan a reducir la barrera de entrada visual, mejorar la legibilidad y dotar al recurso de una identidad gráfica que facilite su adopción en espacios de taller, sin alterar el contenido ni la estructura de la matriz.

8.2.1 Cambio de formato: de cuadrado a vertical

La versión testeada utilizaba un formato cuadrado de 100 x 100 cm. Tras el análisis de los resultados, se optó por un formato vertical de 50 x 100 cm. Este cambio responde a que la distribución del contenido en la infografía es predominantemente vertical: la matriz se lee de arriba a abajo (etapas) y de izquierda a derecha (objetivos), y los bloques informativos complementarios (descripción, instrucciones de uso, definiciones de las dimensiones y código QR) se ubican debajo de la grilla. El formato vertical permite que estos bloques se dispongan de forma más natural bajo la matriz, aprovechando mejor el espacio disponible y reduciendo el área de fondo vacío que generaba el formato cuadrado.

El cambio de formato no modifica el contenido ni la proporción de la matriz en sí misma, que

mantiene su estructura de 5 filas por 3 columnas con una columna lateral para los nombres de las etapas.

8.2.2 Reducción de la densidad visual en la zona central

Este ajuste responde directamente al hallazgo de mayor frecuencia de la validación (4/5). Los participantes calificaron la primera impresión de la zona central como "intimidante" y señalaron que, si bien la información contenida en las celdas es necesaria y útil, su presentación visual podría beneficiarse de mayor separación y aire entre los elementos.

El ajuste se implementó mediante tres acciones combinadas que operan sobre la percepción visual sin modificar el contenido de las celdas:

En primer lugar, se ajustaron los márgenes internos de las celdas de la matriz, incrementando el espacio entre el borde de cada celda y el texto contenido. Este cambio genera mayor separación visual entre herramientas contiguas dentro de un mismo cuadrante, reduciendo la percepción de densidad sin eliminar información.

En segundo lugar, se revisó la jerarquía tipográfica dentro de las celdas. Se estableció una diferenciación clara en tres niveles: los códigos identificadores de cada herramienta

(H1 a H13) se destacaron mediante peso tipográfico mayor (negrita), respondiendo a la observación de uno de los participantes que señaló que los códigos debían ser más fáciles de encontrar "dentro del párrafo"; los nombres de las herramientas se mantienen en un peso intermedio (seminegrita); y los textos entre paréntesis que describen el enfoque específico de cada herramienta en ese cuadrante se presentan en peso regular y tono gris, conservando su posición dado que fueron valorados de forma consistente como orientadores eficaces durante la validación.

En tercer lugar, se incorporaron separadores visuales sutiles entre las herramientas dentro de cada celda (líneas horizontales finas de baja opacidad), creando una distinción visual entre elementos contiguos que antes se percibían como un bloque continuo de texto.

Estos tres ajustes actúan en conjunto para reducir el impacto inicial que genera la aparente complejidad del artefacto, facilitando que el usuario se aproxime a la matriz con mayor disposición y pueda comenzar a interactuar con ella antes de que la densidad visual se convierta en una barrera. Los participantes que lograron superar esta primera impresión durante el test describieron la experiencia como "entretenida" y el flujo como "natural", lo que confirma que el problema no reside en la complejidad real del

contenido sino en su presentación visual inicial.

8.2.3 Incorporación de una paleta de colores

La versión testeada de la infografía utilizaba un esquema visual monocromático (negro sobre blanco), lo que fue señalado por varios participantes como un factor que contribuye a la percepción de densidad y a la falta de "vida" del recurso. Adicionalmente, dos de los cinco participantes presentaron dificultades en la tarea T3, ubicando la herramienta en la fila correcta pero en una columna adyacente, lo que sugiere que la distinción entre las dos dimensiones de la matriz (etapas del proceso de diseño y objetivos de validación) no era suficientemente explícita en la versión monocromática. La incorporación de color responde, por lo tanto, a tres objetivos complementarios.

El primer objetivo es funcional: el uso de color como recurso diferenciador permite distinguir visualmente las dos dimensiones de la matriz, no solo respecto del contenido de las celdas sino entre sí. En la versión ajustada, los encabezados de las etapas del proceso de diseño (columna izquierda: Empatizar, Definir, Idear, Prototipar, Validar) utilizan una gama de tonos rojos oscuros, mientras que los encabezados de los objetivos de validación (fila superior: Explorar, Comprobar, Refinar)

se presentan en tonos de gris oscuro. Esta diferenciación cromática permite al usuario identificar de forma inmediata que se trata de dos ejes distintos, reduciendo la posibilidad de confusión entre dimensiones que fue observada durante el test. La celda esquina superior izquierda refuerza esta distinción al presentar ambos nombres de dimensión ("Objetivos" con indicador de dirección horizontal, "Etapas" con indicador de dirección vertical), cada uno en el color correspondiente a su eje, sobre un fondo neutro oscuro.

El segundo objetivo es de orientación: la asignación de un color por dimensión aporta una capa adicional de lectura que complementa la información textual. Esto es coherente con las observaciones de los participantes, quienes señalaron que las dimensiones de la matriz son el primer recurso que utilizan para ubicarse ("la primera frase que me decías, yo ya me ponía en cualquiera de estos"), por lo que una codificación cromática consistente acelera este proceso de ubicación inicial y reduce la carga cognitiva de la primera interacción con el artefacto.

El tercer objetivo es de adopción: la infografía está diseñada para su instalación en espacios de taller (formato de 50 x 100 cm para colgar o pegar en pared), donde compite visualmente con otros recursos informativos del entorno. Una paleta de colores adecuada contribuye a

que el artefacto sea percibido como un recurso atractivo y profesional, facilitando su adopción por parte de estudiantes y docentes en un contexto donde la visibilidad y la invitación al uso son condiciones prácticas para que el recurso cumpla su función.

Las celdas de contenido mantienen fondo blanco con texto en negro y gris, preservando la legibilidad que los participantes valoraron positivamente durante el test. Los títulos de sección del panel informativo inferior utilizan el tono rojo de la paleta, generando coherencia visual entre la zona de la matriz y la zona de información complementaria. La selección cromática priorizó tres criterios: contraste suficiente para lectura a distancia, diferenciación inequívoca entre las dos dimensiones del sistema, y coherencia con los principios de accesibilidad visual.

8.2.4 Reorganización de la zona informativa

La versión testeada disponía los elementos informativos (descripción del insumo, definiciones de las dimensiones, instrucciones de uso y código QR) en una columna lateral derecha. En la versión ajustada, estos elementos se reorganizaron en cuatro bloques distribuidos en dos columnas debajo de la

matriz, aprovechando el formato vertical de la lámina.

Esta distribución ofrece dos ventajas: primero, libera espacio horizontal para las celdas de la matriz, permitiendo márgenes internos más generosos; segundo, agrupa la información complementaria en una zona diferenciada que se consulta antes o después de usar la matriz, pero que no interfiere con ella durante la navegación. Los cuatro bloques son: descripción del recurso, instrucciones de uso (lista numerada vertical), definiciones de las dimensiones (etapas y objetivos) y código QR con indicación de acceso al manual.

8.2.5 Incorporación de pie de lámina institucional

Se incorporó un pie de lámina en la zona inferior de la infografía que incluye los logos institucionales (Universidad Técnica Federico Santa María y Departamento de Ingeniería en Diseño de Productos), el nombre del autor, la referencia a la memoria de titulación, el nombre de la profesora guía y el año. Este elemento cumple una función de identificación y respaldo institucional del recurso, contribuyendo a la percepción de confianza que los participantes señalaron durante el test. Como se refleja en la figura 10.

Matriz de validación			
Guía para la validación en proyectos de diseño			
Objetivos ►	Explorar	Comprobar	Refinar
Etapas ▼			
Empatizar	H1 Entrevistas semiestructuradas (foco exploratorio)	H4 Encuestas y cuestionarios estructurados (contrastar hipótesis iniciales)	H1 Entrevistas semiestructuradas (entrevistas localizadas)
	H2 Observación contextual (primer acercamiento en terreno)	H2 Observación contextual (verificación en contexto real)	H4 Encuestas y cuestionarios estructurados (priorización de problemas y necesidades)
	H3 Diarios de actividades (registro de experiencia)		
Definir	H4 Encuestas y cuestionarios estructurados (dimensionamiento de problemática)	H6 Test de concepto con personas usuarias (problema y visión inicial)	H6 Test de concepto con personas usuarias (versión ajustada de problema/propuesta)
	H5 Talleres de cocreación / co-diseño (mapas de dolores y causas)	H5 Talleres de cocreación (contraste de formulación de problema)	H4 Encuestas y cuestionarios estructurados (priorización de criterios de éxito)
Idear	H5 Talleres de cocreación / co-diseño (generación guiada de ideas)	H6 Test de concepto con personas usuarias (alternativas de solución)	H7 Card sorting y categorización (priorización de funcionalidades)
	H7 Card sorting y categorización (agrupación de funciones o atributos)	H10 Evaluaciones basadas en escenarios de uso (storyboards y guiones de interacción)	H4 Encuestas y cuestionarios estructurados (preferencias entre variantes)
Prototipar	H9 Pruebas de usabilidad con prototipos (baja fidelidad, exploratorias)	H11 Recorridos cognitivos / revisión experta (tareas clave)	H9 Protocolo de pensamiento en voz alta (microinteracciones y mensajes)
	H9 Protocolo de pensamiento en voz alta (exploración de modelos mentales)	H8 Pruebas de usabilidad con prototipos (tareas críticas, media fidelidad)	H7 Card sorting y categorización (ajuste de etiquetas, menús y jerarquías)
Validar	H12 Pruebas piloto / estudios de campo (implementación acotada en contexto real)	H8 Pruebas de usabilidad con prototipos (versión casi final)	H10 Evaluaciones basadas en escenarios de uso (ajuste fino de variantes)
	H8 Pruebas de usabilidad con prototipos (alta fidelidad)	H13 Cuestionarios estandarizados de usabilidad (SUS u otros)	H12 Pruebas piloto / estudios de campo (ciclos breves de ajuste operativo)
		H10 Evaluaciones basadas en escenarios de uso (casos críticos y comparativos)	
Descripción Herramienta académica para elegir qué tipo de validación se necesita en cada etapa de un proyecto de diseño. Cruza la etapa del proceso con el objetivo de validación para encontrar las herramientas recomendadas.			
¿Cómo usar la matriz? 1. Determina en qué etapa del Design Thinking estás trabajando. 2. Identifica tu objetivo: explorar, comprobar o refinar. 3. Cruza ambos ejes para ubicar las herramientas. 4. Consulta las fichas extendidas a través del QR.			
Etapas del Design Thinking Empatizar: Definir, Idear, Prototipar y Validar. Ubica tu proyecto según la actividad predominante. Objetivos de validación Explorar: descubrir posibilidades antes de comprometer recursos. Comprobar: verificar si la dirección elegida tiene sentido. Refinar: ajustar detalles para mejorar la experiencia.			
 Escanea el código para acceder al manual completo con las fichas de cada herramienta (H1 a H13) y las buenas prácticas de validación.			
 UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA COORDINADOR DISEÑO DE PRODUCTOS (2020-2021) Nicolás Nast Loyola Memoria de Titulación – Ingeniería en Diseño de Productos Profesora guía: Natalia Pientz Debeluck 2026			

Figura 10 – Infografía del artefacto ajustada según feedback (Versión web en Anexo)

8.3 Ajustes en Capa 2 (Manual PDF)

La Capa 2 fue evaluada como un recurso plenamente funcional: los cinco participantes extrajeron información operativa suficiente de las fichas, valoraron el lenguaje como accesible y no requirieron fuentes externas para comprender cómo aplicar las herramientas consultadas. No obstante, la validación identificó oportunidades de mejora en la organización de la información, en la articulación entre ambas capas y en la coherencia visual del documento. Los ajustes se organizan en cinco acciones concretas, cada una vinculada a hallazgos específicos de la sección 7.2.

8.3.1 Reubicación de la sección de buenas prácticas

Este ajuste responde al hallazgo de que tres de los cinco participantes indicaron que las buenas prácticas deberían preceder a las fichas de herramientas, y no ubicarse al final del manual como ocurría en la versión testeada. Uno de ellos lo argumentó señalando que antes de seleccionar una herramienta, es necesario saber cómo realizar una validación correctamente. Otro indicó que "si voy a ocupar una herramienta, saber cómo ocuparla correctamente creo que es algo que debiese estar antes".

En la versión ajustada, la sección de buenas prácticas se reubica inmediatamente después de la introducción general del manual y antes de las fichas de herramientas. De este modo, el usuario que accede al manual por primera vez encuentra las consideraciones generales para la validación con personas (preparación, conducción y cierre) antes de profundizar en las herramientas específicas. Esta ubicación también refuerza el valor de las buenas prácticas como marco general aplicable a cualquier herramienta, y no como un complemento opcional que se consulta al final.

8.3.2 Reducción de densidad en las introducciones

Dos de los cinco participantes señalaron que el manual es denso en texto y se beneficiaría de la incorporación de elementos gráficos que "aterricen la información". Este hallazgo se concentra principalmente en las secciones introductorias del documento (introducción general y presentación de las buenas prácticas), que en la versión testeada consistían en bloques de texto continuo sin apoyo visual.

En la versión ajustada, se redujo la extensión de ambas introducciones, priorizando la síntesis sobre la exhaustividad. La introducción general se complementó con un

diagrama del proceso de design thinking que ilustra visualmente las cinco etapas y su relación con los objetivos de validación, ofreciendo al lector una referencia gráfica inmediata que sitúa el contenido del manual dentro del marco conceptual del proyecto. La introducción de la sección de buenas prácticas se acompañó igualmente con un recurso visual que organiza las recomendaciones en sus tres momentos (antes, durante y después de la validación), facilitando una lectura rápida de la estructura antes de abordar el contenido detallado.

Estos ajustes responden a la observación de los participantes de que el recurso sería "más universal" si incluyera elementos gráficos que complementen la información textual, haciéndolo accesible tanto para quienes tienen mayor facilidad con la comprensión lectora como para quienes procesan mejor la información de forma visual.

8.3.3 Incorporación de la matriz de validación en el manual

Este ajuste responde al hallazgo de que dos de los cinco participantes coincidieron en que el manual PDF no se sostiene como recurso autónomo sin una referencia visual a la matriz. Uno de ellos lo expresó con claridad: la matriz "tiene que estar, aunque sea en versión

reducida, porque si no, el manual no se entiende, no sirve por sí solo".

En la versión ajustada, se incorpora una página completa con la matriz de validación en un formato simplificado, ubicada después de la sección de buenas prácticas y antes de las fichas de herramientas. Esta versión de la matriz presenta únicamente la grilla de 5 filas por 3 columnas con los nombres de las etapas y los objetivos, los códigos H# y los nombres de las herramientas en cada celda, sin los textos entre paréntesis ni los bloques informativos complementarios que contiene la versión infográfica. El objetivo es ofrecer una referencia de navegación que permita al usuario ubicarse dentro del sistema de herramientas antes de consultar las fichas detalladas, sin duplicar el contenido completo de la Capa 1.

Esta incorporación permite que el manual funcione como recurso autónomo en contextos donde la infografía no esté disponible (consulta digital, uso fuera del espacio de taller, envío por correo electrónico), manteniendo la lógica de dos capas pero asegurando que la Capa 2 sea comprensible por sí misma. Al mismo tiempo, para los usuarios que acceden al manual desde la infografía mediante el código QR, la página de la matriz funciona como confirmación visual de que se encuentran en

el recurso correcto y como mapa de navegación para localizar la ficha que necesitan.

8.3.4 Reorganización interna de las fichas de herramientas

Durante la validación, uno de los participantes identificó la sección "cuándo conviene usarla" como el elemento más útil para la toma de decisiones entre herramientas candidatas, señalando que "lo que más me ayudó a orientarme en cuál elegir es el cuándo conviene usarla. Yo creo que ese es mi orden lógico: como para después de eso, leerla toda, y definirla para ocuparla". Otro participante utilizó esta misma sección para comparar dos herramientas y descartar correctamente la que no correspondía al escenario planteado.

Este hallazgo indica que la sección "cuándo conviene usarla" cumple una función de filtro previo a la lectura completa de la ficha: el usuario llega a una ficha candidata y necesita confirmar rápidamente si esa herramienta es pertinente para su contexto antes de invertir tiempo en leer el protocolo completo de aplicación. En la versión testeada, esta sección se ubicaba en una posición intermedia dentro de la ficha, después de la descripción general y de la sección "para qué sirve".

En la versión ajustada, la sección "cuándo conviene usarla" se reubica como la segunda sección de cada ficha, inmediatamente después de la descripción general ("qué es"). De este modo, el usuario que llega a una ficha desde la matriz puede confirmar en los primeros segundos de lectura si la herramienta es compatible con su contexto, y solo entonces continuar con el resto de la información operativa (qué se necesita, cómo aplicarla paso a paso, qué se obtiene). Esta reorganización no elimina ni modifica contenido, sino que reordena las secciones existentes para alinear la estructura de la ficha con el flujo de decisión observado en los usuarios durante el test.

8.3.5 Coherencia visual con la Capa 1

La versión testeada del manual PDF utilizaba un diseño funcional sin identidad gráfica definida. En la versión ajustada, se aplicó la misma paleta de tonos rojos seleccionada para la Capa 1 a los elementos estructurales del manual: encabezados de sección, títulos de las fichas de herramientas, líneas separadoras y elementos destacados. Las celdas de contenido y el cuerpo de texto mantienen el esquema neutro (fondo blanco, texto negro y gris) que fue valorado positivamente por los participantes por su legibilidad.

Esta coherencia visual cumple dos funciones. En primer lugar, refuerza la percepción del artefacto como un sistema integrado de dos capas y no como dos documentos independientes, lo que facilita la transición entre la infografía y el manual. En segundo

lugar, contribuye a la identidad profesional del recurso, aspecto que los participantes vincularon con la confianza que genera el artefacto: "esta herramienta la hizo alguien que sí conoce sobre el proceso de diseño". Esto puedes verse reflejado en la Figura 11.

H5. Talleres de co-creación / co-diseño

¿Qué es?

Los talleres de co-creación (o co-diseño) son sesiones grupales facilitadas en las que personas usuarias, actores clave y el equipo de diseño trabajan juntos para explorar problemas, generar ideas y priorizar alternativas. Combinan dinámicas de conversación, actividades visuales y trabajo con materiales (post-its, plantillas, mapas) para transformar a los participantes en colaboradores activos del proceso de diseño, y no solo en "informantes".

¿Cuándo conviene usarla?

- Cuando hay diversidad de actores (usuarias, docentes, encargados, etc.) y se desea articular sus perspectivas.
- Cuando el problema es complejo y se necesitan mapas compartidos para ordenarlo.
- Cuando se busca legitimar la definición del problema o la generación de ideas a través de la participación.

¿Para qué sirve? ¿Qué preguntas ayuda a responder?

- Sirve para construir una comprensión compartida del problema, contrastar la formulación que hace el equipo de diseño y generar soluciones desde la experiencia situada de las personas usuarias.
- Permite hacer visibles acuerdos, discrepancias y prioridades entre distintos actores.

En la matriz se utiliza para:

- **Definir--Explorar:** mapear dolores, causas y actores implicados en la situación de diseño.
- **Definir--Comprobar:** contrastar la formulación de problema y la visión inicial del proyecto.
- **Idear--Explorar:** generar y esbozar ideas de solución de forma colaborativa.

Ayuda, por ejemplo, a responder:

- "¿Cómo describen los propios actores el problema y sus causas?"
- "¿Qué soluciones imaginan las personas usuarias y qué consideran factible o deseable?"
- "¿Qué focos son prioritarios cuando se discute el problema en grupo?"

¿Qué se necesita?

- Entre 4 y 8 participantes por sesión es un rango manejable para trabajo colaborativo.
- Un espacio físico o virtual que permita trabajar en grupo (mesas, pizarras, herramientas de colaboración online).
- Materiales: post-its, plumones, hojas A3, plantillas impresas o digitales (mapas, matrices, etc.).
- Un plan de sesión con etapas claras (por ejemplo, apertura, mapeo del problema, generación de ideas, priorización).
- Uno o dos facilitadores que conduzcan las dinámicas y registren resultados.

Cómo aplicarla paso a paso

1. Definir el objetivo del taller

- Delimitar si el foco estará en comprender el problema, en explorar soluciones, o en ambas cosas.
- Formular un propósito claro que se pueda comunicar a las personas invitadas.

2. Diseñar la estructura de la sesión

- Dividir el tiempo en bloques (por ejemplo: 15 min de introducción, 30 min mapeo de problemas, 30 min generación de ideas, 20 min priorización, 10 min cierre).
- Seleccionar dinámicas concretas (mapa de actores, mapa de dolor, lluvia de ideas, matriz impacto--esfuerzo, etc.).

3. Convocar participantes y preparar materiales

- Invitar a personas que representen distintos puntos de vista del sistema (por ejemplo, usuarias finales, personas que operan el servicio, docentes).
- Preparar las plantillas y materiales necesarios para cada dinámica.

4. Facilitar el taller

- Explicar el propósito, las reglas básicas (respeto, tiempo, participación equilibrada) y el uso de materiales.
- Guiar las actividades, manteniendo el foco y respetando los tiempos.
- Promover que todas las voces sean escuchadas, evitando que uno o dos participantes dominen la sesión.

5. Registrar los resultados

- Fotografiar los mapas, matrices y tableros generados.
- Recoger los post-its y plantillas, etiquetándolos por grupo o dinámica.

6. Analizar y sintetizar

- Revisar el material producido y agruparlo en temas, patrones y decisiones clave (por ejemplo, problemas priorizados, ideas más recurrentes).
- Identificar acuerdos y desacuerdos, y documentar las implicancias para el proyecto.

¿Qué se obtiene?

- Mapas visuales del problema, sus causas y actores, contruidos colectivamente.
- Listados de ideas de solución con distintos grados de detalle.
- Decisiones explícitas de priorización (qué se considera más relevante o factible).
- Mayor legitimidad de la definición de problema y de las propuestas, al haber sido elaboradas junto con las personas implicadas.

Referencia base

Sanders, E. B.-N., & Stappers, P. J. (2008). *Co-creation and the new landscapes of design*. *CoDesign*, 4(1), 5–18. Martin, B., & Hanington, B. (2012). *"Universal methods of design"*. Rockport.

Figura 11 – Extracto de Manual de uso de matriz versión refinada (Versión web en Anexo)

9 CONCLUSIONES

9.1 Síntesis general del proyecto

El proyecto se planteó frente a la incertidumbre que enfrentan los estudiantes de Ingeniería en Diseño de Productos al decidir cómo validar sus prototipos, en un contexto curricular que exige evidencias de aprendizaje validado pero carece de una guía unificada para articular variables de diseño, herramientas de validación y criterios de decisión. A partir de este diagnóstico, la memoria desarrolló un proceso de investigación y diseño estructurado bajo el modelo Doble Diamante, que permitió avanzar desde la caracterización del problema hasta la construcción, validación y refinamiento de un recurso académico funcional.

El recorrido metodológico integró un mapa de actores, entrevistas semiestructuradas a estudiantes y docentes, análisis comparativos entre programas oficiales y experiencias reales de taller, así como la síntesis de estos insumos en tipologías de prototipos, necesidades de testeo, etapas del proceso de diseño, tipos de actores y objetivos de validación. Estos marcos conceptuales se consolidaron en una matriz morfológica que sirvió de base para proponer un modelo de solución en dos capas: una infografía de consulta rápida (Capa 1) y un manual PDF de profundización (Capa 2), articulados por un repertorio de trece herramientas de validación

y un conjunto de buenas prácticas para trabajar con personas usuarias.

La solución fue sometida a un test de usabilidad con cinco estudiantes de talleres avanzados, cuyos resultados confirmaron que el artefacto es una herramienta plenamente funcional que cumple su propósito comunicativo central. Los hallazgos del test, todos de naturaleza comunicativa y corregible, fueron incorporados en un ciclo de ajustes de diseño que produjo la versión final del recurso documentada en el capítulo 8. El proyecto completa así el ciclo completo de diseño: investigación, conceptualización, prototipado, validación con usuarios y refinamiento basado en evidencia.

9.2 Cumplimiento de objetivos

En relación con el objetivo general (generar un recurso académico que oriente a los alumnos en la toma de decisiones al abordar instancias de validación), la memoria logra construir, validar y refinar un artefacto pedagógico coherente con el contexto de la carrera y alineado con las necesidades detectadas. El recurso integra elementos gráficos y textuales que explicitan criterios de selección de herramientas, condiciones de uso y consideraciones éticas mínimas, respondiendo de manera directa a la problemática planteada. Los resultados del

test de usabilidad confirman con evidencia empírica que el artefacto permite a los estudiantes identificar herramientas de validación pertinentes y extraer información operativa suficiente para su aplicación autónoma.

Respecto de los objetivos específicos, puede concluirse lo siguiente:

El primer objetivo, identificar actores, usuarios y necesidades, se cumple mediante el desarrollo del mapa de actores, la definición de usuarios primarios y secundarios y el levantamiento de necesidades a través de entrevistas. Estos insumos permiten caracterizar no solo quiénes participan en los procesos de validación, sino también qué brechas perciben y qué tipo de apoyo requieren para tomar decisiones informadas.

El segundo objetivo, analizar y sintetizar la información en tipologías y requerimientos técnicos, se cumple con la construcción de un marco de síntesis que organiza los hallazgos en necesidades de testeo, tipologías de prototipos, etapas del proceso de diseño, perfiles de actores y objetivos de validación. De este análisis se derivan requerimientos técnicos explícitos para el recurso, que luego orientan las decisiones estructurales y de contenido de la solución.

El tercer objetivo, desarrollar un modelo conceptual de solución y explorar configuraciones posibles, se cumple mediante la matriz morfológica, la exploración de combinaciones de formato, nivel de detalle y estructura de contenidos, y la materialización de un modelo de solución de dos capas con una arquitectura que articula la matriz de cruce entre etapas y objetivos, las fichas de herramientas, las buenas prácticas y las referencias.

El cuarto objetivo, validar la propuesta conceptual con expertos y su usabilidad con usuarios primarios, se cumple en su totalidad. La validación con docentes, realizada mediante entrevistas semiestructuradas, confirma la pertinencia conceptual del recurso. La validación funcional con estudiantes, realizada mediante un test de usabilidad moderado con protocolo de think-aloud y cinco participantes, confirma que el artefacto permite la navegación autónoma, la selección informada de herramientas y la extracción de información operativa. Los hallazgos del test fueron incorporados como ajustes de diseño en el capítulo 8, completando el ciclo de validación y refinamiento.

9.3 Resultados de la validación y efectividad del artefacto

Los resultados del test de usabilidad permiten afirmar que el artefacto es una herramienta efectiva para el propósito para el que fue diseñado. En las tareas de complejidad baja a media, la totalidad de los participantes identificó correctamente la herramienta de validación correspondiente al escenario planteado. En la tarea de mayor complejidad, tres de los cinco participantes acertaron, y los dos que erraron lo hicieron por una fricción comunicativa en la señalización de la etapa, no por incomprensión de la estructura del sistema. Todos los participantes verbalizaron espontáneamente la lógica de cruce entre etapas y objetivos, describiendo la interacción como intuitiva y coherente con el proceso de diseño que ya conocen.

La estructura de dos capas opera según lo diseñado: la infografía funciona como mapa de decisión rápida y el manual se activa bajo demanda cuando el usuario necesita profundizar. La transición entre ambas capas fue percibida como natural por la totalidad de los participantes. Las fichas del manual fueron valoradas como claras, completas y de extensión adecuada, y la sección "cuándo conviene usarla" fue identificada como el elemento más útil para la toma de decisiones entre herramientas candidatas, lo que

confirma que el artefacto no solo informa sino que orienta activamente la decisión.

Ninguno de los hallazgos identificados durante la validación corresponde a un problema de la estructura conceptual de la matriz. Todos se explican por fricciones comunicativas que fueron corregidas en el ciclo de ajustes documentado en el capítulo 8. Este resultado respalda la solidez del modelo de cruce entre etapas del proceso de diseño y objetivos de validación como principio organizador del recurso.

9.4 Potencial de intervención en el contexto formativo

Más allá de los resultados funcionales, la validación reveló capacidades del artefacto que exceden las expectativas iniciales del diseño y que sugieren un potencial de intervención significativo en el contexto para el que fue creado.

El hallazgo más relevante en esta dirección es la capacidad del recurso para generar un lenguaje común entre estudiantes y entre estudiantes y docentes. Los participantes señalaron que, si todos los integrantes de un equipo tuvieran acceso a la misma información estructurada, las discusiones metodológicas se volverían más productivas y fundamentadas. Uno de ellos imaginó intercambios del tipo "necesitamos utilizar

esta herramienta porque mira lo que dice acá", y otro indicó que el recurso "podría dar campo de discusiones con el mismo profe". Esta observación posiciona al artefacto no solo como un recurso de consulta individual, sino como un facilitador de conversación metodológica dentro del espacio de taller.

La percepción de las buenas prácticas como base profesional para la validación constituye otro indicador de potencial formativo. Uno de los participantes señaló que preparar adecuadamente una validación "hace que la validación tome como otra base, más profesional" y que los usuarios evaluados "confían más en entregarte respuestas honestas" cuando perciben que el instrumento está bien preparado. Esta observación conecta directamente la adopción del recurso con la calidad de los datos que los estudiantes obtienen de sus validaciones, lo que impacta en la calidad de las decisiones de diseño que toman a partir de esos datos.

La doble capacidad de uso identificada durante el test (autónomo para estudiantes avanzados, mediado por el docente para estudiantes iniciales) amplía el alcance del artefacto más allá del usuario primario definido originalmente. Los participantes sugirieron que en talleres inferiores el recurso podría funcionar como apoyo para los docentes, facilitando la introducción

estructurada de herramientas de validación y contribuyendo a que la validación sea concebida como una práctica iterativa presente a lo largo del proceso de diseño, y no solo como un hito final de evaluación.

Finalmente, la noción de los hitos como puntos de pivoteo para la validación, expresada por uno de los participantes durante las entrevistas iniciales, refuerza la pertinencia de un recurso que permita al estudiante reubicarse rápidamente según el momento del proyecto y la necesidad que enfrenta. El artefacto responde a esta concepción al ofrecer un sistema de navegación que no prescribe un camino único, sino que presenta múltiples opciones organizadas según la etapa y el objetivo, permitiendo que cada estudiante tome decisiones informadas según su contexto particular.

9.5 Aportes al campo del diseño y a la formación en Ingeniería en Diseño de Productos

El principal aporte de esta memoria es la construcción de un marco articulador entre teoría y práctica para la validación de prototipos en contexto formativo. La solución no se limita a listar herramientas, sino que las inserta en un sistema de decisión que integra la etapa del proceso de diseño, el tipo de

necesidad de testeo y el objetivo de validación. De este modo, el recurso propone una lectura estructurada del proceso de validación que puede ser reutilizada y adaptada en diferentes asignaturas de la Línea Taller de Productos.

En términos pedagógicos, el proyecto contribuye a visibilizar la validación como práctica iterativa y no solo como hito final de evaluación; a ofrecer a estudiantes y docentes un lenguaje común para discutir prototipos, evidencias y decisiones de diseño; y a reforzar la dimensión metodológica de la formación, al acercar a los alumnos a herramientas consolidadas y documentadas con la información necesaria para su aplicación autónoma.

La organización matricial del repertorio de herramientas y la estructura en dos capas del recurso constituyen un modelo replicable para otros ámbitos del diseño donde la variedad de metodologías y el tiempo disponible dificultan la toma de decisiones informada. La evidencia empírica obtenida en la validación confirma que este modelo es comprensible, navegable y útil para los usuarios, lo que respalda su potencial de transferencia a otros contextos formativos.

9.6 Limitaciones del estudio

La primera limitación se relaciona con el alcance institucional y muestral. El proyecto se contextualiza en la carrera de Ingeniería en Diseño de Productos de una universidad específica y se nutre de un número acotado de entrevistas y observaciones. La validación funcional se realizó con cinco participantes, lo que cumple con el rango recomendado por Nielsen (1993) para la detección de problemas de usabilidad, pero no permite generalizar los resultados a otros contextos formativos sin instancias de validación adicionales.

En segundo lugar, el recurso ha sido validado en su capacidad comunicativa (navegabilidad, comprensión, extracción de información operativa), pero su impacto real en el desempeño de los estudiantes durante proyectos de taller aún no ha sido medido. Confirmar que el uso del artefacto mejora efectivamente la calidad de las decisiones de validación y de los datos obtenidos requeriría un estudio longitudinal en contexto real de taller, lo que excede el alcance de la presente memoria.

En tercer lugar, el proyecto se enfoca en la dimensión metodológica y no aborda en profundidad aspectos de implementación institucional, tales como la integración formal

del recurso en programas de asignatura, la capacitación docente o la actualización periódica del repertorio de herramientas.

9.7 Proyecciones futuras

Los resultados obtenidos y las observaciones de los participantes abren líneas concretas para la continuidad del proyecto. La primera es la implementación piloto del recurso en un taller de la línea de productos, donde se pueda observar su uso en contexto real y medir su efecto en las decisiones de validación que toman los estudiantes a lo largo de un semestre.

La segunda línea es la ampliación de la cobertura de la matriz, incorporando herramientas de validación adicionales o variantes que respondan a contextos de diseño de servicios, diseño de interfaces o diseño estratégico, lo que permitiría extender el alcance del recurso más allá de la validación de prototipos de productos físicos.

La tercera línea es la exploración de formatos complementarios. Si bien la estructura de infografía impresa más manual PDF demostró ser funcional, la transición hacia un formato digital interactivo (por ejemplo, una aplicación web que permita la navegación directa entre la matriz y las fichas) podría potenciar la experiencia de uso, especialmente en

contextos donde la infografía física no esté disponible.

Finalmente, la incorporación del recurso como material de apoyo en la formación docente podría contribuir a que los profesores de taller dispongan de un marco compartido para introducir, acompañar y evaluar los procesos de validación de sus estudiantes, reforzando la coherencia metodológica a lo largo de la línea curricular.

REFERENCIAS

Alsos, O. A., & Svanæs, D. (2011). Designing for the secondary user experience. En Human-Computer Interaction – INTERACT 2011 (pp. 84–91). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-23768-3_7

Beyer, H., & Holtzblatt, K. (1998). Contextual design: Defining customer-centered systems. Morgan Kaufmann.

Bilton, N. (2015, 5 de febrero). Cristal roto: La historia del fracaso de Google Glass. The New York Times. Recuperado el 7 de septiembre de 2025, de <https://www.nytimes.com/2015/02/05/universals/es/cristal-roto-la-historia-del-fracaso-de-google-glass.html>

Bolger, N., Davis, A., & Rafaeli, E. (2003). Diary methods: Capturing life as it is lived. Annual Review of Psychology, 54, 579–616. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.54.101601.145030>

Brooke, J. (1996). SUS: A “quick and dirty” usability scale. En P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & A. L. McClelland (Eds.), Usability evaluation in industry (pp. 189–194). Taylor & Francis.

Brown, T. (2008). Design thinking. Harvard Business Review, 86(6), 84–92.

Brown, T. (2009). Change by design. HarperBusiness. https://books.google.com/books/about/Change_by_Design.html?hl=&id=GSMBZQEACAAJ

Carroll, J. M. (2000). Making use: Scenario-based design of human-computer interactions. MIT Press.

CB Insights. (s. f.). Why startups fail: Top 12 reasons. Recuperado el 28 de agosto de 2025, de <https://www.cbinsights.com/research/report/startup-failure-reasons-top/>

Departamento de Ingeniería en Diseño, Universidad Técnica Federico Santa María. (2023). Perfil de egreso – Ingeniería en Diseño de Productos. Universidad Técnica Federico Santa María. <https://www.did.usm.cl>

Design Council. (2004). The Double Diamond. Recuperado de <https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/the-double-diamond/>

DiCicco-Bloom, B., & Crabtree, B. F. (2006). The qualitative research interview. Medical Education, 40(4), 314–321. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2006.02418.x>

Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1993). Protocol analysis: Verbal reports as data (Rev. ed.). MIT Press.

Fink, A. (2013). How to conduct surveys: A step-by-step guide (5th ed.). SAGE.

Gill, P., Stewart, K., Treasure, E., & Chadwick, B. (2008). Methods of data collection in qualitative research: Interviews and focus groups. British Dental Journal, 204(6), 291–295. <https://doi.org/10.1038/bdj.2008.192>

Gothelf, J., & Seiden, J. (2013). Lean UX: Designing great products with agile teams. O'Reilly Media.

Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. (2006). How many interviews are enough? Field Methods, 18(1), 59–82. <https://doi.org/10.1177/1525822X05279903>

Houde, S., & Hill, C. (1997). What do prototypes prototype? En M. G. Helander, T. K. Landauer, & P. V. Prabhu (Eds.), Handbook of human-computer interaction (2.^a ed., pp. 367–381). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-044481862-1.50082-0>

Kallio, H., Pietilä, A., Johnson, M., & Kangasniemi, M. (2016). Systematic methodological review: Developing a framework for a qualitative semi-structured

interview guide. *Journal of Advanced Nursing*, 72(12), 2954–2965. <https://doi.org/10.1111/jan.13031>

Krug, S. (2014). *Don't make me think, revisited: A common sense approach to web usability*. Pearson Education.

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *InterViews: Learning the craft of qualitative research interviewing* (2nd ed.). SAGE.

Lazar, J., Feng, J. H., & Hochheiser, H. (2017). *Research methods in human–computer interaction* (2nd ed.). Morgan Kaufmann.

Lewis, J. R. (2018). The system usability scale: Past, present, and future. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 34(7), 577–590. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1455307>

Lewis, J. R., & Sauro, J. (2018). Item benchmarks for the system usability scale. *Journal of Usability Studies*, 13(3), 158–167.

Martin, B., & Hanington, B. (2012). *Universal methods of design: 100 ways to research complex problems, develop innovative ideas, and design effective solutions*. Rockport Publishers.

Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Morgan Kaufmann.

Nielsen, J. (1994). Usability inspection methods. En J. Nielsen & R. L. Mack (Eds.), *Usability inspection methods* (pp. 25–62). John Wiley & Sons.

Nielsen, J. (2000). Why you only need to test with 5 users. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>

Nielsen, J. (2005). Ten usability heuristics for user interface design. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. En *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 249–256). ACM. <https://doi.org/10.1145/97243.97281>

Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things*. Constellation. https://books.google.com/books/about/The_Design_of_Everyday_Things.html?hl=&id=QbfrDQAAQBAJ

Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2015). *Interaction design: Beyond human-computer interaction* (4th ed.). Wiley.

Ries, E. (2011). *The lean startup*. Crown Currency. <https://books.google.com/books/ab>

[out/The Lean Startup.html?hl=&id=R9x-OxDZppCC](https://www.theverge.com/2017/9/1/16243356/juicero-shut-down-lay-off-refund)

Rosson, M. B., & Carroll, J. M. (2002). Usability engineering: Scenario-based development of human-computer interaction. Academic Press.

Rubin, J., & Chisnell, D. (2008). Handbook of usability testing: How to plan, design, and conduct effective tests (2nd ed.). Wiley.

Sanders, E. B.-N., & Stappers, P. J. (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesign*, 4(1), 5–18. <https://doi.org/10.1080/15710880701875068>

Schmettow, M., & Sommer, J. (2016). Linking card sorting to browsing performance—Are congruent municipal websites more efficient to use? *Behaviour & Information Technology*, 35(6), 452–470. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2016.1157207>

Thomke, S. H. (2003). Experimentation matters: Unlocking the potential of new technologies for innovation. Harvard Business Press. https://books.google.com/books/about/Experimentation_Matters.html?hl=&id=Nm-5lwBGhOEC

The Verge. (2017, 1 de septiembre). Juicero, maker of the doomed \$400 internet-connected juicer, is shutting down. The Verge. Recuperado el 28 de agosto de 2025, de <https://www.theverge.com/2017/9/1/16243356/juicero-shut-down-lay-off-refund>

Tversky, B. (2019). Mind in motion: How action shapes thought. Basic Books.

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2012). Product design and development (5th ed.). McGraw-Hill/Irwin.

Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM). (2023). Ingeniería en Diseño de Productos – plan de estudios y asignaturas. USM Admisión. <https://usm.cl/admision/carreras/ingenieria-en-diseno-de-productos/>

Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM). (2023). Ingeniería en Diseño de Productos – folleto informativo. <https://www.did.usm.cl/wp-content/uploads/2023/08/Ingenieria-en-Diseno-de-Productos.pdf>

van Teijlingen, E. R., & Hundley, V. (2002). The importance of pilot studies. *Nursing Standard*, 16(40), 33–36.

Vasileiou, K., Barnett, J., Thorpe, S., & Young, T. (2018). Characterising and justifying sample

size sufficiency in interview-based studies: Systematic analysis of qualitative health research over a 15-year period. BMC Medical Research Methodology, 18(1), 148. <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0594-7>

Wharton, C., Rieman, J., Lewis, C., & Polson, P. (1994). The cognitive walkthrough method: A practitioner's guide. En J. Nielsen & R. L. Mack (Eds.), Usability inspection methods (pp. 105–140). John Wiley & Sons.

Wood, J. R., & Wood, L. E. (2008). Card sorting: Current practices and beyond. Journal of Usability Studies, 4(1), 1–6.

Zwicky, F. (1967). The morphological approach to discovery, invention, research and construction. En F. Zwicky & A. G. Wilson (Eds.), New methods of thought and procedure (pp. 273–297). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-87389-5_14

Anexos

[Capa 2 - Version 1, pre validacion](#)

[Capa 1 \(Infografia\) – Version Final Validada](#)

[Capa 1 \(infografia\) - Version 1 pre validacion](#)

[Capa 2 – Version Final Validada](#)

Anexo B

