Esquemas de página y prototipos de baja fidelidad

Guía interactiva para el Máster Universitario en Experiencia de Usuario y Análisis de Información Digital

Pablo Sánchez-Núñez
Universidad Carlos III de Madrid

26 de noviembre de 2026

Índice

Presentación 1
Usar R en este libro 5
Tema 1. Fundamentos del prototipado de baja fidelidad 9
Tema 2. La investigación como base del concepto creativo 16
Tema 3. Definir el problema de diseño 25
Tema 4. Hitos, objetivos y métricas 31
Tema 5. Flujos de usuario: modelado y representación 39
Tema 6. *Storyboards* en el diseño de interacción 47
Tema 7. Esquemas de página en papel y en pantalla 53
Tema 8. Estados y transiciones en los esquemas 61
Tema 9. Prototipos en papel: técnicas y validación temprana 72
Tema 10. Sesgos cognitivos y patrones engañosos 80
Tema 11. Economía de la atención y bienestar digital 87
Tema 12. Diseño equitativo, inclusivo y accesible 93
Galería interactiva de esquemas 100
Patrones de navegación e interfaz 114
Dos casos completos 125
Análisis de servicios reales 139
Las funciones del libro 141
Guía para el profesorado 143
Glosario 145
Referencias 150
Bibliografía 150

Presentación

ℹ Ficha del libro

- **Autor:** Pablo Sánchez-Núñez
- **ORCID:** https://orcid.org/0000-0001-7845-9506
- **Web del autor:** https://pablosancheznunez.com
- **Afiliación:** Universidad Carlos III de Madrid
- **DOI:** https://doi.org/10.5281/zenodo.24515131
- **Licencia:** CC BY 4.0
- **Versión web interactiva:** https://pablosancheznunez.com/prototipos-baja-fidelidad/
- **Cómo citarlo:** Sánchez-Núñez, P. (2026). *Esquemas de página y prototipos de baja fidelidad: guía interactiva*. Universidad Carlos III de Madrid. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.24515131

> **i** Sobre esta versión en PDF
>
> Esta es la versión para leer e imprimir. El código de R aparece sin ejecutar, las preguntas de autoevaluación se muestran sin corrección automática y las actividades interactivas aparecen en papel, con su solución; los laboratorios solo funcionan en la web. Para ejecutar el código, hacer los ejercicios con corrección y responder a las preguntas, usa la versión web: https://pablosancheznunez.com/prototipos-baja-fidelidad/.

Este libro acompaña a la asignatura **Esquemas de página y prototipos de baja fidelidad** (código 19945, 6 ECTS, primer cuatrimestre) del Máster Universitario en Experiencia de Usuario y Análisis de Información Digital de la Universidad Carlos III de Madrid. Recorre los doce temas del programa oficial: de la investigación que da origen a un concepto hasta el prototipo en papel que se pone delante de personas reales, pasando por los flujos, los *storyboards*, los esquemas de página y los estados de la interfaz.

Es un libro para **diseñar pensando antes de dibujar**. En baja fidelidad se decide qué hace la interfaz, para quién y en qué orden, y se descarta pronto lo que no funciona, cuando cambiarlo todavía es barato. Por eso el libro dedica tres temas a lo que debe estar claro antes del primer boceto, y tres más a las responsabilidades de quien diseña: los sesgos, los patrones engañosos, la economía de la atención y el diseño equitativo y accesible.

Autor: Pablo Sánchez-Núñez, Universidad Carlos III de Madrid
ORCID: 0000-0001-7845-9506
Web: pablosancheznunez.com

DOI: 10.5281/zenodo.24515131.

Objetivos de la asignatura

Al terminar la asignatura deberías ser capaz de:

- Aplicar los conceptos y métodos del prototipado de baja fidelidad en el diseño de interacción.
- Convertir los resultados de la investigación con usuarios en conceptos creativos viables y comprobables.
- Definir problemas de diseño claros e hitos de proyecto medibles.
- Diseñar flujos de usuario coherentes, eficientes y sin barreras.
- Crear esquemas de página (*wireframes*) y *storyboards* en papel y en pantalla.
- Construir prototipos en papel y digitales con estados y transiciones definidos.
- Detectar y evitar sesgos cognitivos, patrones engañosos y daños de la economía de la atención.
- Aplicar criterios de diseño equitativo, inclusivo y accesible.
- Justificar las decisiones de diseño en una memoria con análisis crítico.

Cómo está organizado cada tema

Todos los temas siguen la misma estructura:

1. **Objetivos** del tema y **glosario** con enlaces a las definiciones.
2. **Lectura obligatoria**, con enlace a la fuente, y lecturas complementarias.
3. **Contenidos**, numerados como en el programa.
4. **Práctica**: actividades de diseño y, en algunos temas, un ejercicio corto en R que se ejecuta en el navegador.
5. **Reto evaluable**, una actividad individual para la evaluación continua.
6. **Autoevaluación** con corrección inmediata, que no cuenta para la nota.
7. **Recursos complementarios**.

i ¿Por qué hay R en un libro de prototipado?

Los esquemas y prototipos se dibujan en papel o con herramientas como Figma. R aparece solo donde ayuda a **comprobar y medir**: calcular la tasa de éxito de una prueba con cinco personas, ver en qué paso se pierden los usuarios de un flujo, priorizar los hallazgos de una revisión heurística o comprobar si dos colores se distinguen con daltonismo. No hace falta saber programar: el capítulo Usar R en este libro explica lo imprescindible, y todos los ejercicios tienen pistas y solución.

Mapa del libro

Bloque	Temas	Qué se decide
Antes de dibujar	1, 2, 3, 4	Para qué sirve la baja fidelidad, qué sabemos de las personas usuarias, qué problema resolvemos y cómo sabremos si lo hemos resuelto
Estructura e interacción	5, 6, 7, 8	Por dónde pasa el usuario, en qué contexto, qué ve en cada pantalla y cómo cambia la interfaz
Validación temprana	9	Qué aprendemos poniendo el prototipo delante de personas
Responsabilidad	10, 11, 12	Qué decisiones manipulan, explotan la atención o excluyen, y cómo evitarlas

Relación con la evaluación

La asignatura se evalúa con un **examen final (50 %)**, en el que hay que obtener al menos un 4 sobre 10, y una **evaluación continua (50 %)**: actividades en Aula Global (25 %) y un **proyecto final** en equipo (25 %) con un flujo de usuario, esquemas funcionales, un prototipo navegable de baja fidelidad y una memoria crítica.

- Las **autoevaluaciones** de cada tema no cuentan para la nota: sirven para comprobar lo que has entendido. Están también en Aula Global como banco de preguntas.
- Los **retos evaluables** son actividades individuales de evaluación continua. No tienen solución en el libro.
- El proyecto final integra lo que se trabaja en los retos: los temas 3 a 9 siguen su orden natural.

Esta descripción resume la ficha oficial; en caso de diferencia, prevalece lo que publique la asignatura en Aula Global.

Bibliografía básica de la asignatura

- Buxton, W. (2007). *Sketching user experiences: Getting the design right and the right design*. Elsevier.
- Cooper, A. (2014). *About face: The essentials of interaction design*. Wiley.
- Krug, S. (2006). *Don't make me think!: A common sense approach to web usability*. New Riders.
- Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things*. MIT Press.
- Sharp, H.; Rogers, Y.; Preece, J. (2023). *Interaction design: Beyond human-computer interaction*. Wiley.

Referencias tal como aparecen en la ficha de la asignatura.

Autoría y cómo citar

Libro escrito por Pablo Sánchez-Núñez (Universidad Carlos III de Madrid). Los textos y las figuras se publican con licencia CC BY 4.0 y el código con licencia MIT. El código fuente está en GitHub.

Sánchez-Núñez, P. (2026). *Esquemas de página y prototipos de baja fidelidad: guía interactiva.* Universidad Carlos III de Madrid. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.24515131

DOI de todas las versiones: 10.5281/zenodo.24515131; apunta siempre a la última edición. Cada edición tiene además su propio DOI, que encontrarás en la ficha de Zenodo.

Todos los datos de los ejercicios son **simulados**: no proceden de personas reales.

Usar R en este libro

En algunos temas hay ejercicios cortos de R que se ejecutan **en tu navegador**, sin instalar nada. Este capítulo explica lo imprescindible en quince minutos. Si nunca has programado, no te preocupes: los ejercicios son de completar huecos y todos tienen pista y solución.

ℹ Objetivos

- Ejecutar y modificar código de R en el navegador.
- Guardar valores en objetos y hacer cálculos con vectores.
- Usar funciones del libro para medir decisiones de diseño.

Cómo funcionan las celdas

Cada bloque de código tiene un botón **Run Code**. Puedes cambiar el código y volver a ejecutarlo tantas veces como quieras; **Start Over** recupera la versión original. La primera vez que abres una página, el navegador descarga el motor de R (unos segundos); después queda guardado.

```
2 + 3
participantes <- 5
exitos <- 4
exitos / participantes
```

Con `<-` se guarda un valor en un objeto. Un **vector** reúne varios valores con `c()`, y muchas funciones trabajan con él de una vez:

```
tiempos <- c(32, 41, 38, 45, 120)   # segundos que tardó cada participante en una tarea
mean(tiempos)                        # media
median(tiempos)                      # mediana
length(tiempos)                      # cuántos valores hay
```

La media se dispara por la persona que tardó 120 segundos. Volverás a esto en el Tema 4.

Ejercicio 1

En una prueba, 7 de 9 participantes completaron la tarea de reservar una sala. Calcula la proporción de éxito.

ℹ Ejercicio: completa los huecos _____

```
exitos <- 7
participantes <- ______
exitos / participantes
```

ℹ Pista

Sustituye el hueco por el número total de participantes.

Solución

```
exitos <- 7
participantes <- 9
exitos / participantes
```

Un 78 % aproximadamente. Con tan pocas personas, esa cifra tiene mucha incertidumbre: lo verás en el Tema 4.

Las funciones del libro

Las funciones propias de este libro están en el fichero `funciones_ux.R`. Dentro del libro se cargan con `source("datos/funciones_ux.R")`; para usarlas en tu ordenador, descárgalo (lo explica el Apéndice A). Por ejemplo, `contraste()` calcula la relación de contraste entre dos colores según las WCAG:

```
source("datos/funciones_ux.R")
contraste("#767676", "#ffffff")   # gris sobre blanco
contraste("#999999", "#ffffff")
```

Ejercicio 2

Las WCAG piden un contraste mínimo de 4,5:1 para el texto normal. Completa el código para comprobar si el gris `#999999` sobre blanco lo cumple.

Ejercicio: completa los huecos _____

```
contraste("#999999", "#ffffff") >= _____
```

Pista

Escribe el umbral como número, con punto decimal: `4.5`.

Solución

```
contraste("#999999", "#ffffff") >= 4.5
```

`FALSE`: su contraste es 2,85:1. Ese gris, tan habitual en los textos de ayuda, no es legible para muchas personas.

Ejercicio 3

Las tablas de datos (`data.frame`) tienen filas y columnas. `sesiones_prueba` reúne los resultados simulados de una prueba con prototipos. Completa el código para ver cuántas filas tiene.

Ejercicio: completa los huecos _____

```
head(sesiones_prueba, 3)
_____(sesiones_prueba)
```

Pista

La función que cuenta filas se llama como en inglés *number of rows*: `nrow()`.

Solución

```
head(sesiones_prueba, 3)
nrow(sesiones_prueba)
```

48 filas: 8 participantes × 3 tareas × 2 prototipos.

Lo que necesitas recordar

Para…	Escribe	Ejemplo
Guardar un valor	`<-`	`n <- 5`
Crear un vector	`c()`	`c(32, 41, 38)`
Media, mediana	`mean()`, `median()`	`mean(tiempos)`
Contar elementos o filas	`length()`, `nrow()`	`nrow(sesiones_prueba)`
Ver las primeras filas	`head()`	`head(sesiones_prueba)`
Elegir una columna	`$`	`sesiones_prueba$tiempo_s`
Filtrar filas	`subset()`	`subset(sesiones_prueba, prototipo == "papel")`
Contar por categorías	`table()`	`table(sesiones_prueba$exito)`

Autoevaluación

Responde en el papel y comprueba después con las explicaciones del recuadro. En la versión web estas preguntas se corrigen automáticamente. No cuentan para la nota.

1. En R, `x <- c(2, 4, 6)` crea un vector de tres elementos. *[V / F]*
2. Para quedarte con la columna `tiempo_s` de la tabla `sesiones_prueba` escribes `sesiones_prueba` seguido del símbolo _____
3. ¿Qué función cuenta las filas de una tabla? *[length() / nrow() / sum() / table()]*
4. Los ejercicios de este libro necesitan instalar R en el ordenador. *[V / F]*
5. Con los tiempos 32, 41, 38, 45 y 120 segundos, ¿qué resumen se ve más afectado por el valor extremo? *[La media / La mediana / El número de valores]*

Explicaciones

- `c()` combina valores en un vector; aquí, tres.
- `$` selecciona una columna por su nombre.
- `nrow()` cuenta filas; `length()` cuenta los elementos de un vector.
- R se ejecuta en el navegador mediante webR; instalarlo solo hace falta para trabajar fuera del libro.
- La media (55,2 s) sube mucho por los 120 s; la mediana (41 s) apenas cambia.

Tema 1. Fundamentos del prototipado de baja fidelidad

Objetivos

- Entender qué es un prototipo y qué significa su «fidelidad».
- Distinguir para qué sirve la baja fidelidad y cuándo deja de ser suficiente.
- Situar los esquemas y prototipos de baja fidelidad en el ciclo de diseño centrado en las personas.

Glosario del tema

Prototipo · Fidelidad · Boceto · Esquema de página · Diseño centrado en las personas · Iteración

Descargas

Plantilla de entrega del reto (.qmd) Tema de estilo (.scss) Plantillas para esquemas en papel (PDF)

La plantilla `.qmd` y su tema `.scss` sirven para redactar la entrega de los retos: guárdalos en la misma carpeta. Las plantillas en PDF son marcos de móvil y escritorio con rejilla para imprimir y dibujar encima.

Lectura obligatoria

Rudd, J.; Stern, K.; Isensee, S. (1996). Low vs. high-fidelity prototyping debate. *Interactions*, 3(1), 76-85.

Lecturas complementarias

- Houde y Hill (1997) — El modelo de los tres aspectos que puede explorar un prototipo.
- Lim et al. (2008) — Los prototipos como filtros que dejan ver unas cualidades del diseño y ocultan otras.
- Walker et al. (2002) — Un experimento que compara qué problemas detecta cada tipo de prototipo.

1. Qué es un prototipo

Un **prototipo** es una representación de un diseño que se construye para aprender algo sobre él antes de construirlo de verdad. No es una versión pequeña del producto final: es una pregunta hecha objeto. Un prototipo bien planteado sabe qué quiere averiguar.

Houde y Hill (1997) proponen pensar en **tres aspectos** que un prototipo puede explorar:

Aspecto	Pregunta que responde	Ejemplo
Papel (*role*)	¿Qué hace el producto en la vida de la persona?	Un *storyboard* que muestra cuándo y por qué alguien reserva una sala de estudio
Apariencia y sensación (*look and feel*)	¿Cómo se ve, se oye y se siente al usarlo?	Un esquema en papel que se manipula como si fuera la pantalla
Implementación	¿Es técnicamente posible y cómo funcionaría?	Una prueba de concepto que consulta el catálogo real

La baja fidelidad trabaja sobre todo el **papel** del producto y la **estructura** de la interacción. Deja deliberadamente fuera el aspecto visual definitivo.

2. Qué significa «fidelidad»

La **fidelidad** es el grado en que un prototipo se parece al producto final. No es una sola escala: Lim, Stolterman y Tenenberg (2008) describen los prototipos como **filtros** que muestran unas cualidades del diseño y ocultan otras, y distinguen varias dimensiones que se pueden refinar por separado:

- **Apariencia**: tamaño, color, tipografía, imágenes.
- **Datos**: si el contenido es real o de relleno.
- **Funcionalidad**: qué partes del sistema funcionan.
- **Interactividad**: cómo responde a las acciones de la persona.
- **Estructura espacial**: cómo se organizan los elementos en la pantalla y entre pantallas.

Un esquema de página en escala de grises con textos reales tiene baja fidelidad visual pero alta fidelidad de datos. Esa mezcla es a menudo la mejor elección: con textos de relleno («lorem ipsum») no se puede comprobar si una persona entiende una etiqueta.

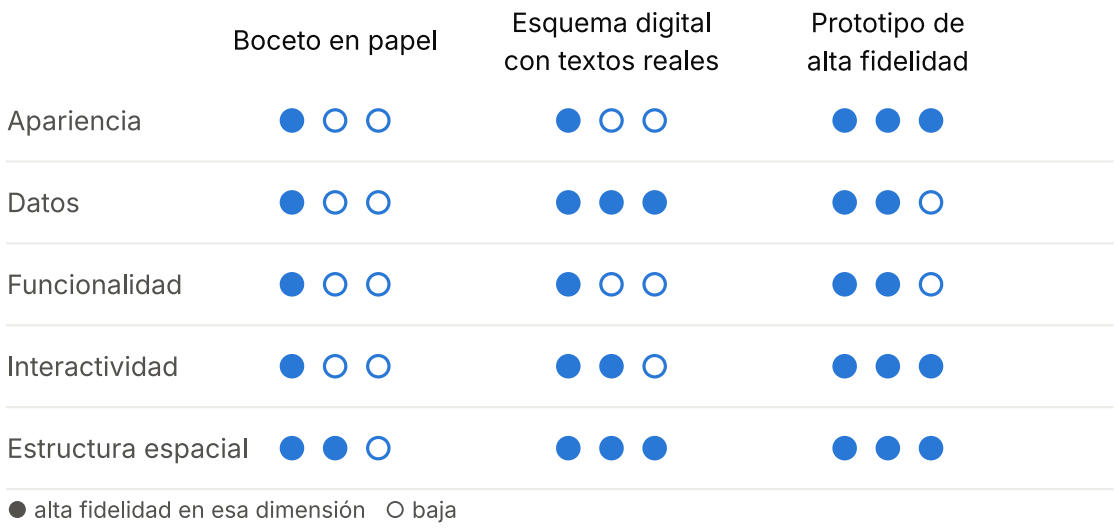


Figura 1: Las cinco dimensiones de fidelidad de Lim et al. (2008) en tres artefactos habituales. La fidelidad no es una sola escala: un esquema puede ser tosco en apariencia y fiel en estructura y datos.

3. Para qué sirve la baja fidelidad

Buxton (2007) distingue entre **bocetar** y **prototipar**. El boceto sirve para explorar y generar alternativas: es rápido, barato, desechable, abundante y ambiguo, y por eso invita a la discusión. El prototipo sirve para comprobar y refinar una idea concreta. Los esquemas y prototipos de baja fidelidad están a medio camino: conservan la rapidez del boceto y ya permiten probar.

Sus ventajas principales son:

- **Coste y velocidad.** Se hacen en minutos y se cambian en segundos. Se pueden explorar varias alternativas en lugar de defender la primera.
- **Atención en lo importante.** Sin colores ni tipografías, la conversación con el equipo y con los usuarios se centra en la estructura, el contenido y el flujo, y no en si el azul es el adecuado.
- **Críticas más sinceras.** Un diseño que parece terminado intimida: la gente opina menos sobre algo que parece costoso de cambiar.
- **Detección temprana de problemas.** Varios estudios han comparado prototipos de baja y alta fidelidad y encontraron que detectan un número similar de problemas de usabilidad [Virzi et al. (1996); Walker et al., 2002).

Y sus límites, que Rudd et al. (1996) resumen en su debate:

- No sirven para evaluar el aspecto visual, la legibilidad final ni los tiempos de respuesta.
- Requieren un **facilitador** que «haga de ordenador», lo que puede introducir sesgos.
- Comunican peor el diseño a quien no participó en él, por ejemplo a la dirección o a un cliente.
- No sirven como especificación para desarrollar: para eso hace falta la alta fidelidad (siguiente asignatura del máster).

4. El lugar de la baja fidelidad en el ciclo de diseño

La norma ISO 9241-210 describe el **diseño centrado en las personas** como un ciclo de cuatro actividades que se repiten: entender el contexto de uso, especificar los requisitos de las personas usuarias, producir soluciones de diseño y evaluarlas. La baja fidelidad es la manera más barata de dar las primeras vueltas a ese ciclo.

Momento	Artefacto típico	Qué se aprende
Exploración	Bocetos, *storyboards*	Qué ideas merece la pena desarrollar
Estructura	Flujos de usuario, esquemas de página	Qué pantallas hacen falta y qué hay en cada una
Validación temprana	Prototipo en papel o digital navegable	Si las personas entienden el flujo y encuentran lo que buscan
Refinamiento	Prototipo de alta fidelidad	Si la solución visual e interactiva funciona

Cada vuelta del ciclo es una **iteración**. La regla práctica es subir la fidelidad solo cuando la pregunta lo exige: no se prueba la tipografía de un flujo que todavía no funciona.

Práctica

Elige una aplicación que uses a diario. Dibuja en papel, en cinco minutos, su pantalla principal **sin mirarla**. Después compárala con la real y anota qué recordabas (la estructura, los elementos esenciales) y qué no (los detalles visuales). Lo que recuerdas es lo que la baja fidelidad debe capturar.

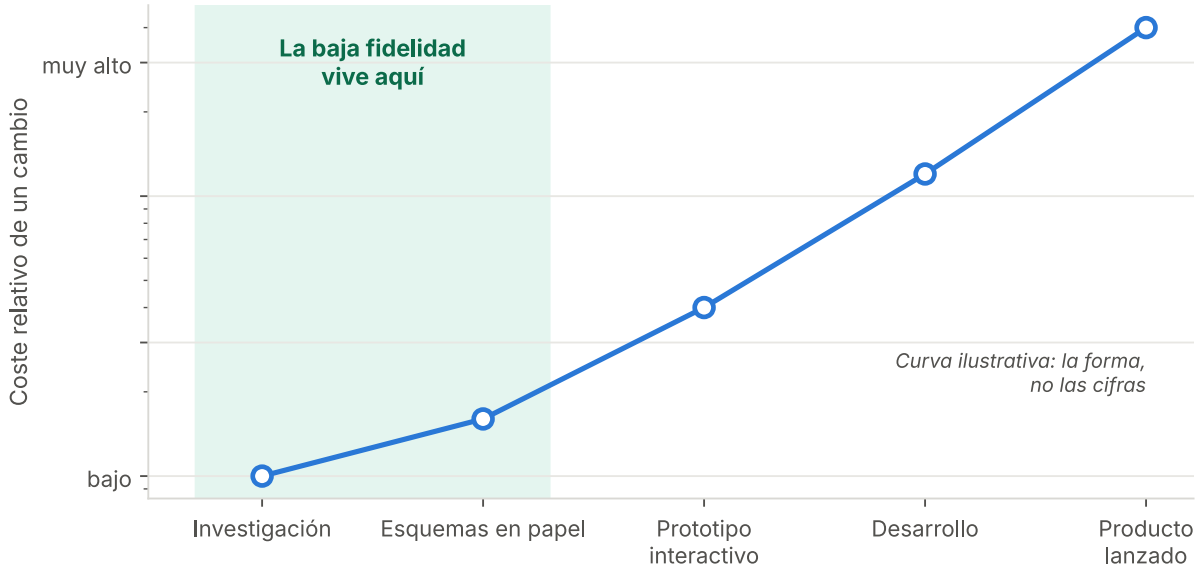


Figura 2: Coste relativo de cambiar una decisión de diseño según la fase. Cuanto antes se detecta un problema, más barato es corregirlo: por eso se prototipa en baja fidelidad.

Caso práctico resuelto

De la idea al primer esquema en 30 minutos

La biblioteca quiere una app, **ReservaSala**, para reservar salas de estudio. Antes de abrir ninguna herramienta:

1. **Bocetar alternativas (10 min):** seis miniaturas de la pantalla principal (lista de salas, mapa, calendario, buscador por hora…). La cantidad importa más que la calidad.
2. **Elegir y combinar (5 min):** la lista por franja horaria es la más rápida para quien ya sabe cuándo quiere estudiar; el mapa ayuda a quien no conoce el edificio. Se combina: lista con un botón «ver en el mapa».
3. **Esquema de baja fidelidad (15 min):** cajas grises, texto real (no *lorem ipsum*) y ningún color. Lo importante es la jerarquía: franja horaria arriba, salas disponibles después, acción principal «Reservar» visible.

Por qué funciona: se exploran varias ideas antes de comprometerse con una, y el esquema se discute por su estructura, no por su estética.

Ejercicios graduados

Básico. Dibuja tres miniaturas distintas de la pantalla de confirmación de una reserva.

Explicaciones

Deben diferenciarse en la estructura (por ejemplo: resumen con botón; tarjeta con código QR; pantalla con opción de añadir al calendario), no solo en detalles. Cada miniatura debe mostrar la información esencial: sala, fecha, hora y cómo cancelar.

Avanzado. Explica, con el enfoque de Buxton, si en este punto del proyecto necesitas un boceto o un prototipo y por qué.

Explicaciones

Al principio, para explorar alternativas, conviene el boceto: rápido, barato y ambiguo. Cuando ya hay una dirección clara y se quiere comprobar si funciona con usuarios, se pasa a un prototipo.

Actividades

Actividad: ¿Baja o alta fidelidad?

Decide si cada prototipo es de baja o de alta fidelidad según sus dimensiones visual, de contenido y de interacción.

Categorías: Baja fidelidad · Alta fidelidad

- Bocetos a lápiz de cinco pantallas, con cajas grises en lugar de imágenes
- Maqueta con la tipografía, los colores y las fotografías definitivos
- Pantallas en papel que una persona cambia a mano cuando el participante «pulsa»
- Prototipo navegable con animaciones y textos reales
- Esquema digital en escala de grises con texto de relleno
- Prototipo que se conecta a datos reales de la biblioteca

Solución

- Bocetos a lápiz de cinco pantallas, con cajas grises en lugar de imágenes → **Baja fidelidad**
- Maqueta con la tipografía, los colores y las fotografías definitivos → **Alta fidelidad**
- Pantallas en papel que una persona cambia a mano cuando el participante «pulsa» → **Baja fidelidad**. Interacción simulada por una persona.
- Prototipo navegable con animaciones y textos reales → **Alta fidelidad**
- Esquema digital en escala de grises con texto de relleno → **Baja fidelidad**
- Prototipo que se conecta a datos reales de la biblioteca → **Alta fidelidad**

Actividad: El ciclo de diseño centrado en las personas (ISO 9241-210)

- Entender y especificar el contexto de uso
- Especificar los requisitos de las personas usuarias
- Evaluar las soluciones con las personas usuarias
- Producir soluciones de diseño

Solución

1. Entender y especificar el contexto de uso
2. Especificar los requisitos de las personas usuarias
3. Producir soluciones de diseño
4. Evaluar las soluciones con las personas usuarias

Actividad: ¿Es buena idea prototipar en baja fidelidad?

Categorías: Sí · No

- Explorar tres estructuras de navegación distintas en una tarde
- Comprobar si el color corporativo transmite confianza
- Detectar si las personas entienden los pasos de un trámite
- Medir el tiempo de carga real de una página
- Alinear al equipo sobre qué pantallas hacen falta
- Validar la legibilidad de una tipografía concreta

Solución

- Explorar tres estructuras de navegación distintas en una tarde → **Sí**
- Comprobar si el color corporativo transmite confianza → **No**. Para eso hace falta fidelidad visual.
- Detectar si las personas entienden los pasos de un trámite → **Sí**
- Medir el tiempo de carga real de una página → **No**
- Alinear al equipo sobre qué pantallas hacen falta → **Sí**
- Validar la legibilidad de una tipografía concreta → **No**

Errores frecuentes

- **Pulir demasiado pronto.** Un esquema bonito invita a opinar sobre colores en lugar de sobre estructura.
- **Enamorarse de la primera idea.** La baja fidelidad sirve para explorar varias, no para decorar una.
- **Confundir fidelidad con calidad.** Un boceto puede ser un prototipo excelente si responde a la pregunta que se quería probar.
- **No decidir qué se quiere aprender** antes de prototipar.

Reto evaluable

Reto del Tema 1 · Tres prototipos, tres preguntas

Elige **una pantalla** de un servicio digital real (por ejemplo, la reserva de un espacio en la biblioteca de tu universidad):

1. Formula **tres preguntas de diseño** distintas sobre esa pantalla, una por cada aspecto de Houde y Hill (papel, apariencia y sensación, implementación).
2. Para cada pregunta, describe o dibuja el prototipo **más barato** que permitiría responderla y su fidelidad en las cinco dimensiones de Lim et al.
3. Justifica cuál harías primero y por qué.

Entrega: un informe hecho con la plantilla de entrega, con las imágenes de tus bocetos. Se evalúa con la rúbrica que incluye la plantilla. Este reto **no tiene solución en el libro**: cada estudiante trabaja con un servicio distinto y la corrección la hace el profesorado.

Autoevaluación

Responde en el papel y comprueba después con las explicaciones del recuadro. En la versión web estas preguntas se corrigen automáticamente. No cuentan para la nota.

1. Un prototipo de baja fidelidad sirve para evaluar si la tipografía elegida es legible. *[V / F]*
2. Según Houde y Hill, un *storyboard* que muestra cuándo y por qué alguien usa un servicio explora sobre todo su *[papel / apariencia y sensación / implementación]*
3. Un esquema en escala de grises con los textos definitivos tiene baja fidelidad visual y alta fidelidad de *[interactividad / datos / funcionalidad / apariencia]*
4. Varios estudios encontraron que los prototipos de baja y alta fidelidad detectan un número similar de problemas de usabilidad. *[V / F]*
5. ¿Cuál de estas características corresponde a un boceto según Buxton?

(a) Preciso y detallado, para especificar el desarrollo (b) Rápido, barato, desechable y ambiguo, para explorar alternativas (c) Interactivo y con datos reales, para medir tiempos

6. Las cuatro actividades del diseño centrado en las personas de la ISO 9241-210 se hacen una sola vez, en orden. *[V / F]*

Explicaciones

- La legibilidad final depende de decisiones visuales que la baja fidelidad deja fuera a propósito.
- El papel es qué hace el producto en la vida de la persona: justo lo que cuenta un *storyboard*.
- Los textos reales dan fidelidad de datos aunque el aspecto sea tosco.
- Es la conclusión de Virzi et al. (1996) y Walker et al. (2002).
- La ambigüedad del boceto invita a discutir y a generar alternativas.
- Es un ciclo: se repite en cada iteración.

Recursos complementarios

Recurso	Para qué sirve
Nielsen Norman Group – UX prototypes: low fidelity vs. high fidelity	Resumen práctico de cuándo usar cada fidelidad
Interaction Design Foundation – Prototyping	Introducción y ejemplos
Ko, A. J. – Design Methods: Prototyping	Capítulo abierto sobre prototipado
ISO 9241-210:2019	Norma de diseño centrado en las personas

Tema 2. La investigación como base del concepto creativo

Objetivos

- Elegir métodos de investigación cualitativos y cuantitativos según la pregunta.
- Planificar entrevistas, encuestas, observación, análisis de la competencia y revisión heurística.
- Convertir los hallazgos en conceptos creativos viables y comprobables.

Glosario del tema

Investigación con usuarios · Método actitudinal · Método comportamental · Evaluación heurística · Severidad · Diagrama de afinidad · Hallazgo · «¿Cómo podríamos…?»

Descargas

Script R del capítulo Plantilla de entrega del reto (.qmd) Tema de estilo (.scss)

Lectura obligatoria

Nielsen, J.; Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. En *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '90)* (pp. 249-256). ACM.

Lecturas complementarias

- Nielsen (1994) — El origen de las diez heurísticas que se usan hoy.
- Rohrer (2022) — El mapa de métodos que usa este tema.
- Sharp et al. (2023) — Capítulos sobre recogida y análisis de datos.

1. Por qué investigar antes de dibujar

Un esquema de página resuelve un problema; si el problema está mal entendido, el mejor esquema no sirve. La investigación con usuarios reduce la incertidumbre sobre **quién** usará el producto, **qué** intenta conseguir, **en qué contexto** y **qué le impide** conseguirlo hoy. No se trata de preguntar a la gente qué quiere, sino de entender lo que hace y por qué.

Rohrer (2022) ordena los métodos en dos ejes que ayudan a elegir:

- **Actitudinal o comportamental**: lo que las personas *dicen* (opiniones, intenciones) frente a lo que *hacen* (conducta observada). Ambas cosas difieren a menudo.
- **Cualitativo o cuantitativo**: entender el *porqué* y el *cómo* con pocas personas, frente a medir el *cuánto* con muchas.



Figura 3: Mapa simplificado de métodos de investigación según Rohrer (2022). La pregunta de investigación decide el cuadrante.

2. Métodos cualitativos

Entrevistas. Conversaciones individuales semiestructuradas, de 30 a 60 minutos, con un guion de temas y no de preguntas cerradas. Funcionan mejor si se pide a la persona que cuente **la última vez** que hizo algo concreto («cuéntame la última vez que buscaste un libro para un trabajo») que si se le pide que generalice. Se evitan las preguntas que sugieren la respuesta («¿verdad que sería útil…?»).

Observación contextual. Se observa a la persona en su entorno real mientras hace la tarea, y se le pregunta sobre la marcha. Revela lo que no se cuenta en una entrevista: atajos, notas en papel, trucos para sortear el sistema.

Grupos de discusión. Útiles para conocer actitudes y vocabulario, pero poco fiables para predecir conducta: la dinámica del grupo influye en lo que se dice.

Con cinco a ocho entrevistas por perfil suelen aparecer los patrones principales. El análisis más habitual es el **diagrama de afinidad**: cada observación se escribe en una nota, y las notas se agrupan por similitud hasta que emergen temas.

3. Métodos cuantitativos

Encuestas. Miden actitudes y características en muchas personas. Exigen preguntas neutras, opciones de respuesta exhaustivas y excluyentes, y una muestra que represente a quien interesa. Una encuesta no explica el porqué: suele combinarse con entrevistas.

Analítica. Los datos de uso de un producto existente (páginas vistas, búsquedas sin resultados, abandono en un formulario) muestran dónde están los problemas, aunque no por qué ocurren.

4. Análisis de la competencia

Consiste en revisar de forma sistemática productos que resuelven el mismo problema, directos (otra aplicación de reservas) o indirectos (cómo se reserva hoy por teléfono o en persona). Se compara con una tabla: tareas que permite, cómo las resuelve, puntos fuertes y débiles. El objetivo no es copiar, sino conocer las convenciones que los usuarios ya esperan (Tema 7) y encontrar huecos.

5. Revisión heurística

Nielsen y Molich (1990) propusieron que varios evaluadores revisen una interfaz con una lista breve de principios, las **heurísticas**, y anoten los problemas. Es un método de **inspección**: no participan usuarios, así que es rápido y barato, pero no sustituye a las pruebas con personas. Sus hallazgos más importantes:

- Un evaluador solo encuentra una parte de los problemas; con **tres a cinco** evaluadores independientes se detecta la mayoría.
- Cada evaluador revisa por separado y después se juntan los resultados.

Cada problema se valora con una escala de **severidad** de 0 a 4: 0, no es un problema; 1, cosmético; 2, menor; 3, importante; 4, catástrofe que hay que resolver antes de lanzar. Las diez heurísticas de Nielsen (1994) son:

N.º	Heurística
1	Visibilidad del estado del sistema
2	Correspondencia entre el sistema y el mundo real
3	Control y libertad del usuario
4	Consistencia y estándares
5	Prevención de errores
6	Reconocer mejor que recordar
7	Flexibilidad y eficiencia de uso
8	Diseño estético y minimalista
9	Ayudar a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores
10	Ayuda y documentación

Laboratorio: tu revisión heurística

> ℹ Laboratorio interactivo
>
> Revisa una interfaz (la de tu proyecto o la de la competencia) heurística por heurística. Anota la severidad de lo que encuentres y una nota breve. El informe se ordena por severidad y puedes descargarlo en Markdown para pegarlo en tu entrega.
>
> Para que la revisión sea fiable, haz que **3 a 5 personas** la hagan por separado y después juntad los hallazgos: una sola persona encuentra alrededor de un tercio de los problemas.
>
> Este laboratorio es interactivo en la versión web: pablosancheznunez.com/prototipos-baja-fidelidad

6. Del hallazgo al concepto creativo

Los datos no diseñan solos. El paso de la investigación al concepto tiene tres momentos:

1. **Hallazgos**: lo que se ha observado, con su evidencia («4 de 6 personas buscaban el horario en la página de contacto»).
2. **Conclusiones** (*insights*): la interpretación que explica el hallazgo («para quien no conoce la biblioteca, el horario es información de contacto»).
3. **Oportunidades**, formuladas como preguntas **«¿Cómo podríamos…?»** («¿cómo podríamos hacer que el horario esté donde la gente lo busca?»). Son lo bastante abiertas para admitir varias soluciones y lo bastante concretas para orientar los bocetos.

Un **concepto creativo** viable responde a una oportunidad con una idea que se puede explicar en una frase y probar con un prototipo de baja fidelidad.

Práctica en R: priorizar los hallazgos de una revisión heurística

Tres evaluadores han revisado una aplicación de biblioteca. La tabla `hallazgos_heuristicos` (datos simulados) recoge cada problema, la heurística afectada y la severidad que le da cada evaluador.

```
source("datos/funciones_ux.R")
hallazgos_heuristicos
```

La función `priorizar_hallazgos()` agrupa por problema, calcula la severidad media y cuántos evaluadores lo detectaron, y ordena:

```
priorizar_hallazgos(hallazgos_heuristicos)
```

Ejercicio 2.1

¿Cuántos problemas tienen prioridad **alta**? Completa el código.

Ejercicio: completa los huecos _____

```
p <- priorizar_hallazgos(hallazgos_heuristicos)
sum(p$prioridad == "_____")
```

Pista

Las categorías son «alta», «media» y «baja», en minúsculas.

Solución

```
p <- priorizar_hallazgos(hallazgos_heuristicos)
sum(p$prioridad == "alta")
```

Dos: el botón «Atrás» que borra el formulario y los mensajes de error genéricos. Son los primeros que hay que resolver en el siguiente esquema.

Ejercicio 2.2

Un problema detectado por un solo evaluador puede ser una opinión personal; uno detectado por todos, casi seguro un problema real. ¿Qué problema detectaron **menos** evaluadores y a la vez tiene la **menor** severidad media? Escribe el código que lo muestra.

Ejercicio: completa los huecos _____

```
p$problema[nrow(_____)]
```

Pista

La tabla está ordenada de mayor a menor severidad: el último es el de la fila número `nrow(p)`.

Solución

```
p$problema[nrow(p)]
```

La tipografía de 12 px en los avisos legales: dos evaluadores, severidad media 1,5. No se ignora (el Tema 12 explica por qué el tamaño de letra importa), pero va al final de la lista.

Laboratorio: ordenación de tarjetas (*card sorting*)

Laboratorio interactivo

La **ordenación de tarjetas** revela cómo agrupan las personas los contenidos, y sirve para diseñar la arquitectura de información. Agrupa estas diez funciones de la aplicación de una biblioteca en los grupos que te parezcan naturales (puedes renombrar los grupos). Después compara tu propuesta con la de **20 participantes simulados**: la matriz muestra qué porcentaje de ellos puso cada par de tarjetas en el mismo grupo.

Fíjate en las tarjetas que dividen a los participantes («Mis listas de lectura», «Pagar una multa»): son las que piden una etiqueta más clara o estar en dos sitios.

Este laboratorio es interactivo en la versión web: pablosancheznunez.com/prototipos-baja-fidelidad

Caso práctico resuelto

De las entrevistas al concepto

Se entrevista a ocho estudiantes sobre cómo buscan sitio para estudiar. Proceso de síntesis:

1. **Transcribir citas** relevantes en notas (una idea por nota): «Voy a la biblioteca y doy vueltas buscando una sala libre», «En época de exámenes no hay nada a partir de las 10».
2. **Mapa de afinidad:** agrupar las notas por temas emergentes: *incertidumbre sobre la disponibilidad*, *picos de demanda*, *trabajo en grupo*.
3. **Insights:** «Los estudiantes pierden tiempo porque no saben qué salas están libres antes de llegar».
4. **Concepto creativo:** «Saber antes de salir de casa dónde vas a estudiar».

El concepto orienta todo el diseño posterior: la información de disponibilidad debe ser lo primero que se ve.

Ejercicios graduados

Básico. Convierte esta observación en un *insight*: «Muchos estudiantes reservan salas y no aparecen».

Explicaciones

Un *insight* explica el porqué: «Los estudiantes reservan por precaución en varias franjas porque temen quedarse sin sala, y no cancelan porque hacerlo es incómodo». Sugiere soluciones (cancelación fácil, recordatorios, liberación automática).

Avanzado. Diseña un guion de entrevista de seis preguntas abiertas para entender cómo estudian en grupo.

Explicaciones

Preguntas abiertas y sobre comportamientos concretos pasados («Cuéntame la última vez que…»), sin sugerir soluciones ni respuestas («¿Te gustaría una app que…?» es una pregunta sesgada).

Actividades

Actividad: Revisión heurística de un formulario

Pulsa sobre las **cinco** zonas que incumplen alguna heurística de Nielsen y comprueba.



1. Cabecera con el menú principal
2. Lista de préstamos con casillas
3. Recuadro de novedades
4. Campo con el texto «Introduce el código»
5. Campo con el texto «AAAAMMDD»
6. Botón «Ejecutar transacción OPAC»
7. Botón «Borrar todo»
8. Mensaje «Error 0x8F2»
9. Enlace de ayuda

Solución

1. Cabecera con el menú principal: no. Es consistente y deja ver dónde estás.
2. Lista de préstamos con casillas: no. Muestra el estado y la fecha de cada préstamo.
3. Recuadro de novedades: no. Puede distraer, pero no impide la tarea.
4. Campo con el texto «Introduce el código»: **sí**. Sin etiqueta visible: el texto desaparece al escribir y no dice qué código es (heurísticas 6 y 10).
5. Campo con el texto «AAAAMMDD»: **sí**. Exige un formato rígido sin ejemplo ni calendario (5, prevención de errores).
6. Botón «Ejecutar transacción OPAC»: **sí**. Jerga del sistema en lugar del lenguaje de la persona: «Renovar» (2).
7. Botón «Borrar todo»: **sí**. Acción destructiva con el mismo peso que la principal y sin confirmación (3 y 5).
8. Mensaje «Error 0x8F2»: **sí**. No explica qué ha pasado ni cómo solucionarlo (9).
9. Enlace de ayuda: no. Existe ayuda accesible (10).

Actividad: ¿Cualitativo o cuantitativo?

Categorías: Cualitativo · Cuantitativo

- Entrevistas en profundidad con ocho estudiantes
- Encuesta a 400 personas usuarias
- Observación contextual en la sala de lectura
- Análisis de los registros de búsqueda del catálogo
- Prueba A/B de dos versiones de un botón
- Estudio de diario durante dos semanas

Solución

- Entrevistas en profundidad con ocho estudiantes → **Cualitativo**
- Encuesta a 400 personas usuarias → **Cuantitativo**
- Observación contextual en la sala de lectura → **Cualitativo**
- Análisis de los registros de búsqueda del catálogo → **Cuantitativo**
- Prueba A/B de dos versiones de un botón → **Cuantitativo**
- Estudio de diario durante dos semanas → **Cualitativo**

Actividad: ¿Qué heurística se incumple?

Categorías: 1 Visibilidad del estado · 2 Mundo real · 3 Control y libertad · 5 Prevención de errores · 6 Reconocer mejor que recordar · 9 Recuperarse de errores

- Al subir un archivo grande no aparece ninguna barra de progreso
- Un icono de disquete significa «Exportar a PDF»
- No hay forma de deshacer el envío de un formulario
- El formulario acepta una fecha de devolución anterior a la de préstamo
- Hay que recordar el código de la sede escrito en la pantalla anterior
- El mensaje dice «Fallo de validación» sin indicar qué campo está mal

Solución

- Al subir un archivo grande no aparece ninguna barra de progreso → **1 Visibilidad del estado**
- Un icono de disquete significa «Exportar a PDF» → **2 Mundo real**
- No hay forma de deshacer el envío de un formulario → **3 Control y libertad**
- El formulario acepta una fecha de devolución anterior a la de préstamo → **5 Prevención de errores**
- Hay que recordar el código de la sede escrito en la pantalla anterior → **6 Reconocer mejor que recordar**
- El mensaje dice «Fallo de validación» sin indicar qué campo está mal → **9 Recuperarse de errores**

Reto evaluable

Reto del Tema 2 · Plan de investigación y revisión heurística

Elige un servicio digital de una biblioteca, un archivo o un museo:

1. Redacta **tres preguntas de investigación** y, para cada una, el método más adecuado según el mapa de Rohrer, justificando el cuadrante.
2. Escribe el **guion de una entrevista** de 30 minutos (máximo diez temas) que evite preguntas sugestivas.
3. Haz una **revisión heurística** del servicio con las diez heurísticas de Nielsen: al menos seis problemas, con captura, heurística y severidad de 0 a 4.
4. Formula **dos preguntas «¿Cómo podríamos…?»** a partir de los problemas más graves.

Entrega: un informe hecho con la plantilla de entrega. Se evalúa con la rúbrica que incluye la plantilla. Este reto **no tiene solución en el libro**: cada estudiante trabaja con un servicio distinto y la corrección la hace el profesorado.

Autoevaluación

Responde en el papel y comprueba después con las explicaciones del recuadro. En la versión web estas preguntas se corrigen automáticamente. No cuentan para la nota.

1. Una encuesta es el mejor método para entender **por qué** las personas abandonan un formulario. *[V / F]*
2. Observar a alguien mientras busca un libro en el catálogo es un método *[actitudinal / comportamental]*
3. En una revisión heurística participan usuarios reales. *[V / F]*

4. Según Nielsen y Molich, ¿cuántos evaluadores independientes conviene emplear para detectar la mayoría de los problemas? *[uno / de tres a cinco / más de veinte]*
5. En la escala de severidad de Nielsen, un problema que hay que resolver antes del lanzamiento recibe un _____
6. ¿Cuál de estas preguntas de entrevista es más adecuada?

(a) ¿Verdad que sería útil reservar salas desde el móvil? (b) ¿Usarías una aplicación de reservas? (c) Cuéntame la última vez que necesitaste una sala de estudio: ¿qué hiciste?

7. «Para quien no conoce la biblioteca, el horario es información de contacto» es un *[hallazgo / insight (conclusión) / concepto creativo]*

Explicaciones

- La encuesta mide cuánto, pero no explica por qué: para eso hacen falta métodos cualitativos o la observación.
- Observar la conducta es comportamental; preguntar opiniones es actitudinal.
- Es un método de inspección: lo hacen evaluadores con experiencia, sin usuarios.
- Un solo evaluador detecta solo una parte; tres a cinco cubren la mayoría.
- 4 es «catástrofe de usabilidad»: imprescindible resolverla.
- Pedir un episodio concreto y reciente da información fiable y evita sugerir la respuesta.
- Es la interpretación que explica lo observado; el hallazgo es el dato con su evidencia.

Recursos complementarios

Recurso	Para qué sirve
Nielsen Norman Group – 10 usability heuristics	Las heurísticas con ejemplos actuales
Nielsen Norman Group – Which UX research methods	El mapa de métodos
Interaction Design Foundation – User research	Introducción a los métodos
Hanington, B.; Martin, B. (2022). *The pocket universal methods of design.* Quarto	Fichas breves de métodos (bibliografía complementaria)

Tema 3. Definir el problema de diseño

Objetivos

- Redactar enunciados del problema basados en necesidades reales.
- Formular hipótesis de diseño que se puedan comprobar.
- Delimitar el alcance del proyecto y construir un punto de partida común para el equipo.

Glosario del tema

Enunciado del problema · Hipótesis de diseño · Alcance · Problema retorcido · Encuadre · *Brief* de diseño

Descargas

Plantilla de entrega del reto (.qmd) Tema de estilo (.scss)

Lectura obligatoria

Dorst, K. (2011). The core of 'design thinking' and its application. *Design Studies*, 32(6), 521-532.

Lecturas complementarias

- Rittel y Webber (1973) — El texto que introdujo los «problemas retorcidos» (*wicked problems*).
- Goodwin (2009) — Capítulos sobre la definición de requisitos y objetivos (bibliografía complementaria de la asignatura).

1. Por qué definir el problema

Los equipos tienden a saltar a la solución: «hagamos una aplicación». Pero una solución solo es buena respecto a un problema, y la mayoría de los proyectos que fracasan resolvieron bien un problema equivocado. Definir el problema es convertir lo aprendido en la investigación (Tema 2) en un enunciado que todo el equipo comparta y que permita decidir qué entra y qué no.

Rittel y Webber (1973) llamaron **problemas retorcidos** (*wicked problems*) a los que no tienen una formulación definitiva: entender el problema y diseñar la solución ocurren a la vez, y cada solución cambia el problema. Muchos problemas de diseño de interacción son así. Por eso el enunciado del problema es **provisional**: se revisa cuando la evidencia lo pide.

2. Encuadrar el problema

Dorst (2011) describe el núcleo del pensamiento de diseño como la creación de **encuadres** (*frames*): maneras nuevas de mirar una situación que abren soluciones que antes no se veían. En lugar de preguntar «¿cómo hacemos más rápida la reserva de salas?», un encuadre distinto pregunta «¿cómo hacemos que la gente sepa qué salas están libres sin tener que reservar?». El encuadre no sale de la nada: nace de entender los valores y las prácticas de las personas implicadas.

3. El enunciado del problema

Un buen enunciado del problema está **centrado en la persona**, describe una **necesidad** (no una función) y se apoya en **evidencia**. Una estructura útil:

> **[Persona usuaria]** necesita **[necesidad]** porque **[conclusión de la investigación]**.

Débil	Mejor
«Los usuarios necesitan una aplicación de reservas.»	«Quien estudia en la biblioteca en época de exámenes necesita saber si encontrará sitio antes de salir de casa, porque llegar y no encontrarlo le hace perder la tarde.»
«Hay que mejorar la web.»	«Quien visita por primera vez la biblioteca necesita encontrar el horario y la ubicación en un solo vistazo, porque lo busca desde el móvil y con prisa.»

El enunciado débil contiene ya una solución y no dice a quién ni por qué. El bueno deja abiertas varias soluciones: una aplicación, un indicador de ocupación en la web o un aviso en las pantallas de la facultad.

4. Hipótesis de diseño

Una **hipótesis de diseño** convierte una idea en algo comprobable. Indica qué creemos, qué resultado esperamos y cómo sabremos si acertamos:

> Creemos que **[cambio o solución]** para **[persona usuaria]** conseguirá **[resultado]**. Sabremos que es así cuando **[señal medible]**.

Por ejemplo: «Creemos que mostrar la ocupación en tiempo real en la portada de la web para quien estudia en época de exámenes reducirá los desplazamientos inútiles. Sabremos que es así cuando, en la prueba con el prototipo, al menos 4 de 5 participantes decidan correctamente si ir o no a la biblioteca en menos de 30 segundos». La señal medible conecta con el Tema 4.

5. Alcance y punto de partida común

El **alcance** dice qué entra en el proyecto y, sobre todo, qué **no** entra. Escribirlo evita que el proyecto crezca sin control y que cada miembro del equipo diseñe para un problema distinto. Una tabla sencilla basta:

Dentro	Fuera
Consultar la ocupación de salas y puestos	Gestión de préstamos
Reserva de salas de trabajo en grupo	Pagos y sanciones
Versión móvil	Aplicación nativa

El **brief de diseño** reúne en una página el enunciado del problema, las personas usuarias, las hipótesis, el alcance, las restricciones (plazos, tecnología, normativa de accesibilidad) y los criterios de éxito. Es el punto de partida común del equipo, y el primer documento del proyecto final de la asignatura.

Práctica

En parejas, cada uno redacta el enunciado del problema a partir de los mismos tres hallazgos de investigación. Comparad los enunciados: ¿proponéis el mismo encuadre? ¿Alguno contiene una solución escondida? Reescribidlos hasta que ninguno la contenga.

Caso práctico resuelto

Formular el problema de diseño

A partir de la investigación:

- **Persona:** Lucía, estudiante de tercer curso que prepara exámenes con dos compañeros.
- **Declaración del problema (POV):** *Lucía necesita saber qué salas estarán libres para su grupo antes de ir a la biblioteca porque pierde hasta media hora buscando sitio en época de exámenes.*
- **Pregunta «¿Cómo podríamos…?» (HMW):** *¿Cómo podríamos ayudar a los grupos a asegurar una sala adecuada sin desplazarse en vano?*

Una buena pregunta HMW no es tan amplia que no oriente («¿cómo mejorar la biblioteca?») ni tan estrecha que imponga la solución («¿cómo hacer una app de reservas?»).

Ejercicios graduados

Básico. Reescribe esta pregunta demasiado estrecha: «¿Cómo podríamos añadir un botón de reserva al mapa?».

Explicaciones

Una versión con el nivel adecuado: «¿Cómo podríamos ayudar a los estudiantes a encontrar y asegurar un sitio para estudiar en el momento que lo necesitan?».

Avanzado. Escribe la declaración del problema para una segunda persona: un doctorando que necesita una sala silenciosa varias horas.

Explicaciones

Estructura: usuario + necesidad + motivo basado en la investigación. Por ejemplo: «Javier necesita una sala silenciosa durante bloques largos porque escribe su tesis y las interrupciones le hacen perder la concentración».

Actividades

Actividad: ¿Está bien formulado el problema?

Categorías: Bien formulado · Mal formulado

- «Los estudiantes de primero no encuentran a tiempo los libros de la bibliografía básica porque el catálogo no los distingue, y llegan a los exámenes sin haberlos consultado.»
- «Necesitamos una aplicación móvil para la biblioteca.»
- «La web es fea.»
- «Las personas mayores abandonan la reserva de cita en el paso del calendario porque no ven qué días están libres.»
- «Hay que añadir inteligencia artificial al buscador.»

Solución

- «Los estudiantes de primero no encuentran a tiempo los libros de la bibliografía básica porque el catálogo no los distingue, y llegan a los exámenes sin haberlos consultado.» → **Bien formulado**. Dice quién, qué le pasa, por qué y qué consecuencia tiene.
- «Necesitamos una aplicación móvil para la biblioteca.» → **Mal formulado**. Es una solución, no un problema.
- «La web es fea.» → **Mal formulado**. Opinión vaga, sin persona ni consecuencia.
- «Las personas mayores abandonan la reserva de cita en el paso del calendario porque no ven qué días están libres.» → **Bien formulado**
- «Hay que añadir inteligencia artificial al buscador.» → **Mal formulado**. Empieza por la tecnología.

Actividad: Del hallazgo a la hipótesis

- Acordar el alcance con el equipo
- Agruparlos y detectar patrones
- Convertirlo en preguntas «¿Cómo podríamos…?»
- Formular hipótesis de diseño comprobables
- Recoger los hallazgos de la investigación
- Redactar el enunciado del problema

Solución

1. Recoger los hallazgos de la investigación
2. Agruparlos y detectar patrones
3. Redactar el enunciado del problema
4. Convertirlo en preguntas «¿Cómo podríamos…?»
5. Formular hipótesis de diseño comprobables
6. Acordar el alcance con el equipo

Actividad: ¿Es una hipótesis comprobable?

Categorías: Comprobable · No comprobable

- «Si mostramos la disponibilidad junto a cada resultado, más del 80 % de los participantes sabrá si puede llevarse el libro sin abrir la ficha.»
- «Un diseño más moderno gustará más.»
- «Si el registro pide solo el correo, la tasa de abandono del formulario bajará del 40 % al 20 %.»
- «La nueva navegación será intuitiva.»

Solución

- «Si mostramos la disponibilidad junto a cada resultado, más del 80 % de los participantes sabrá si puede llevarse el libro sin abrir la ficha.» → **Comprobable**
- «Un diseño más moderno gustará más.» → **No comprobable**. No dice qué cambio, a quién ni cómo se medirá.
- «Si el registro pide solo el correo, la tasa de abandono del formulario bajará del 40 % al 20 %.» → **Comprobable**
- «La nueva navegación será intuitiva.» → **No comprobable**

Errores frecuentes

- **Escribir la solución en el enunciado** («falta un botón de…»).
- **Problemas sin persona** («el sistema es lento» ¿para quién? ¿cuándo?).
- **Hipótesis sin criterio de éxito**: si no sabes qué resultado la refutaría, no es una hipótesis.
- **Saltarse el acuerdo de alcance** y descubrir a mitad del proyecto que cada miembro del equipo resolvía un problema distinto.

Reto evaluable

Reto del Tema 3 · *Brief* de diseño

A partir de la investigación del reto del Tema 2 (o de otro servicio que elijas), elabora el **brief de diseño** de un proyecto:

1. **Dos encuadres** distintos del problema y la justificación del que eliges.
2. El **enunciado del problema** con la estructura persona-necesidad-conclusión, apoyado en al menos un hallazgo.
3. **Tres hipótesis de diseño** con su señal medible.
4. La **tabla de alcance** (dentro y fuera) y las restricciones del proyecto.

Entrega: un informe de dos páginas como máximo hecho con la plantilla de entrega. Se evalúa con la rúbrica que incluye la plantilla. Este reto **no tiene solución en el libro**: cada estudiante trabaja con un proyecto distinto y la corrección la hace el profesorado.

Autoevaluación

Responde en el papel y comprueba después con las explicaciones del recuadro. En la versión web estas preguntas se corrigen automáticamente. No cuentan para la nota.

1. «Los usuarios necesitan una aplicación de reservas» es un buen enunciado del problema. *[V / F]*
2. Los problemas que no tienen una formulación definitiva y cambian con cada solución se llaman problemas *[técnicos / retorcidos (wicked) / domesticados]*
3. Según Dorst, el núcleo del pensamiento de diseño es crear nuevos _____ del problema.
4. Una hipótesis de diseño debe incluir una señal que permita saber si se cumple. *[V / F]*
5. ¿Qué parte del alcance evita con más eficacia que el proyecto crezca sin control?

(a) La lista de lo que entra en el proyecto (b) La lista explícita de lo que no entra (c) El calendario de entregas

6. ¿Qué documento reúne en una página el problema, las personas usuarias, las hipótesis, el alcance y los criterios de éxito? *[El storyboard / El brief de diseño / El flujo de usuario]*

Explicaciones

- Contiene ya una solución y no dice para quién ni por qué.
- Rittel y Webber los llamaron *wicked problems*.
- Encuadrar es mirar la situación de una forma que abre soluciones nuevas.
- Sin señal medible, la hipótesis no se puede comprobar.
- Escribir lo que queda fuera obliga a decidir y evita añadidos sin fin.
- El *brief* es el punto de partida común del equipo.

Recursos complementarios

Recurso	Para qué sirve
Interaction Design Foundation – Problem statements	Cómo redactar el enunciado del problema
Nielsen Norman Group – Using «How might we» questions	Del problema a las oportunidades de diseño
Design Council – Framework for innovation	El doble diamante: divergir y converger en el problema y en la solución

Tema 4. Hitos, objetivos y métricas

Objetivos

- Formular objetivos SMART para un proyecto de diseño.
- Definir hitos verificables.
- Elegir métricas de éxito y calcularlas con muestras pequeñas sin sacar conclusiones exageradas.

Glosario del tema

Objetivo SMART · Hito · Marco HEART · Tasa de éxito · Intervalo de confianza · Media geométrica · SUS

Descargas

Script R del capítulo Plantilla de entrega del reto (.qmd) Tema de estilo (.scss)

Lectura obligatoria

Rodden, K.; Hutchinson, H.; Fu, X. (2010). Measuring the user experience on a large scale: User-centered metrics for web applications. En *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '10)* (pp. 2395-2398). ACM.

Lecturas complementarias

- Bangor et al. (2008) — Cómo interpretar las puntuaciones SUS.
- Doran (1981) — El origen del acrónimo SMART.
- Sauro y Lewis (2016) — La referencia para calcular métricas con muestras pequeñas.

1. Objetivos SMART

Un objetivo vago («que la web sea más fácil de usar») no permite saber si se ha cumplido. El acrónimo **SMART**, propuesto por Doran (1981) para la gestión y adoptado en el diseño, pide que un objetivo sea:

Letra	Criterio	Pregunta de control
S	Específico	¿Qué cambia exactamente y para quién?
M	Medible	¿Con qué dato sabremos que se ha conseguido?
A	Alcanzable	¿Es realista con el tiempo y los recursos del proyecto?
R	Relevante	¿Responde al problema definido en el *brief*?
T	Temporal	¿Para cuándo?

Ejemplo: «Antes del 15 de diciembre, al menos el 80 % de los participantes de la prueba con el prototipo navegable encontrarán el horario de la biblioteca sin ayuda en menos de 20 segundos».

2. Hitos verificables

Un **hito** es un punto del proyecto en el que se puede comprobar que algo está terminado. Se define por su **resultado**, no por la actividad: «flujo principal validado con cinco usuarios» es un hito; «trabajar en el flujo» no lo es. Un calendario de proyecto de baja fidelidad podría ser:

1. *Brief* de diseño aprobado por el equipo (Tema 3).
2. Flujos principal, alternativos y de error documentados (Tema 5).
3. Esquemas de todas las pantallas del flujo principal (Tema 7).
4. Prototipo navegable con estados y transiciones (Tema 8).
5. Prueba con cinco participantes y lista priorizada de cambios (Tema 9).

3. Métricas de éxito: el marco HEART

Rodden, Hutchinson y Fu (2010) propusieron en Google el marco **HEART**, que agrupa las métricas de la experiencia en cinco categorías:

Categoría	Qué mide	Ejemplo
Happiness (satisfacción)	Actitudes	Puntuación SUS, satisfacción declarada
Engagement (implicación)	Intensidad de uso	Reservas por estudiante y mes
Adoption (adopción)	Nuevos usuarios	Estudiantes que hacen su primera reserva
Retention (retención)	Usuarios que vuelven	Porcentaje que repite al mes siguiente
Task success (éxito en la tarea)	Eficacia y eficiencia	Tasa de éxito, tiempo en la tarea, errores

Para elegir, el marco propone un proceso de **objetivos, señales y métricas**: primero el objetivo, después la señal de conducta que indicaría que se cumple y, al final, la métrica que cuantifica esa señal. En baja fidelidad, las categorías útiles son sobre todo el **éxito en la tarea** y la **satisfacción**; las demás exigen un producto en uso.

4. Medir con pocas personas

Las pruebas de prototipos se hacen con pocas personas, a menudo cinco. Con muestras así, una cifra sola engaña: «4 de 5 completaron la tarea» es un 80 %, pero el porcentaje real en la población podría estar bastante más abajo. Sauro y Lewis (2016) recomiendan:

- **Tasa de éxito con intervalo de confianza** de Wald ajustado: indica entre qué valores está probablemente la tasa real.
- **Media geométrica** para los tiempos: con pocas personas y alguna muy lenta, representa mejor el tiempo típico que la media aritmética.
- **SUS** (*System Usability Scale*) para la satisfacción: diez afirmaciones con respuesta de 1 a 5 que dan una puntuación de 0 a 100. No es un porcentaje. Bangor et al. (2008) consideran «aceptable» una puntuación desde 70, «marginal» entre 50 y 70, y «no aceptable» por debajo de 50.

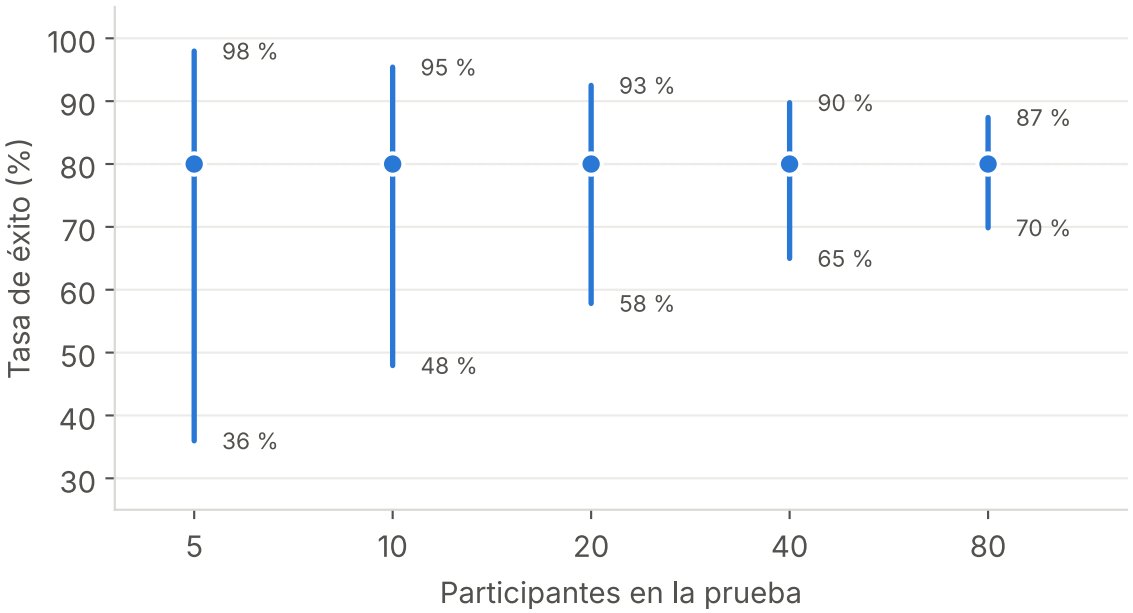


Figura 4: Intervalo de confianza al 95 % de una tasa de éxito del 80 % según el número de participantes (Wald ajustado). Con 5 personas, la tasa real podría estar entre el 36 % y el 98 %.

Práctica en R: medir una prueba pequeña

`tasa_exito()` calcula la tasa con su intervalo; `tiempo_tipico()`, la media geométrica; `puntuacion_sus()`, el SUS de cada participante.

```
source("datos/funciones_ux.R")
tasa_exito(exitos = 4, n = 5)
tiempos <- c(32, 41, 38, 45, 120)
c(media = mean(tiempos), media_geometrica = tiempo_tipico(tiempos))
```

Ejercicio 4.1

En la prueba con el prototipo en papel, 3 de 8 participantes reservaron la sala sin ayuda. Calcula el **límite superior** del intervalo de confianza: ¿es probable que la tasa real llegue al 70 %?

ℹ Ejercicio: completa los huecos _____

```
t <- tasa_exito(exitos = 3, n = ______)
t["superior"]
```

ℹ Pista

n es el número total de participantes.

Solución

```
t <- tasa_exito(exitos = 3, n = 8)
t["superior"]
```

El límite superior es 0,70 (0,696): aun en el mejor caso razonable, la tasa real apenas llegaría al 70 %. Con solo ocho personas ya sabemos lo importante: la tarea necesita cambios antes de seguir.

Ejercicio 4.2

`respuestas_sus` contiene las respuestas de 12 participantes a un prototipo navegable. Calcula la **mediana** de sus puntuaciones SUS.

Ejercicio: completa los huecos _____

```
sus <- puntuacion_sus(respuestas_sus[, -1])   # [, -1] quita la columna del
participante
_____(sus)
```

Pista

La función de la mediana es `median()`.

Solución

```
sus <- puntuacion_sus(respuestas_sus[, -1])
median(sus)
```

75: por encima del umbral de 70 que Bangor et al. consideran aceptable. Con `aceptabilidad_sus(sus)` puedes ver la categoría de cada participante.



Figura 5: El marco HEART (Rodden, Hutchinson y Fu, 2010): cinco categorías para elegir las métricas de una experiencia.

Laboratorio: la escala SUS

Laboratorio interactivo

Responde a los diez ítems de la *System Usability Scale* (Brooke, 1996) como si acabaras de usar el catálogo de tu biblioteca (1 = totalmente en desacuerdo, 5 = totalmente de acuerdo). Fíjate en que los ítems impares son positivos y los pares negativos: por eso se puntúan al revés.

Este laboratorio es interactivo en la versión web: pablosancheznunez.com/prototipos-baja-fidelidad

Laboratorio: cuánto dice una tasa de éxito con pocas personas

Laboratorio interactivo

En una prueba con pocas personas, la tasa de éxito observada es solo una estimación. Mueve los controles y mira cómo cambia el **intervalo de confianza del 95 %** (Wald ajustado, el recomendado para muestras pequeñas).

Este laboratorio es interactivo en la versión web: pablosancheznunez.com/prototipos-baja-fidelidad

Caso práctico resuelto

Métricas con el marco HEART

La biblioteca quiere saber si ReservaSala funciona. Con el marco **HEART** (Google):

Dimensión	Objetivo	Señal	Métrica
Happiness	Que la app guste	Valoración tras reservar	Satisfacción media (1-5)
Engagement	Que se use a menudo	Reservas por usuario	Reservas por estudiante y mes
Adoption	Que la usen estudiantes nuevos	Primera reserva	% de estudiantes que reservan al menos una vez
Retention	Que vuelvan	Reservas en meses sucesivos	% de usuarios activos al mes siguiente
Task success	Que reservar sea fácil	Reservas completadas	Tasa de finalización y tiempo medio de reserva

Además, una métrica propia del problema: **% de reservas no presentadas**, que debería bajar.

Ejercicios graduados

Básico. Define un objetivo, una señal y una métrica de *task success* para la cancelación de reservas.

Explicaciones

Objetivo: cancelar es rápido. Señal: cancelaciones completadas desde la notificación. Métrica: tiempo medio de cancelación y tasa de cancelaciones iniciadas que se completan.

Avanzado. Explica por qué el número total de descargas no es una buena métrica de éxito.

Explicaciones

Es una métrica de vanidad: crece siempre y no dice si la app resuelve el problema. Son mejores las métricas ligadas a objetivos (reservas completadas, no presentados, retención).

Actividades

Actividad: ¿Qué categoría de HEART mide?

Categorías: Felicidad · Implicación · Adopción · Retención · Éxito en la tarea

- Puntuación media en el cuestionario SUS
- Número de búsquedas por persona y semana
- Estudiantes de primero que activan su cuenta en el primer mes
- Porcentaje que vuelve a usar la aplicación al mes siguiente
- Porcentaje que consigue renovar un préstamo sin ayuda
- Tiempo medio para reservar una sala de estudio

Solución

- Puntuación media en el cuestionario SUS → **Felicidad**
- Número de búsquedas por persona y semana → **Implicación**
- Estudiantes de primero que activan su cuenta en el primer mes → **Adopción**
- Porcentaje que vuelve a usar la aplicación al mes siguiente → **Retención**
- Porcentaje que consigue renovar un préstamo sin ayuda → **Éxito en la tarea**
- Tiempo medio para reservar una sala de estudio → **Éxito en la tarea**

Actividad: ¿Es un objetivo SMART?

Categorías: SMART · No SMART

- «Mejorar la experiencia de usuario.»
- «Que el 80 % de las personas participantes renueve un préstamo en menos de un minuto en la prueba de diciembre.»
- «Tener la mejor aplicación de bibliotecas del mundo.»
- «Reducir del 35 % al 20 % el abandono del formulario de registro antes de marzo.»

Solución

- «Mejorar la experiencia de usuario.» → **No SMART**. No es específico ni medible.
- «Que el 80 % de las personas participantes renueve un préstamo en menos de un minuto en la prueba de diciembre.» → **SMART**
- «Tener la mejor aplicación de bibliotecas del mundo.» → **No SMART**
- «Reducir del 35 % al 20 % el abandono del formulario de registro antes de marzo.» → **SMART**

Reto evaluable

Reto del Tema 4 · Plan de hitos y métricas

Para el proyecto de tu *brief* (reto del Tema 3):

1. Reescribe tus objetivos como **tres objetivos SMART** y comprueba cada criterio con la tabla del apartado 1.
2. Define **cinco hitos** verificables con su fecha y su resultado.
3. Aplica el proceso **objetivos-señales-métricas** del marco HEART a dos de tus objetivos.
4. Para una métrica de éxito en la tarea, calcula con `tasa_exito()` el intervalo que obtendrías con 5 y con 15 participantes si el 80 % tuviera éxito, y explica qué implica para tu plan de pruebas.

Entrega: un informe hecho con la plantilla de entrega. Se evalúa con la rúbrica que incluye la plantilla. Este reto **no tiene solución en el libro**: cada estudiante trabaja con un proyecto distinto y la corrección la hace el profesorado.

Autoevaluación

Responde en el papel y comprueba después con las explicaciones del recuadro. En la versión web estas preguntas se corrigen automáticamente. No cuentan para la nota.

1. «Mejorar la usabilidad de la web» es un objetivo SMART. *[V / F]*
2. En el marco HEART, la letra T corresponde a *[tiempo / éxito en la tarea (task success) / tráfico]*
3. «Trabajar en los esquemas» es un hito verificable. *[V / F]*
4. Una puntuación SUS de 75 significa que el 75 % de los participantes está satisfecho. *[V / F]*
5. Según Bangor et al. (2008), una puntuación SUS de 62,5 es *[no aceptable / marginal / aceptable]*
6. Con tiempos de 32, 41, 38, 45 y 120 segundos, ¿qué resumen representa mejor el tiempo típico?

(a) La media aritmética (55 s) (b) La media geométrica (49 s) (c) El máximo (120 s)

7. En el proceso del marco HEART, ¿qué se define primero? *[Los objetivos / Las señales / Las métricas]*

Explicaciones

- No dice qué, para quién, cómo se mide ni para cuándo.
- *Task success*: eficacia y eficiencia en las tareas.
- Un hito se define por un resultado comprobable, no por una actividad.
- El SUS es una puntuación de 0 a 100, no un porcentaje.
- Entre 50 y 70 es «marginal».
- La media geométrica reduce el peso del participante muy lento.
- Objetivos, después señales y, al final, métricas.

Recursos complementarios

Recurso	Para qué sirve
MeasuringU – Calculadoras de Jeff Sauro	Intervalos y comparaciones para muestras pequeñas
Nielsen Norman Group – Success rate: the simplest usability metric	Cómo medir el éxito en la tarea
Usability.gov – System Usability Scale	El cuestionario SUS y su cálculo

Tema 5. Flujos de usuario: modelado y representación

Objetivos

- Modelar las tareas de las personas usuarias antes de diseñar pantallas.
- Representar flujos principales, alternativos y de error con una notación clara.
- Diseñar flujos coherentes, eficientes y sin barreras, y detectar dónde se pierden los usuarios.

Glosario del tema

Flujo de usuario · Análisis de tareas · Mapa de tareas · *Wireflow* · Flujo de error · Callejón sin salida · Embudo

Descargas

Script R del capítulo Plantilla de entrega del reto (.qmd) Tema de estilo (.scss)

Lectura obligatoria

Kalbach, J. (2021). *Mapping experiences: A complete guide to customer alignment through journeys, blueprints, and diagrams* (2.ª ed.). O'Reilly. Capítulos sobre los diagramas de alineamiento y los mapas de tareas.

Lecturas complementarias

- Nielsen Norman Group (s. f.-a) — Diferencia entre el viaje completo y el flujo de una tarea.
- Nielsen Norman Group (s. f.-b) — Flujos dibujados con esquemas de página.
- Nielsen Norman Group (s. f.-c)

1. De la tarea al flujo

Antes de dibujar pantallas hay que entender la **tarea**: qué quiere conseguir la persona y qué pasos sigue. El **análisis de tareas** descompone un objetivo en subtareas y pasos. Por ejemplo, «reservar una sala de trabajo en grupo» se descompone en: elegir fecha y franja, ver salas libres, elegir una, identificarse, confirmar y recibir la confirmación.

Un **flujo de usuario** representa el recorrido por el sistema para completar una tarea: qué ve la persona, qué decide y adónde la lleva cada decisión. No es lo mismo que un **viaje de usuario** (*user journey*), que cubre toda la experiencia, dentro y fuera del producto (enterarse de que existe la sala, desplazarse, usarla), ni que un **mapa de tareas**, que ordena todas las tareas del servicio sin entrar en pantallas.

2. Flujos principal, alternativo y de error

Cada tarea tiene varios caminos:

- **Flujo principal** (o «camino feliz»): el recorrido más directo cuando todo va bien.
- **Flujos alternativos**: caminos válidos distintos (reservar desde el calendario o desde la ficha de la sala; reservar sin haber iniciado sesión).
- **Flujos de error**: qué pasa cuando algo falla (la sala se ocupa mientras se reserva, la sesión caduca, falta un dato).

Los flujos de error son los que más se olvidan y los que más frustran. Un buen flujo de error explica qué ha pasado, conserva lo que la persona ya había hecho y le ofrece un camino para continuar (heurísticas 3, 5 y 9 de Nielsen, Tema 2).

3. Notación

No hay una notación única, pero la más extendida, heredada de los diagramas de flujo, usa:

Forma	Significa
Óvalo	Inicio o fin del flujo
Rectángulo	Pantalla o estado que ve la persona
Rombo	Decisión (de la persona o del sistema)
Flecha	Paso de un punto a otro, con la acción que lo provoca

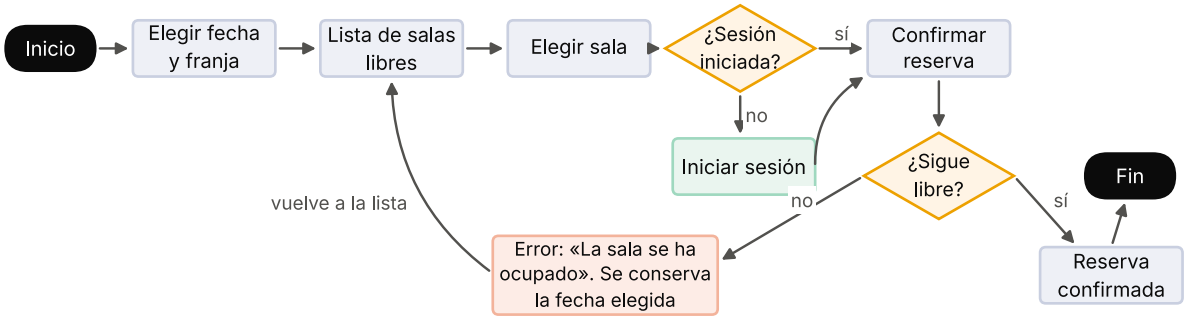


Figura 6: Flujo de reserva de una sala con su camino principal, una alternativa (iniciar sesión) y un flujo de error (la sala se ocupa durante la reserva) que devuelve a la lista sin perder la fecha elegida.

Los ***wireflows*** combinan el flujo con miniaturas de los esquemas de cada pantalla, y son útiles cuando el contenido de la pantalla cambia según la decisión. Se trabajan en los temas 7 y 8.

4. Flujos coherentes, eficientes y sin barreras

Al revisar un flujo conviene comprobar:

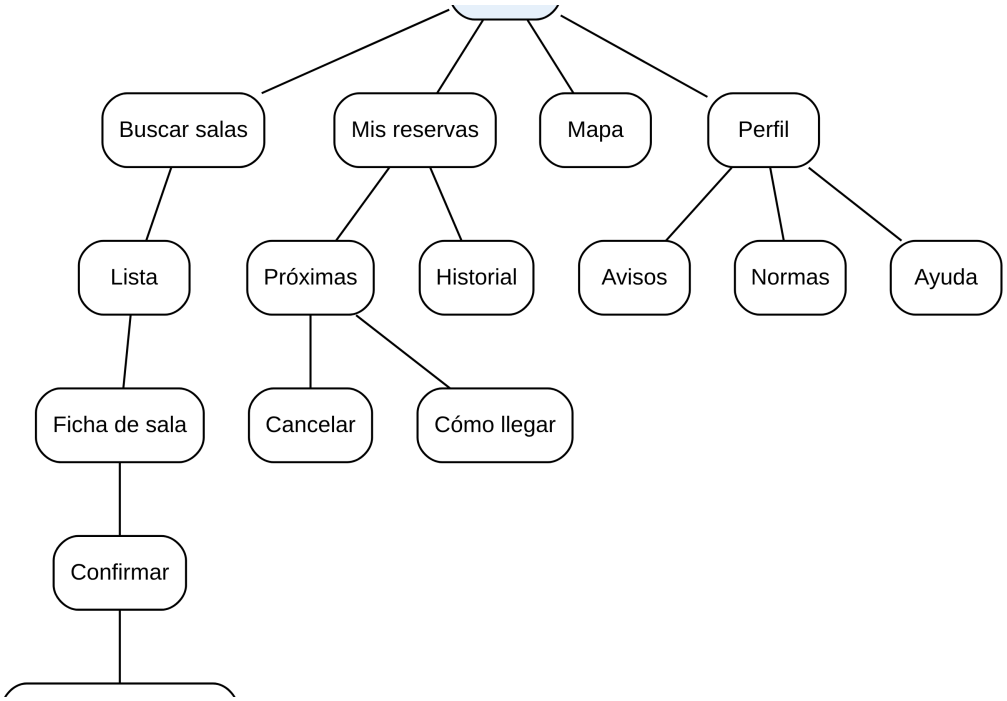
- **Sin callejones sin salida**: desde cualquier punto se puede continuar, volver o salir.
- **Pocos pasos**: cada paso debe aportar algo a la persona, no solo a la organización. Pedir datos que no se necesitan para la tarea añade abandono.
- **Coherencia**: la misma acción produce el mismo resultado en todo el flujo.
- **Sin barreras**: el flujo se puede completar con teclado, con lector de pantalla y sin depender de la memoria (por ejemplo, sin códigos que haya que copiar de otra pantalla); el Tema 12 lo desarrolla.
- **Retroceso seguro**: volver atrás no destruye lo que la persona ya había escrito.

5. ¿Dónde se pierden los usuarios?

Cuando un flujo ya existe, la analítica muestra cuántas personas llegan a cada paso. Ese recorrido se representa como un **embudo**: para cada paso, cuántos continúan respecto al paso anterior y respecto al inicio. El paso con menos continuidad señala dónde hay que mirar primero, aunque no explica por qué: para eso se necesita investigación cualitativa (Tema 2).

6. Del flujo a la arquitectura: el mapa del sitio

El flujo describe **una tarea**; el **mapa del sitio** describe **todo el espacio** por el que se mueven las tareas: qué secciones hay y cómo se agrupan. Se construyen juntos: cada pantalla del flujo tiene que tener un lugar en el mapa, y cada sección del mapa debe servir al menos a una tarea importante.



Mapa del sitio de ReservaSala. Las tareas principales (buscar y reservar) están a un toque de la pantalla de inicio.

Para decidir cómo agrupar las secciones según el modelo mental de las personas, usa la **ordenación de tarjetas** (puedes practicarla en el laboratorio de la galería) y, para comprobar que encuentran las cosas, la **prueba de árbol** del Tema 7.

Regla práctica. Las tareas más frecuentes deberían estar a uno o dos toques del inicio. Si una tarea frecuente queda en el tercer nivel del mapa, revisa la agrupación.

Práctica en R: el embudo de un flujo de registro

`flujo_registro` contiene los usuarios que llegan a cada paso del registro en una aplicación de biblioteca (datos simulados). La función `embudo()` calcula la continuidad:

```
source("datos/funciones_ux.R")
e <- embudo(flujo_registro$paso, flujo_registro$usuarios)
e
```

Ejercicio 5.1

¿En qué paso continúan **menos** personas respecto al paso anterior? Completa el código con la columna adecuada.

i Ejercicio: completa los huecos `_____`

```
e$paso[which.min(e$_____)]
```

i Pista

La columna que compara con el paso anterior se llama `continua`.

Solución

```
e$paso[which.min(e$continua)]
```

«Crear cuenta»: solo continúa el 70 % de quienes llegan a la pantalla de inicio. Es un punto clásico de abandono. Antes de rediseñarlo, conviene averiguar por qué: ¿hace falta una cuenta para lo que la persona quería hacer?

Ejercicio 5.2

¿Qué porcentaje de quienes llegan a la pantalla de inicio termina con la cuenta activa?

Ejercicio: completa los huecos _____

```
e$acumulado[nrow(_____)]
```

Pista

El último paso está en la fila número `nrow(e)`.

Solución

```
e$acumulado[nrow(e)]
```

El 31,7 %: de cada diez personas que empiezan, solo tres terminan el registro. Quitar pasos que no aporten valor a la persona es la primera hipótesis que habría que probar.

Laboratorio: el embudo de un flujo

Laboratorio interactivo

Un **embudo** muestra cuántas personas llegan a cada paso de un flujo. Ajusta las cifras del flujo de reserva de una sala de estudio y localiza el paso donde se pierde más gente: es el primero que conviene rediseñar.

Este laboratorio es interactivo en la versión web: pablosancheznunez.com/prototipos-baja-fidelidad

Caso práctico resuelto

Un flujo de reserva con caminos alternativos

Flujo principal (*happy path*): abrir la app → elegir franja → ver salas libres → elegir sala → confirmar → recibir confirmación.

Caminos alternativos que el esquema debe contemplar:

- **No hay salas libres** en la franja: proponer franjas cercanas o lista de espera.
- **Grupo grande**: filtrar por capacidad antes de mostrar salas.
- **Sesión caducada** al confirmar: volver al paso de confirmación sin perder la selección.
- **Cancelar** desde la confirmación o desde una notificación.

Representarlo con un diagrama de flujo (rectángulos para pantallas, rombos para decisiones) revela pantallas que faltan antes de dibujarlas.

Ejercicios graduados

Básico. Añade al flujo el caso «la sala reservada está ocupada al llegar».

Explicaciones

Nueva rama tras «llegar a la sala»: decisión «¿Está libre?» → no → pantalla «Notificar incidencia» con opción de buscar otra sala disponible ahora y aviso al personal.

Avanzado. Cuenta cuántas pantallas distintas necesita el flujo completo con sus alternativas.

Explicaciones

Aproximadamente: inicio, selección de franja, lista de salas, detalle de sala, confirmación, error de disponibilidad, lista de espera, cancelación e incidencia. Lo importante es que cada decisión del diagrama tenga su pantalla de destino.

Actividades

Actividad: ¿Flujo principal, alternativo o de error?

Categorías: Principal · Alternativo · Error

- Busco un libro, lo encuentro y lo reservo
- Busco un libro, no está disponible y me apunto a la lista de espera
- Al reservar, el sistema avisa de que la sesión ha caducado
- Reservo desde la ficha del libro que me envió un compañero
- Introduzco un número de carné que no existe

Solución

- Busco un libro, lo encuentro y lo reservo → **Principal**
- Busco un libro, no está disponible y me apunto a la lista de espera → **Alternativo**
- Al reservar, el sistema avisa de que la sesión ha caducado → **Error**
- Reservo desde la ficha del libro que me envió un compañero → **Alternativo**. Otro punto de entrada al mismo objetivo.
- Introduzco un número de carné que no existe → **Error**

Actividad: Ordena el flujo principal de «Renovar un préstamo»

- Abrir «Mis préstamos»
- Iniciar sesión
- Pulsar «Renovar»
- Seleccionar el préstamo que vence
- Ver la nueva fecha de devolución

Solución

1. Iniciar sesión
2. Abrir «Mis préstamos»
3. Seleccionar el préstamo que vence
4. Pulsar «Renovar»
5. Ver la nueva fecha de devolución

Actividad: ¿Qué representa cada forma en un diagrama de flujo?

Categorías: Inicio o fin · Pantalla o acción · Decisión · Conector

- Óvalo
- Rectángulo
- Rombo
- Flecha

Solución

- Óvalo → **Inicio o fin**
- Rectángulo → **Pantalla o acción**
- Rombo → **Decisión**
- Flecha → **Conector**

⚠ Errores frecuentes

- **Dibujar solo el camino feliz.** Los flujos de error y alternativos son donde más se pierde la gente.
- **Confundir flujo con mapa del sitio.** El flujo sigue una tarea; el mapa, la estructura.
- **Decisiones sin salida**: cada rombo necesita al menos dos ramas etiquetadas.
- **Pasos que piden lo que el sistema ya sabe** (volver a escribir el correo, el carné…).

Reto evaluable

! Reto del Tema 5 · Flujos de la tarea principal

Para la tarea principal de tu proyecto:

1. Haz el **análisis de la tarea**: objetivo, subtareas y pasos.
2. Dibuja el **flujo principal**, al menos **dos alternativos** y al menos **dos de error**, con la notación del apartado 3.
3. Revisa el flujo con la lista del apartado 4 y documenta los cambios que haces y por qué.
4. Indica qué datos de analítica o de prueba usarías para saber dónde se pierden los usuarios.

Entrega: un informe hecho con la plantilla de entrega con los diagramas (en papel fotografiado o en una herramienta digital). Se evalúa con la rúbrica que incluye la plantilla. Este reto **no tiene solución en el libro**: cada estudiante trabaja con un proyecto distinto y la corrección la hace el profesorado.

Autoevaluación

Responde en el papel y comprueba después con las explicaciones del recuadro. En la versión web estas preguntas se corrigen automáticamente. No cuentan para la nota.

1. Un viaje de usuario y un flujo de usuario son lo mismo. *[V / F]*
2. En un diagrama de flujo, una decisión se representa con un *[óvalo / rectángulo / rombo]*
3. Qué ocurre cuando la sala se ocupa mientras alguien la reserva se documenta en un flujo *[principal / alternativo / de error]*
4. Volver atrás en un formulario no debería borrar lo que la persona ya había escrito. *[V / F]*
5. En el embudo de la práctica, ¿qué porcentaje de quienes llegan a «Crear cuenta» pasa a «Datos personales»? _____ %
6. El embudo indica en qué paso abandonan los usuarios y también por qué lo hacen. *[V / F]*

Explicaciones

- El viaje cubre toda la experiencia, también fuera del producto; el flujo, el recorrido por el sistema en una tarea.
- El rombo es la decisión; el rectángulo, una pantalla; el óvalo, el inicio o el fin.
- Es un fallo que el diseño debe prever.
- Es control y libertad del usuario (heurística 3) y prevención de errores.
- 610 / 840 = 72,6 %.
- El embudo dice dónde, no por qué: para eso hace falta investigación cualitativa.

Recursos complementarios

Recurso	Para qué sirve
Nielsen Norman Group – User journeys vs. user flows	Diferencias entre artefactos

Recurso	Para qué sirve
Nielsen Norman Group – Wireflows	Flujos con esquemas de página
Nielsen Norman Group – Task analysis	Descomponer tareas
Figma Community	Plantillas de diagramas de flujo

Tema 6. *Storyboards* en el diseño de interacción

Objetivos

- Distinguir los *storyboards* narrativos, de interacción y de proceso.
- Usar *storyboards* para representar escenarios, contexto de uso y momentos clave.
- Dibujar *storyboards* eficaces aunque no se sepa dibujar.

Glosario del tema

Storyboard · Escenario · Contexto de uso · Momento clave · Viñeta

Descargas

Plantilla de entrega del reto (.qmd) Tema de estilo (.scss) Plantillas para esquemas y *storyboards* (PDF)

Lectura obligatoria

Truong, K. N.; Hayes, G. R.; Abowd, G. D. (2006). Storyboarding: An empirical determination of best practices and effective guidelines. En *Proceedings of the 6th Conference on Designing Interactive Systems (DIS '06)* (pp. 12-21). ACM.

Lecturas complementarias

- Buxton (2007) — Capítulos sobre los bocetos en secuencia y los guiones visuales.
- Nielsen Norman Group (s. f.-d)

1. Qué es un *storyboard*

Un ***storyboard*** es una secuencia de viñetas que cuenta cómo una persona usa un producto en una situación concreta. Viene del cine y la animación, donde se usa para planificar las escenas antes de rodar. En el diseño de interacción cumple la misma función: imaginar el uso antes de construir nada.

Su fuerza está en mostrar lo que los esquemas de página no muestran: **quién**, **dónde**, **cuándo**, **con qué ánimo** y **por qué** usa alguien el producto. Un esquema enseña una pantalla; un *storyboard* enseña una vida en la que esa pantalla tiene sentido.

2. Tres tipos de *storyboard*

Tipo	Qué cuenta	Cuándo es útil
Narrativo (de escenario)	La situación de la persona, su problema y cómo el producto encaja en su día	Al principio, para comunicar y validar el concepto (papel del producto, Tema 1)
De interacción	La secuencia de pantallas y acciones dentro del producto en una tarea	Al pasar del flujo (Tema 5) a los esquemas (Tema 7)
De proceso	Cómo participan varias personas, canales o sistemas a lo largo del tiempo	En servicios con partes digitales y presenciales, como un préstamo interbibliotecario

Un **escenario** es la historia escrita que sirve de guion: una persona concreta, con un objetivo, en un contexto, que da una serie de pasos. El *storyboard* la convierte en imágenes.

3. Elementos de un buen *storyboard*

Truong, Hayes y Abowd (2006) analizaron *storyboards* de diseñadores profesionales y estudiaron cómo se perciben. Identificaron cinco elementos que hay que decidir:

1. **Nivel de detalle**: basta con lo que la historia necesita; el exceso de detalle distrae de la idea.
2. **Texto**: frases breves que expliquen lo que la imagen no puede, sin repetirla.
3. **Personas y emociones**: mostrar a la persona y cómo se siente (frustración al principio, alivio al final) ayuda a empatizar.
4. **Número de viñetas**: pocas, centradas en los momentos que importan; una historia larga se divide.
5. **Paso del tiempo**: indicarlo cuando es relevante (un reloj, «dos días después»).

4. Contexto y momentos clave

Los *storyboards* son especialmente útiles para representar:

- **El contexto de uso**: el entorno físico y social. No es lo mismo buscar un libro sentado en casa que en el autobús, con una mano y con mala cobertura.
- **El detonante**: qué hace que la persona necesite el producto en ese momento.
- **El momento clave**: el instante en que el producto marca la diferencia. Si el *storyboard* no tiene un momento clave claro, quizá el concepto tampoco lo tenga.
- **El desenlace**: qué ha conseguido la persona y cómo se siente.

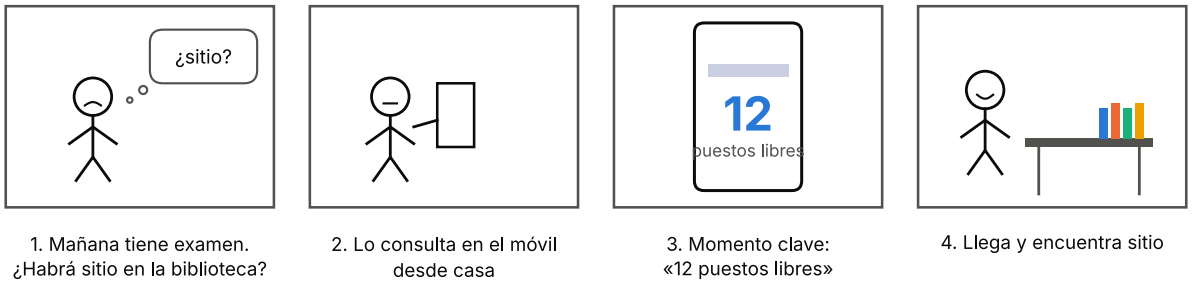


Figura 7: Un *storyboard* narrativo de cuatro viñetas: detonante, búsqueda, momento clave y desenlace. Los dibujos pueden ser tan esquemáticos como estos: lo importante es la historia.

5. No hace falta saber dibujar

Un *storyboard* comunica ideas, no talento artístico. Bastan figuras de palitos, cajas y flechas. Algunos recursos:

- **Personas**: un círculo y unas líneas; la emoción se dibuja con la boca y las cejas.
- **Pantallas**: un rectángulo con los elementos clave, sin detalle.
- **Entornos**: un par de objetos que lo sitúen (una mesa y una estantería son una biblioteca).
- **Encuadres**: alternar planos generales (contexto) y primeros planos (la pantalla o la cara).

Práctica

Escribe en cinco líneas un escenario para el proyecto de tu equipo: persona, situación, detonante, uso del producto y desenlace. Después dibújalo en cuatro viñetas en menos de diez minutos con la plantilla en PDF. Enséñaselo a alguien que no conozca el proyecto y pídele que te cuente la historia: si no la entiende sin tu ayuda, revisa el momento clave.

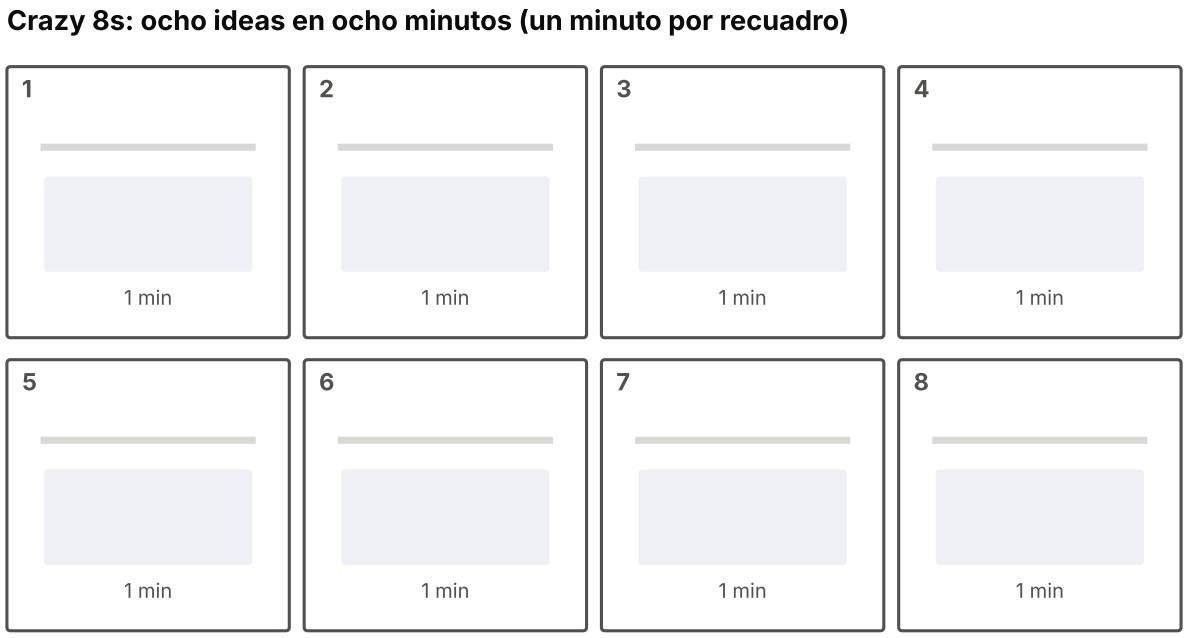


Figura 8: Plantilla de Crazy 8s, una técnica rápida para generar muchas ideas de pantalla antes de elegir una para el *storyboard*.

Caso práctico resuelto

Un *storyboard* de seis viñetas

Para comunicar el concepto a la dirección de la biblioteca:

1. Lucía en casa, agobiada: examen en tres días.
2. Abre ReservaSala y ve las salas libres esta tarde.
3. Reserva una sala para cuatro e invita a sus compañeros.
4. Recibe un recordatorio 30 minutos antes.
5. Llega y la sala está lista; marca su llegada con un código.
6. El grupo estudia; la biblioteca registra menos salas vacías reservadas.

Cada viñeta muestra **contexto**, **acción** y **emoción**. El *storyboard* no detalla la interfaz: cuenta por qué importa.

Ejercicios graduados

Básico. Dibuja un *storyboard* de cuatro viñetas para el caso de un estudiante que no encuentra sala.

Explicaciones

Debe mostrar el problema (la frustración), el momento en que usa la app, la solución propuesta (alternativas o lista de espera) y el resultado emocional.

Avanzado. ¿Qué viñeta del ejemplo podría eliminarse sin perder el mensaje? Justifícalo.

Explicaciones

Por ejemplo, la viñeta 5 si el foco es encontrar sala; pero si el objetivo de la biblioteca es reducir las reservas no presentadas, la confirmación de llegada es esencial. Depende del mensaje.

Actividades

Actividad: Ordena las viñetas de este storyboard

Marta tiene que entregar un trabajo y necesita un libro que está prestado.

- Entrega el trabajo a tiempo
- Lo recoge en el mostrador de autopréstamo
- Marta descubre en el catálogo que el libro está prestado
- Recibe un aviso cuando el libro vuelve a la biblioteca
- Se apunta a la lista de espera desde el móvil

Solución

1. Marta descubre en el catálogo que el libro está prestado
2. Se apunta a la lista de espera desde el móvil
3. Recibe un aviso cuando el libro vuelve a la biblioteca
4. Lo recoge en el mostrador de autopréstamo
5. Entrega el trabajo a tiempo

Actividad: ¿Qué tipo de storyboard es?

Categorías: Contexto y situación · Interacción con la pantalla · Recorrido completo

- Viñetas que muestran dónde está la persona y qué le pasa antes de usar el servicio
- Viñetas que dibujan, pantalla a pantalla, cómo se completa una reserva
- Viñetas que siguen a la persona antes, durante y después de usar el servicio

Solución

- Viñetas que muestran dónde está la persona y qué le pasa antes de usar el servicio → **Contexto y situación**
- Viñetas que dibujan, pantalla a pantalla, cómo se completa una reserva → **Interacción con la pantalla**
- Viñetas que siguen a la persona antes, durante y después de usar el servicio → **Recorrido completo**

Actividad: ¿Sobra o hace falta?

Categorías: Hace falta · Sobra

- Una persona protagonista con un objetivo
- El contexto: dónde está y con qué limitaciones
- Un momento de tensión o dificultad
- Dibujos detallados y sombreados de los personajes
- El desenlace: qué consigue la persona
- La paleta de colores definitiva de la interfaz

Solución

- Una persona protagonista con un objetivo → **Hace falta**
- El contexto: dónde está y con qué limitaciones → **Hace falta**
- Un momento de tensión o dificultad → **Hace falta**
- Dibujos detallados y sombreados de los personajes → **Sobra**. Basta con figuras simples.
- El desenlace: qué consigue la persona → **Hace falta**
- La paleta de colores definitiva de la interfaz → **Sobra**

Reto evaluable

Reto del Tema 6 · Dos *storyboards* del proyecto

Para tu proyecto:

1. Escribe el **escenario** de la tarea principal (máximo 150 palabras).
2. Dibuja un ***storyboard* narrativo** de cuatro a seis viñetas que muestre el contexto, el detonante, el momento clave y el desenlace.
3. Dibuja un ***storyboard* de interacción** del flujo principal (Tema 5).
4. Explica cómo has resuelto los cinco elementos de Truong et al. en cada uno.

Entrega: un informe hecho con la plantilla de entrega con las imágenes de tus *storyboards*. Se evalúa con la rúbrica que incluye la plantilla. Este reto **no tiene solución en el libro**: cada estudiante trabaja con un proyecto distinto y la corrección la hace el profesorado.

Autoevaluación

Responde en el papel y comprueba después con las explicaciones del recuadro. En la versión web estas preguntas se corrigen automáticamente. No cuentan para la nota.

1. Para hacer un buen *storyboard* hace falta saber dibujar bien. *[V / F]*
2. Un *storyboard* que muestra cómo participan la biblioteca de origen, el transporte y la biblioteca de destino en un préstamo interbibliotecario es *[narrativo / de interacción / de proceso]*
3. La historia escrita que sirve de guion a un *storyboard* se llama _____
4. Según Truong et al., mostrar a la persona y sus emociones ayuda a empatizar con la historia. *[V / F]*
5. ¿Qué muestra un *storyboard* que un esquema de página no muestra?

(a) La jerarquía visual de los elementos de la pantalla (b) Quién usa el producto, dónde, cuándo y por qué (c) Los estados de un botón

6. El instante de la historia en el que el producto marca la diferencia es el *[detonante / momento clave / desenlace]*

Explicaciones

- Bastan figuras de palitos: comunica la historia, no el dibujo.
- Varias personas y sistemas a lo largo del tiempo: *storyboard* de proceso.
- El escenario es el guion escrito.
- Es uno de los cinco elementos que identifican.
- El contexto y la motivación; la pantalla la detalla el esquema.
- El detonante crea la necesidad; el momento clave la resuelve.

Recursos complementarios

Recurso	Para qué sirve
Nielsen Norman Group – Storyboards help visualize UX ideas	Pasos y ejemplos
Interaction Design Foundation – Storyboards	Introducción y técnicas

Tema 7. Esquemas de página en papel y en pantalla

Objetivos

- Dibujar esquemas de página a mano y con herramientas digitales.
- Organizar la pantalla con jerarquía visual, rejillas y áreas de contenido.
- Representar la navegación, los formularios y los elementos funcionales.

Glosario del tema

Esquema de página · Jerarquía visual · Rejilla · Medianil · Área de contenido · Convención · Anotación

Descargas

Script R del capítulo Plantillas para esquemas en papel (PDF) Plantilla de entrega del reto (.qmd) Tema de estilo (.scss)

Lectura obligatoria

Garrett, J. J. (2011). *The elements of user experience: User-centered design for the web and beyond* (2.ª ed.). New Riders. Capítulo dedicado al plano del esqueleto (*skeleton plane*): diseño de la interfaz, de la navegación y de la información.

Lecturas complementarias

- Krug (2006) — Por qué las convenciones y la jerarquía visual hacen que una página se entienda de un vistazo.
- Nielsen Norman Group (s. f.-e) — Cómo recorren la vista las páginas con mucho texto.
- Nielsen Norman Group (s. f.-f) — Rejillas de columnas en interfaces.

1. Qué es un esquema de página

Un **esquema de página** (*wireframe*) representa la estructura de una pantalla: qué elementos contiene, dónde están y qué importancia tienen. Deja fuera el estilo visual (color, tipografía definitiva, imágenes) para que la discusión se centre en el contenido y la organización. En el modelo de Garrett (2011), el esquema corresponde al **plano del esqueleto**: el que concreta la estructura antes de llegar a la superficie visual.

Un buen esquema responde a tres preguntas: **qué** hay en la pantalla, **qué es lo más importante** y **qué puede hacer** la persona desde ella.

2. En papel y en pantalla

	En papel	En pantalla (Figma u otra herramienta)
Velocidad	Máxima: segundos por pantalla	Media: requiere colocar elementos
Alternativas	Muchas, fáciles de comparar sobre la mesa	Menos, aunque se duplican fácilmente
Precisión	Baja: proporciones aproximadas	Alta: medidas exactas y rejilla
Colaboración	Presencial, alrededor de la mesa	Remota y en tiempo real
Reutilización	Nula	Componentes reutilizables y prototipo navegable

La práctica habitual es **empezar en papel** para explorar varias alternativas (de tres a cinco por pantalla clave) y pasar a digital la que se elige. Las plantillas en PDF de este tema traen marcos de móvil y escritorio con una rejilla de puntos.

3. Jerarquía visual

La **jerarquía visual** indica qué es más importante. En un esquema se construye sin color, con:

- **Tamaño**: lo más grande se ve primero.
- **Posición**: en las culturas que leen de izquierda a derecha, la parte superior izquierda recibe más atención. En páginas con mucho texto, la mirada suele recorrer un patrón en forma de F.
- **Agrupación y espacio**: los elementos próximos se perciben como relacionados (ley de proximidad de la Gestalt).
- **Contraste de peso**: un bloque relleno destaca frente a uno con solo contorno.

Cada pantalla debería tener **una acción principal** evidente. Si todo destaca, nada destaca.

4. Rejillas y áreas de contenido

Una **rejilla** divide el ancho de la pantalla en columnas separadas por **medianiles** (*gutters*) y con márgenes laterales. Los elementos se alinean con las columnas, lo que da orden y coherencia entre pantallas. Las configuraciones habituales son 12 columnas en escritorio, 8 en tableta y 4 en móvil.

El ancho de cada columna es: (ancho total − 2 × margen − (columnas − 1) × medianil) / columnas.

Las **áreas de contenido** son las zonas que se repiten en todas las pantallas: cabecera, navegación principal, contenido, zona lateral y pie. Se dibujan como cajas con su nombre; el contenido de relleno se indica con líneas (texto) o con una caja cruzada por una X (imagen).

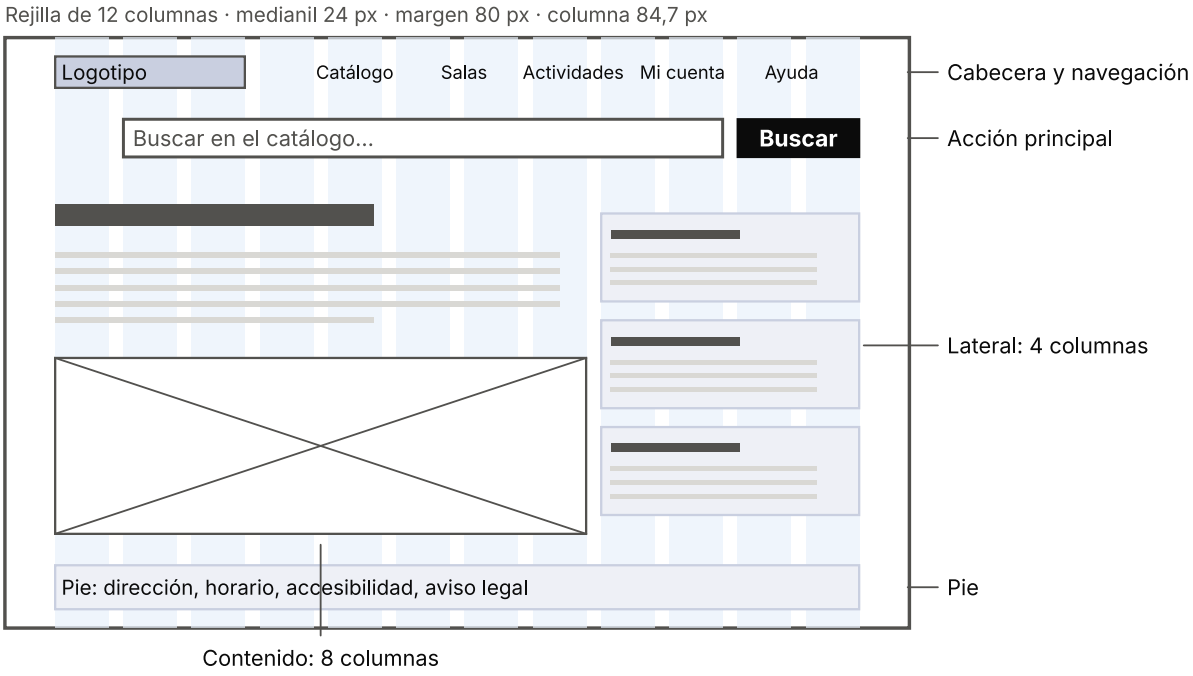


Figura 9: Anatomía de un esquema de página de escritorio sobre una rejilla de 12 columnas: cabecera con navegación, buscador como acción principal, contenido en 8 columnas, lateral en 4 y pie.

5. Navegación, formularios y elementos funcionales

- **Navegación**: menú principal, migas de pan, pestañas, paginación, barra inferior en móvil. Se representan con su etiqueta real: la etiqueta forma parte de la estructura.

- **Formularios**: una etiqueta visible encima de cada campo (no solo como texto de ayuda dentro del campo), campos agrupados por tema, una sola columna y un botón principal claro. Los campos obligatorios se marcan.
- **Elementos funcionales**: botones, enlaces, buscadores, filtros, avisos. Se distinguen entre sí por la forma, no por el color.

Respetar las **convenciones** (el logotipo lleva al inicio, la lupa es buscar, el carrito está arriba a la derecha) reduce el esfuerzo de las personas: usan lo que ya saben de otros sitios.

6. Anotar los esquemas

Un esquema no se explica solo. Las **anotaciones** numeradas al margen explican el comportamiento que no se ve: qué pasa al pulsar, de dónde sale el contenido, qué reglas se aplican, qué ocurre si no hay resultados. Son la base de la documentación que se entregará al equipo de desarrollo en alta fidelidad.

7. Patrones de navegación

No hace falta inventar la navegación: hay **patrones** que la gente ya conoce. Elegir bien depende del número de secciones, de su frecuencia de uso y de la profundidad de la jerarquía.



Figura 1: Pestañas inferiores



Figura 2: Menú lateral

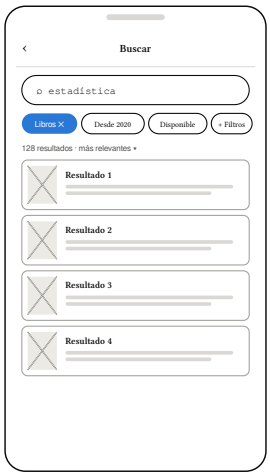


Figura 3: Búsqueda con filtros

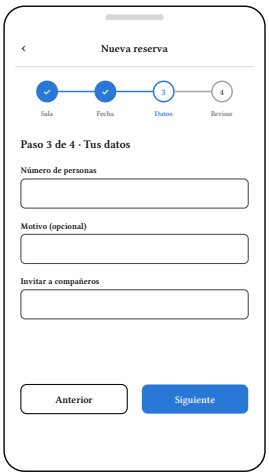


Figura 4: Asistente por pasos

El apéndice de patrones de navegación e interfaz explica ocho patrones con cuándo usarlos, cuándo no y cómo hacerlos accesibles, y ofrece un kit de componentes y plantillas imprimibles.

8. Del móvil al escritorio

Empezar por el móvil (*mobile first*) obliga a priorizar: si algo no cabe, quizá no hacía falta. Al pasar a pantallas grandes, el contenido se **reorganiza**, no se estira:

- Los filtros, que en móvil eran chips o una hoja, pasan a una **columna lateral** siempre visible.
- La lista de una columna se convierte en una **rejilla** de 2 o 3 columnas.
- Las pestañas inferiores pasan a la **navegación superior**.
- La acción principal sigue siendo una sola por elemento.

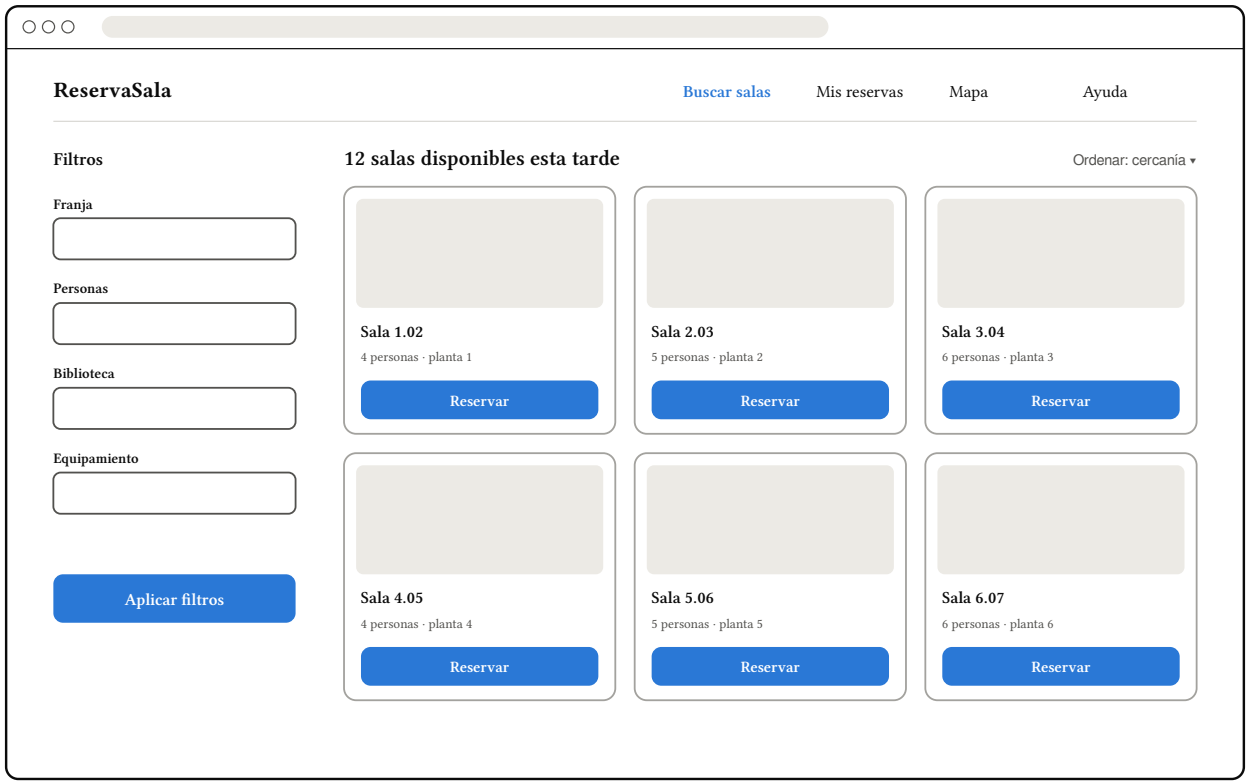


Figura 10: Esquema de escritorio de ReservaSala: navegación superior, filtros en una columna lateral y una rejilla de seis salas con botón de reserva.

Puntos de ruptura. Define los cambios de diseño por el **contenido** (cuándo la lista deja de leerse bien) y no por modelos concretos de teléfono. En la rejilla de escritorio imprimible tienes 12 columnas para bocetar.

Práctica en R: calcular una rejilla

`rejilla()` calcula la posición de cada columna; `ancho_bloque()`, el ancho de un bloque que ocupa varias columnas; y `caracteres_por_linea()`, cuántos caracteres caben en una línea (la longitud cómoda de lectura está entre 45 y 75).

```
source("datos/funciones_ux.R")
r <- rejilla(ancho = 1440, columnas = 12, medianil = 24, margen = 80)
attr(r, "ancho_columna")
ancho_bloque(8)                                  # el contenido de la figura
caracteres_por_linea(ancho_bloque(8), tamano = 18)
```

Ejercicio 7.1

En móvil se usan 4 columnas sobre 375 px, con 16 px de medianil y 16 px de margen. ¿Cuánto mide cada columna?

ℹ Ejercicio: completa los huecos _____

```
r <- rejilla(ancho = 375, columnas = ______, medianil = 16, margen = 16)
attr(r, "ancho_columna")
```

Pista

La rejilla de móvil del enunciado tiene 4 columnas.

Solución

```
r <- rejilla(ancho = 375, columnas = 4, medianil = 16, margen = 16)
attr(r, "ancho_columna")
```

(375 − 32 − 48) / 4 = 73,75 px.

Laboratorio: calcula tu rejilla

Laboratorio interactivo

Ajusta la rejilla y mira cuánto mide cada columna y cuántos caracteres caben por línea si el texto ocupa un número de columnas. Una línea cómoda de lectura tiene entre **45 y 75 caracteres**.

Este laboratorio es interactivo en la versión web: pablosancheznunez.com/prototipos-baja-fidelidad

Laboratorio: prueba de los cinco segundos

Laboratorio interactivo

En una **prueba de los cinco segundos** se enseña una pantalla durante cinco segundos y después se pregunta qué se recuerda. Mide si la jerarquía visual comunica lo esencial. Pulsa **Empezar**, mira la pantalla y responde.

Este laboratorio es interactivo en la versión web: pablosancheznunez.com/prototipos-baja-fidelidad

Laboratorio: prueba de árbol (*tree testing*)

Laboratorio interactivo

La **prueba de árbol** evalúa la arquitectura de información sin diseño visual: solo el menú. Tu tarea: «**Quieres saber hasta cuándo puedes quedarte un libro que tienes en préstamo**». Navega por el menú y pulsa **Lo encontré aquí** cuando creas que has llegado.

En una prueba real se mide con 30 o más personas: **tasa de éxito**, **directividad** (sin volver atrás) y **primer clic**. Si muchas empiezan por «Servicios › Préstamo», quizá la etiqueta engaña o hace falta un enlace también allí.

Este laboratorio es interactivo en la versión web: pablosancheznunez.com/prototipos-baja-fidelidad

Caso práctico resuelto

Esquema de la lista de salas, revisado

Primera versión: una lista con foto grande de cada sala. Problemas detectados en revisión: solo caben dos salas en pantalla y la información clave (hora libre, capacidad) queda abajo.

Segunda versión:

- Cabecera fija con la **franja horaria** seleccionada y un filtro de capacidad.
- Cada sala como fila compacta: **nombre**, **capacidad**, **planta** y **horas libres**, con la acción «Reservar» a la derecha.
- Foto solo en el detalle de la sala.

Resultado: seis salas visibles por pantalla y la comparación es inmediata. Las anotaciones del esquema explican el comportamiento (qué pasa al pulsar, qué se ordena primero).

Ejercicios graduados

Básico. Anota el esquema de la lista con cinco comentarios de comportamiento.

Explicaciones

Ejemplos: orden por disponibilidad más cercana; la fila completa es pulsable; el filtro recuerda la última capacidad; las salas sin disponibilidad se muestran atenuadas al final; tirar hacia abajo actualiza.

Avanzado. Dibuja la versión para escritorio de la misma pantalla aprovechando el ancho.

Explicaciones

Por ejemplo: lista a la izquierda y mapa del edificio a la derecha, sincronizados (al pasar por una sala se resalta en el mapa). La jerarquía debe mantenerse.

Actividades

Actividad: ¿Qué elemento del esquema es?

Categorías: Navegación · Contenido · Llamada a la acción · Formulario · Información del sistema

- Menú principal en la cabecera
- Migas de pan («Inicio › Catálogo › Ficha»)
- Botón «Reservar» destacado
- Campos de nombre y correo
- Aviso «Tu sesión caducará en 2 minutos»
- Resumen y portada del libro

Solución

- Menú principal en la cabecera → **Navegación**
- Migas de pan («Inicio › Catálogo › Ficha») → **Navegación**
- Botón «Reservar» destacado → **Llamada a la acción**
- Campos de nombre y correo → **Formulario**
- Aviso «Tu sesión caducará en 2 minutos» → **Información del sistema**
- Resumen y portada del libro → **Contenido**

Actividad: Ordena por peso visual (del que más debe destacar al que menos) en la ficha de un libro

- Botón «Reservar»
- Datos bibliográficos (autoría, editorial, año)
- Disponibilidad (en estantería o prestado)
- Enlaces a libros relacionados
- Título del libro

Solución

1. Título del libro
2. Botón «Reservar»
3. Disponibilidad (en estantería o prestado)
4. Datos bibliográficos (autoría, editorial, año)
5. Enlaces a libros relacionados

Errores frecuentes

- **Texto de relleno en todo**: el «lorem ipsum» oculta si la jerarquía funciona con contenidos reales; usa textos realistas en títulos y botones.
- **Ignorar la rejilla** y alinear a ojo.
- **No anotar**: un esquema sin notas deja al equipo adivinando qué hace cada elemento.
- **Diseñar solo para escritorio**: empieza por la pantalla más estrecha.

Reto evaluable

! Reto del Tema 7 · Del papel a la pantalla

Para las pantallas del flujo principal de tu proyecto (Tema 5):

1. Dibuja en papel **tres alternativas** de la pantalla más importante y explica cuál eliges y por qué.
2. Pasa a digital **todas las pantallas** del flujo principal en escala de grises, sobre una rejilla que documentes (columnas, medianil, margen).
3. Señala en cada pantalla la **acción principal** y cómo la destaca la jerarquía visual.
4. Añade **anotaciones** numeradas con el comportamiento que no se ve.

Entrega: un informe hecho con la plantilla de entrega con las fotos de los bocetos y el enlace al archivo digital. Se evalúa con la rúbrica que incluye la plantilla. Este reto **no tiene solución en el libro**: cada estudiante trabaja con un proyecto distinto y la corrección la hace el profesorado.

Autoevaluación

Responde en el papel y comprueba después con las explicaciones del recuadro. En la versión web estas preguntas se corrigen automáticamente. No cuentan para la nota.

1. Un esquema de página debe incluir ya los colores definitivos de la marca. *[V / F]*
2. La separación entre columnas de una rejilla se llama _____
3. Una rejilla de 1440 px con 12 columnas, 24 px de medianil y 80 px de margen tiene columnas de unos *[72 px / 84,7 px / 120 px]*
4. En un formulario es preferible que la etiqueta de cada campo esté visible encima del campo y no solo dentro como texto de ayuda. *[V / F]*
5. ¿Qué principio explica que los elementos próximos se perciban como relacionados? *[Proximidad / Cierre / Continuidad]*
6. ¿Para qué sirven las anotaciones de un esquema?

(a) Para indicar los colores y tipografías (b) Para explicar el comportamiento que no se ve en el dibujo (c) Para sustituir la prueba con usuarios

Explicaciones

- El color pertenece a la alta fidelidad; el esquema trabaja la estructura.
- Medianil (*gutter*).
- (1440 − 160 − 264) / 12 = 84,7 px.
- La etiqueta dentro del campo desaparece al escribir y obliga a recordar qué se pedía.
- Ley de proximidad de la Gestalt.
- Explican interacciones, reglas y casos especiales.

Recursos complementarios

Recurso	Para qué sirve
Nielsen Norman Group – Using grids in interface designs	Rejillas en interfaces
Nielsen Norman Group – F-shaped pattern	Patrones de lectura en pantalla
Figma Community	Kits de esquemas de página
Interaction Design Foundation – Wireframes	Introducción y ejemplos

Tema 8. Estados y transiciones en los esquemas

Objetivos

- Identificar los estados de los componentes y de las pantallas.
- Representar transiciones y enlaces entre pantallas.
- Construir esquemas digitales navegables con estados definidos.

Glosario del tema

Estado · Transición · Diagrama de estados · Estado vacío · Foco · Prototipo navegable

Descargas

Plantilla de entrega del reto (.qmd) Tema de estilo (.scss)

Lectura obligatoria

Harel, D. (1987). Statecharts: A visual formalism for complex systems. *Science of Computer Programming*, 8(3), 231-274. Lee la introducción y los primeros ejemplos: son el origen de la notación de estados que se usa hoy en diseño de interacción.

Lecturas complementarias

- Cooper (2014) — Capítulos sobre el comportamiento de los controles y la retroalimentación.
- Nielsen Norman Group (s. f.-g) — Representar estados y transiciones con esquemas.

1. Una pantalla no es una imagen fija

Un esquema dibuja una pantalla en un instante, pero la interfaz cambia: un botón se pulsa, una lista se carga, un formulario muestra un error. Cada situación distinta es un **estado**, y el paso de uno a otro es una **transición**. Diseñar solo el estado ideal (la pantalla llena de datos perfectos) deja sin resolver la mayor parte de lo que vivirá la persona.

2. Estados de los componentes

Los controles interactivos tienen estados que hay que diseñar y distinguir:

Estado	Cuándo ocurre	Qué debe comunicar
Reposo	Por defecto	Que se puede usar
Hover	El puntero está encima (no existe en pantallas táctiles)	Que responde a la acción
Foco	Se ha llegado con el teclado (tabulador)	Dónde está el usuario: **imprescindible** para la accesibilidad
Pulsado o activo	Mientras se pulsa	Que la acción se ha recibido
Seleccionado	En casillas, pestañas, filtros	Qué opción está elegida
Desactivado	La acción no está disponible	Que no se puede usar, y a ser posible por qué
Cargando	La acción está en curso	Que hay que esperar

En baja fidelidad no se diseña el aspecto final de cada estado, pero sí se decide **qué estados existen** y se indican con anotaciones o con variantes simples (contorno grueso para el foco, trama para el desactivado).

3. Estados de las pantallas

Una pantalla que muestra datos tiene, como mínimo, estos estados:

- **Vacío**: todavía no hay contenido (primera visita, búsqueda sin resultados). Es una oportunidad para orientar: qué hacer a continuación.
- **Cargando**: el contenido está llegando. Si tarda, conviene mostrar su estructura.
- **Parcial**: hay poco contenido, que puede verse descompensado.
- **Error**: algo ha fallado. Hay que explicar qué y cómo seguir.
- **Ideal**: el contenido esperado.

La misma pantalla de ReservaSala, la lista de salas, en sus cinco estados:

Ideal

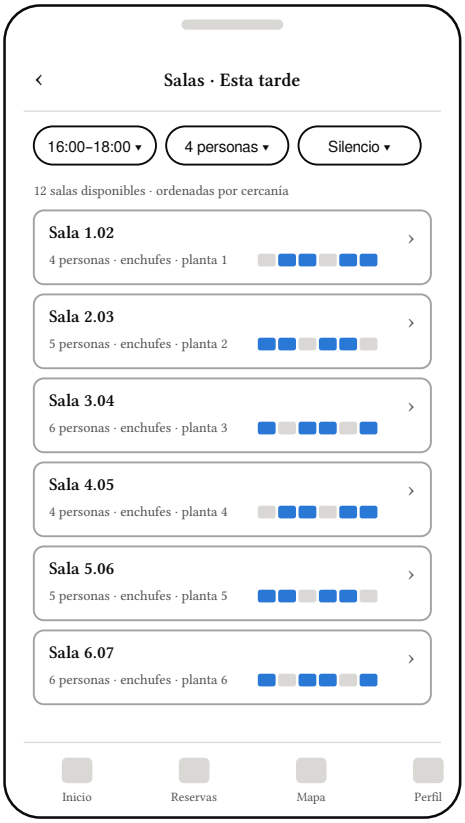


Figura 5: Lista con seis salas disponibles.

El estado que se suele dibujar primero… y el único que muchos equipos dibujan. Muestra el contenido esperado con los filtros aplicados.

Cargando

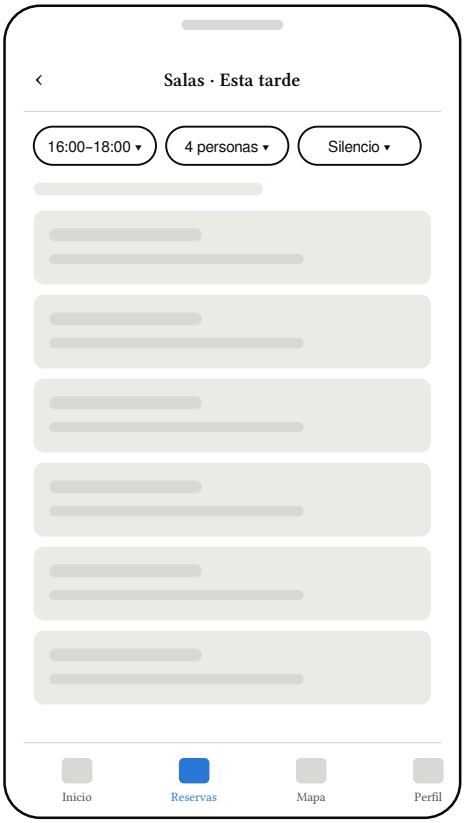


Figura 6: Lista con bloques grises que imitan la estructura de las tarjetas mientras llega el contenido.

Una **pantalla esqueleto** muestra la estructura mientras llegan los datos: la persona sabe qué va a ver y la espera parece más corta. Los filtros ya funcionan. Si la carga pasa de unos segundos, añade un mensaje.

Vacío

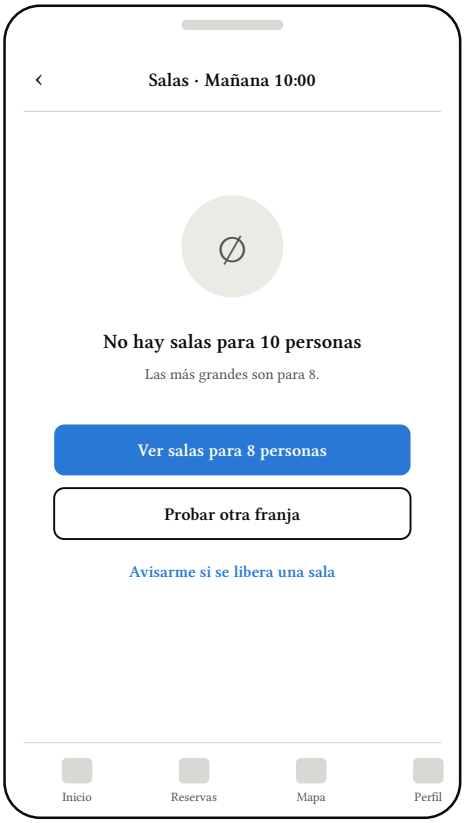


Figura 7: Mensaje que explica que no hay salas para 10 personas y ofrece alternativas.

El estado vacío **explica por qué** no hay resultados y **qué hacer**: no es un callejón sin salida.

Parcial

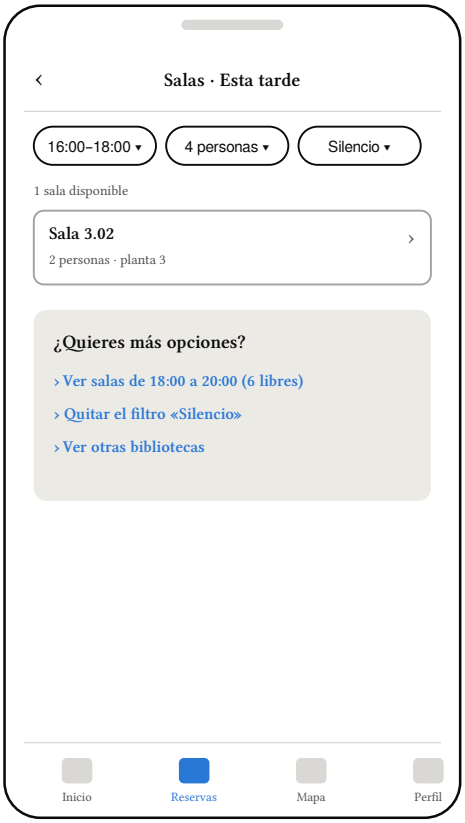


Figura 8: Una única sala disponible y un bloque con tres alternativas para ver más opciones.

Con poco contenido la pantalla parece rota. Aprovecha el espacio para **ampliar la búsqueda** con sugerencias concretas, que digan cuántos resultados darán.

Error

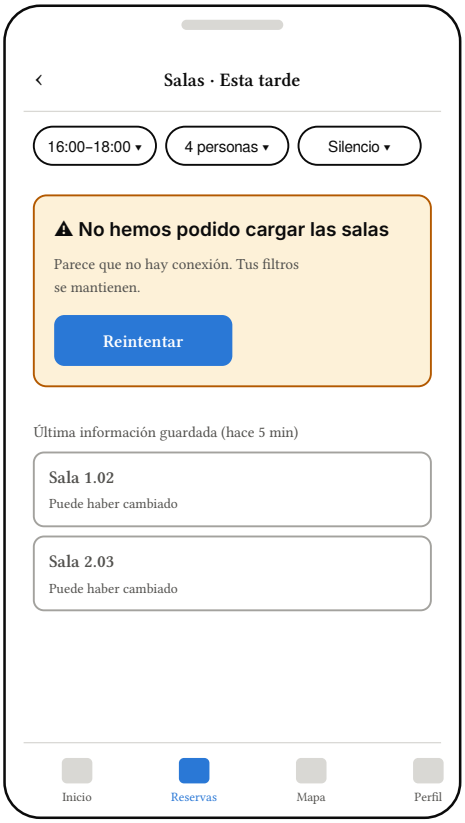


Figura 9: Aviso de que no se han podido cargar las salas, con botón para reintentar y la última información guardada.

El mensaje dice **qué ha pasado** en lenguaje de la persona, **conserva** sus filtros y ofrece **cómo seguir** (reintentar). Mostrar los últimos datos guardados, avisando de que pueden haber cambiado, es mejor que una pantalla en blanco.

Pantallas esqueleto. Indican la estructura sin prometer contenido concreto. No las uses para cargas muy rápidas (menos de 1 s): el parpadeo molesta más que la espera.

4. Diagramas de estados

Harel (1987) propuso los ***statecharts***, una notación para describir sistemas que cambian de estado según los eventos. En diseño de interacción se usa una versión simplificada: cada estado es una caja con nombre, cada transición es una flecha con el **evento** que la provoca y, si hace falta, la **condición**. Sirve para comprobar que no falta ningún caso: ¿qué pasa si se pulsa «Reservar» dos veces?, ¿y si se pierde la conexión mientras se carga?

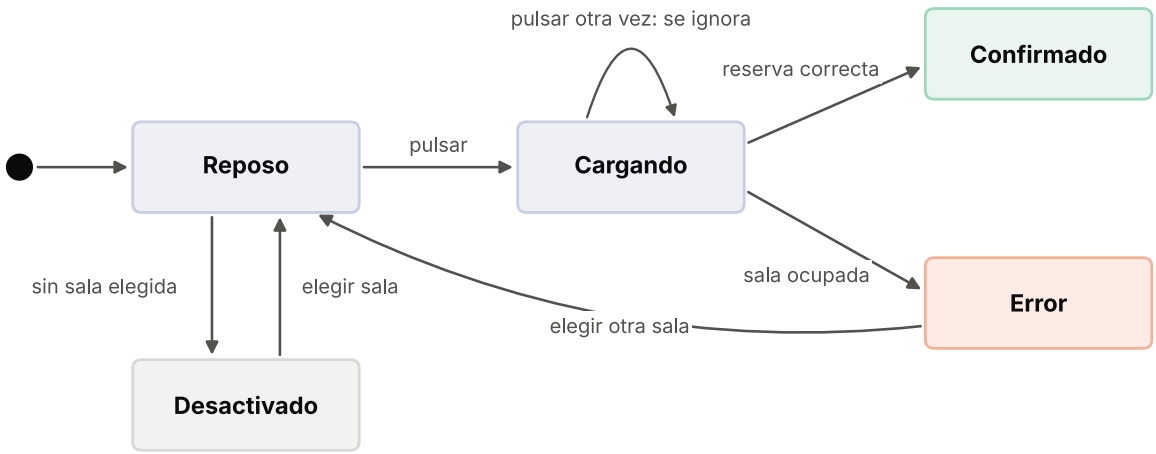


Figura 11: Diagrama de estados del botón «Reservar»: de reposo a cargando al pulsar; de cargando a confirmado si la reserva funciona, o a error si la sala se ha ocupado; el error vuelve a reposo cuando se elige otra sala. Mientras carga, el botón no admite otra pulsación.

5. Transiciones y enlaces entre pantallas

Las **transiciones** entre pantallas comunican la relación entre ellas: avanzar en un proceso, abrir un detalle, volver. En baja fidelidad basta con decidir y anotar:

- **Qué desencadena** la transición (pulsar, deslizar, enviar, tiempo).
- **Adónde lleva** y si se puede volver.
- **Qué se conserva** (los datos del formulario, la posición en la lista).

En un **prototipo navegable** digital, cada elemento interactivo se enlaza con la pantalla o el estado al que lleva. Para probar un flujo bastan los enlaces del camino principal y de los errores que interesa observar; no hace falta enlazar todo.

Práctica

Elige un formulario de una web que uses (por ejemplo, la inscripción en una actividad). Dibuja su diagrama de estados: estados del botón de envío y de la pantalla, con los eventos y las condiciones. Busca al menos un caso que el formulario real no resuelva bien.

Caso práctico resuelto

Todos los estados de una pantalla

La lista de salas no tiene un solo aspecto. Estados que hay que esquematizar:

Estado	Qué ve el usuario
Cargando	Esqueleto de filas grises
Vacío	«No hay salas libres en esta franja», con franjas alternativas
Error	«No se pudo cargar la disponibilidad», con «Reintentar»
Parcial	Pocas salas: se sugiere ampliar la franja
Ideal	La lista completa

Olvidar estos estados es uno de los fallos más frecuentes: el equipo de desarrollo los resuelve improvisando.

Ejercicios graduados

Básico. Escribe el texto del estado vacío para un usuario que filtra salas para diez personas.

Explicaciones

Ejemplo: «No hay salas para 10 personas libres esta tarde. Las más grandes son para 8. ¿Quieres ver salas para 8 o probar otra franja?». Explica el motivo y ofrece salidas.

Avanzado. Dibuja la transición entre el estado «Cargando» y el «Ideal» con un diagrama de estados.

Explicaciones

Estados: Cargando → (éxito) Ideal / Parcial / Vacío; Cargando → (fallo) Error → (Reintentar) Cargando. Cada flecha indica el evento que provoca el cambio.

Actividades

Actividad: ¿En qué estado está la pantalla?

Categorías: Vacío · Cargando · Error · Parcial · Completo

- «Todavía no tienes ningún préstamo. Busca en el catálogo para empezar.»
- Tres tarjetas grises animadas mientras llegan los resultados
- «No hemos podido conectar. Comprueba tu conexión y vuelve a intentarlo.»
- Se muestran 2 de los 5 préstamos; el resto sigue llegando
- La lista con los cinco préstamos y sus fechas

Solución

- «Todavía no tienes ningún préstamo. Busca en el catálogo para empezar.» ⟶ **Vacío**
- Tres tarjetas grises animadas mientras llegan los resultados ⟶ **Cargando**
- «No hemos podido conectar. Comprueba tu conexión y vuelve a intentarlo.» ⟶ **Error**
- Se muestran 2 de los 5 préstamos; el resto sigue llegando ⟶ **Parcial**
- La lista con los cinco préstamos y sus fechas ⟶ **Completo**

Actividad: ¿Qué estado del botón «Reservar» es?

Categorías: Reposo · Foco · Pulsado · Desactivado · Cargando

- Borde marcado al llegar con el tabulador
- Color más oscuro mientras se mantiene presionado
- Gris y sin respuesta porque el libro no se puede reservar
- Un indicador giratorio en lugar del texto
- Aspecto normal, a la espera

Solución

- Borde marcado al llegar con el tabulador ⟶ **Foco**
- Color más oscuro mientras se mantiene presionado ⟶ **Pulsado**
- Gris y sin respuesta porque el libro no se puede reservar ⟶ **Desactivado**. Explica por qué está desactivado.
- Un indicador giratorio en lugar del texto ⟶ **Cargando**
- Aspecto normal, a la espera ⟶ **Reposo**

i Escenario: Diseña el estado de error

Estás diseñando qué pasa cuando falla la renovación de un préstamo.

1. Primer borrador

¿Qué mensaje pones?

- «Error.» → paso 2
- «No se ha podido renovar: el libro tiene una reserva de otra persona. Devuélvelo antes del 02/12 o habla con el mostrador.» → paso 4
- «Error 409: conflicto en la transacción.» → paso 3

2. Demasiado vago

(mal final)

No explica qué ha pasado ni qué hacer: la persona queda bloqueada (heurística 9).

3. Demasiado técnico

(final mejorable)

Es preciso para el equipo de desarrollo, pero no para quien usa el servicio. Traduce el código a una causa y una salida.

4. Mensaje útil

Bien: dice qué ha pasado, por qué y qué hacer. ¿Dónde lo colocas?

- En una ventana emergente que tapa la lista → paso 5
- Junto al préstamo afectado, sin perder el resto de la lista → paso 6

5. Interrumpe demasiado

(final mejorable)

Una ventana modal obliga a cerrarla y oculta el contexto. Resérvala para errores que bloquean todo.

6. Error en su sitio

(buen final)

El mensaje aparece donde está el problema, con una salida clara, y la persona puede seguir con los demás préstamos.

Reto evaluable

! Reto del Tema 8 · Prototipo navegable con estados

A partir de los esquemas digitales del reto del Tema 7:

1. Dibuja el **diagrama de estados** de la pantalla más compleja del flujo principal.
2. Diseña sus estados **vacío, cargando, error e ideal**, y los estados de foco y desactivado de sus controles.
3. Enlaza las pantallas en un **prototipo navegable** que recorra el flujo principal y al menos uno de error.
4. Documenta las transiciones: qué las desencadena, adónde llevan y qué se conserva.

Entrega: un informe hecho con la plantilla de entrega con el diagrama y el enlace al prototipo navegable. Se evalúa con la rúbrica que incluye la plantilla. Este reto **no tiene solución en el libro**: cada estudiante trabaja con un proyecto distinto y la corrección la hace el profesorado.

Autoevaluación

Responde en el papel y comprueba después con las explicaciones del recuadro. En la versión web estas preguntas se corrigen automáticamente. No cuentan para la nota.

1. El estado *hover* existe también en las pantallas táctiles. *[V / F]*
2. El estado que indica dónde está quien navega con el teclado se llama _____
3. Una búsqueda sin resultados muestra el estado *[cargando / vacío / ideal / desactivado]*
4. En un diagrama de estados, las flechas se rotulan con el evento que provoca la transición. *[V / F]*
5. ¿Qué notación propuso Harel en 1987 para describir sistemas que cambian de estado? *[Diagramas de afinidad / Statecharts / Wireflows]*
6. ¿Qué conviene hacer con el botón «Reservar» mientras la reserva se está procesando?

(a) Dejarlo igual para que se pueda volver a pulsar (b) Mostrar que está cargando e ignorar nuevas pulsaciones (c) Ocultarlo

Explicaciones

- Sin puntero no hay *hover*: no se puede confiar en él para comunicar nada esencial.
- Sin un foco visible, el teclado no sirve.
- El estado vacío aparece cuando no hay contenido que mostrar.
- El evento (y la condición, si la hay) explica por qué cambia el estado.
- Los *statecharts* son la base de los diagramas de estados actuales.
- Así se evitan reservas duplicadas y se informa de que hay que esperar.

Recursos complementarios

Recurso	Para qué sirve
Nielsen Norman Group – Wireflows	Estados y transiciones con esquemas
W3C – Understanding SC 2.4.7: Focus visible	Por qué el foco debe verse
Figma – Guide to prototyping	Enlazar pantallas y estados

Tema 9. Prototipos en papel: técnicas y validación temprana

Objetivos

- Construir prototipos en papel que se puedan manipular durante una prueba.
- Planificar y dirigir una sesión de prueba con usuarios.
- Analizar los resultados y decidir qué cambiar en la siguiente iteración.

Glosario del tema

Prototipo en papel · Facilitador · «Ordenador humano» · Pensamiento en voz alta · Escenario de tarea · Prueba de usabilidad

Descargas

Script R del capítulo Plantillas para esquemas en papel (PDF) Plantilla de entrega del reto (.qmd) Tema de estilo (.scss)

Lectura obligatoria

Rettig, M. (1994). Prototyping for tiny fingers. *Communications of the ACM*, 37(4), 21-27.

Lecturas complementarias

- Virzi et al. (1996) — Los prototipos en papel detectan problemas similares a los de alta fidelidad.
- Nielsen y Landauer (1993) — El modelo detrás de la recomendación de probar con pocas personas y repetir.
- Nielsen Norman Group (s. f.-h)

1. Por qué probar en papel

Rettig (1994) defendía en «Prototyping for tiny fingers» que construir prototipos en papel permite probar un diseño **antes de escribir una línea de código**, con un coste tan bajo que se pueden hacer varias rondas en un día. Al ver que el prototipo es provisional, las personas critican con más libertad, y el equipo, al no haber invertido mucho, acepta mejor los cambios. Virzi et al. (1996) mostraron que los problemas de usabilidad detectados con prototipos de baja fidelidad son en gran parte los mismos que con alta fidelidad.

2. Construir el prototipo

Materiales: papel o cartulina, rotuladores de dos grosores, notas adhesivas, tijeras, celo y, si se quiere, láminas de acetato para escribir encima. Las plantillas en PDF de este libro sirven como marcos de pantalla.

- Una hoja por pantalla, a escala aproximada.
- Las partes que cambian (menús desplegables, mensajes de error, listas de resultados) se dibujan **en piezas sueltas** que se colocan encima.
- Los campos de texto se cubren con acetato o notas para que la persona escriba.
- Se preparan **todos los estados** que pueden aparecer en las tareas (Tema 8), incluidos los errores.

3. Roles en la sesión

Rol	Qué hace
Facilitador	Presenta la sesión, lee las tareas, pide que la persona piense en voz alta y mantiene la neutralidad
«Ordenador humano»	Cambia las hojas y piezas según lo que la persona «pulsa», sin hablar ni explicar

Rol	Qué hace
Observadores	Anotan lo que ocurre: dónde dudan, qué dicen, qué errores cometen

El ordenador humano solo responde a lo que la persona hace, como lo haría el sistema. Si la persona pregunta, el facilitador devuelve la pregunta: «¿Qué crees que pasaría?».

4. Planificar la sesión

1. **Objetivo**: qué queremos averiguar (las hipótesis del Tema 3).
2. **Participantes**: personas que se parezcan a las usuarias reales. Nielsen y Landauer (1993) mostraron que con unas **cinco** personas aparecen la mayoría de los problemas más frecuentes, y que es más rentable hacer varias rondas pequeñas que una grande.
3. **Escenarios de tarea**: situaciones realistas que dan un objetivo sin decir cómo conseguirlo. Mal: «Pulsa en Reservas y elige la sala 3». Bien: «Mañana tienes que preparar un trabajo con dos compañeros por la tarde. Busca un sitio donde podáis hablar».
4. **Guion**: bienvenida y consentimiento, explicación de que se prueba el diseño y no a la persona, tareas, preguntas finales.
5. **Registro**: para cada tarea, si se completa, cuánto tarda (aproximado), errores y comentarios.

Durante la sesión se pide a la persona que **piense en voz alta**: que diga lo que busca, lo que espera y lo que le sorprende. Es la técnica más útil de la usabilidad, porque revela el porqué de los errores.

5. Analizar y decidir

Después de cada ronda, el equipo junta las observaciones, agrupa los problemas y los prioriza por gravedad y frecuencia (como en la revisión heurística del Tema 2). Los cambios se hacen **en el momento**, en el propio papel, y se prueban con la siguiente persona. Las métricas del Tema 4 (tasa de éxito con intervalo, tiempo típico) sirven para comparar rondas, siempre recordando su incertidumbre.

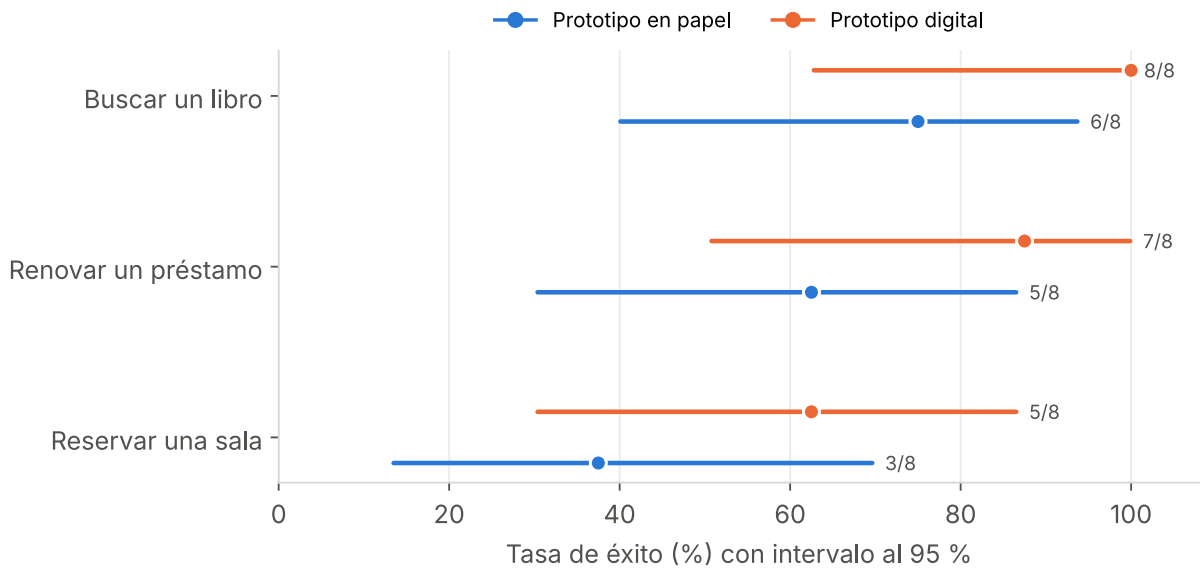


Figura 12: Tasa de éxito por tarea con el prototipo en papel y con el digital de baja fidelidad (datos simulados, 8 participantes por prototipo), con su intervalo al 95 %. «Reservar una sala» es la tarea problemática en los dos.

Práctica en R: comparar dos prototipos

`sesiones_prueba` (datos simulados) recoge, para 8 participantes, si completaron cada tarea con un prototipo en papel y con uno digital de baja fidelidad.

```
source("datos/funciones_ux.R")
aggregate(exito ~ prototipo + tarea, data = sesiones_prueba, FUN = sum)
```

Ejercicio 9.1

Calcula la tasa de éxito con intervalo de confianza de la tarea «Reservar una sala» con el prototipo **digital**.

Ejercicio: completa los huecos _____

```
d <- subset(sesiones_prueba, prototipo == "_____" & tarea == "Reservar una sala")
tasa_exito(sum(d$exito), nrow(d))
```

Pista

Los valores de la columna `prototipo` son «papel» y «digital».

Solución

```
d <- subset(sesiones_prueba, prototipo == "digital" & tarea == "Reservar una sala")
tasa_exito(sum(d$exito), nrow(d))
```

5 de 8 (62,5 %), con un intervalo aproximado del 30 % al 87 %. El intervalo es tan ancho que no permite afirmar que el digital sea mejor que el papel (37,5 %): los dos intervalos se solapan. Lo que sí dicen los datos es que la tarea tiene problemas en los dos.

Ejercicio 9.2

Calcula el **tiempo típico** (media geométrica) de la tarea «Renovar un préstamo» con el prototipo en papel.

Ejercicio: completa los huecos _____

```
d <- subset(sesiones_prueba, prototipo == "papel" & tarea == "Renovar un préstamo")
_____(d$tiempo_s)
```

Pista

La función del libro para la media geométrica es `tiempo_tipico()`.

Solución

```
d <- subset(sesiones_prueba, prototipo == "papel" & tarea == "Renovar un préstamo")
tiempo_tipico(d$tiempo_s)
```

Unos 65 segundos. En papel los tiempos son orientativos, porque dependen de la rapidez del «ordenador humano»: sirven más para comparar tareas que para fijar objetivos.

Caso práctico resuelto

Una prueba con prototipo en papel

Se recortan las pantallas en papel y se prueba con cinco estudiantes. Roles: **facilitador** (da la tarea y anima a pensar en voz alta), **«ordenador»** (cambia las pantallas sin hablar) y **observador** (anota).

Tarea: «Reserva una sala para tu grupo de cuatro mañana de 16 a 18 h».

Hallazgos: tres de cinco no vieron el filtro de capacidad; dos pensaron que el botón «Reservar» ya confirmaba la reserva. Cambios: mover el filtro junto a la franja y añadir una pantalla de confirmación con resumen. Coste del cambio: diez minutos de dibujo.

Ejercicios graduados

Básico. Escribe dos tareas de prueba más, realistas y sin pistas sobre la interfaz.

Explicaciones

Ejemplos: «Tu grupo ya no puede ir mañana: anula lo que hayas reservado»; «Necesitas un sitio silencioso para estudiar solo esta tarde». No deben mencionar nombres de botones ni secciones.

Avanzado. ¿Por qué el «ordenador» no debe hablar durante la prueba?

Explicaciones

Porque una explicación cambiaría el comportamiento del participante: se trata de ver qué entiende la interfaz por sí sola.

Actividades

Actividad: ¿Qué rol es?

Categorías: Facilitación · Ordenador humano · Observación

- Explica la tarea y pide a la persona que piense en voz alta
- Cambia las hojas de papel cuando la persona «pulsa» un botón
- Anota dónde duda la persona y qué dice, sin intervenir
- Responde «¿Qué esperarías que pasara?» cuando le preguntan
- Mantiene preparadas las pantallas de error y los menús desplegables

Solución

- Explica la tarea y pide a la persona que piense en voz alta → **Facilitación**
- Cambia las hojas de papel cuando la persona «pulsa» un botón → **Ordenador humano**
- Anota dónde duda la persona y qué dice, sin intervenir → **Observación**
- Responde «¿Qué esperarías que pasara?» cuando le preguntan → **Facilitación**
- Mantiene preparadas las pantallas de error y los menús desplegables → **Ordenador humano**

Actividad: Ordena la sesión de prueba con un prototipo en papel

- Agradecer y anotar los hallazgos en caliente
- Dar la bienvenida y explicar que se prueba el diseño, no a la persona
- Hacer preguntas de cierre
- Observar mientras piensa en voz alta, sin ayudar
- Pedir el consentimiento para tomar notas
- Plantear la primera tarea

Solución

1. Dar la bienvenida y explicar que se prueba el diseño, no a la persona
2. Pedir el consentimiento para tomar notas
3. Plantear la primera tarea
4. Observar mientras piensa en voz alta, sin ayudar
5. Hacer preguntas de cierre
6. Agradecer y anotar los hallazgos en caliente

Escenario: La participante se ha bloqueado

Durante una prueba, la participante lleva un minuto mirando la pantalla de búsqueda sin saber qué hacer.

1. Silencio

¿Qué haces?

- Le digo: «Pulsa en la lupa de arriba» → paso 2
- Le pregunto: «¿Qué estás buscando ahora mismo en la pantalla?» → paso 4
- Doy la tarea por terminada sin decir nada → paso 3

2. Has dado la respuesta

(mal final)

Al guiarla, pierdes el hallazgo más valioso de la sesión: la lupa no se ve o no se entiende. Anota el bloqueo y pregunta sin dirigir.

3. Cortar sin más

(final mejorable)

Anotar el fracaso está bien, pero sin preguntar no sabrás por qué ocurrió.

4. Pregunta abierta

Responde: «Busco algo que diga "buscar", pero solo veo iconos». ¿Y ahora?

- Le explico qué significa cada icono → paso 5
- Anoto la frase literal y le propongo pasar a la siguiente tarea si no lo encuentra → paso 6

5. Explicar el diseño

(final mejorable)

Ya tienes el hallazgo, pero explicar el diseño contamina las tareas siguientes.

6. Hallazgo registrado

(buen final)

Has respetado a la participante, has evitado guiarla y te llevas una cita textual que justifica el cambio: el icono necesita una etiqueta.

Errores frecuentes

- **Ayudar demasiado pronto**: el silencio incómodo es parte del método.
- **Preguntar «¿Te gusta?»**: lo que importa es si consigue la tarea.
- **Defender el diseño** ante la participante.
- **Analizar días después**: anota los hallazgos al terminar cada sesión.

Reto evaluable

! Reto del Tema 9 · Prueba con un prototipo en papel

Con el flujo principal de tu proyecto:

1. Construye un **prototipo en papel** con todas las pantallas y estados necesarios para dos tareas. Fotografíalo.
2. Prepara el **plan de la sesión**: objetivo, perfil de participantes, dos escenarios de tarea y guion.
3. Haz la prueba con **tres personas** de tu entorno (compañeros de otro equipo, por ejemplo) y registra éxito, tiempo aproximado, errores y comentarios.
4. Calcula la **tasa de éxito con intervalo** de cada tarea y prioriza los problemas encontrados.
5. Indica **qué cambias** en el prototipo y por qué.

Entrega: un informe hecho con la plantilla de entrega. No incluyas datos personales de los participantes. Se evalúa con la rúbrica que incluye la plantilla. Este reto **no tiene solución en el libro**: cada estudiante trabaja con un proyecto distinto y la corrección la hace el profesorado.

Autoevaluación

Responde en el papel y comprueba después con las explicaciones del recuadro. En la versión web estas preguntas se corrigen automáticamente. No cuentan para la nota.

1. En una prueba en papel, el «ordenador humano» explica a la persona qué hace cada botón. *[V / F]*
2. Pedir a la persona que diga lo que busca, espera y le sorprende es la técnica de *[entrevista / pensamiento en voz alta / encuesta]*
3. Según Nielsen y Landauer, es más rentable hacer varias rondas pequeñas que una sola con muchas personas. *[V / F]*
4. ¿Cuál es un buen escenario de tarea?

(a) Pulsa en Reservas y elige la sala 3 (b) Mañana tienes que preparar un trabajo en grupo por la tarde: busca un sitio donde podáis hablar (c) Comprueba que el botón Reservar funciona

5. Los mensajes de error y los desplegables se preparan como *[hojas nuevas completas / piezas sueltas que se colocan encima / no se preparan]*
6. En la práctica, con 5 de 8 éxitos en digital y 3 de 8 en papel, se puede afirmar que el prototipo digital es mejor. *[V / F]*

Explicaciones

- Solo reacciona a lo que hace la persona, como lo haría el sistema.
- El pensamiento en voz alta revela el porqué de los errores.
- Cada ronda corrige problemas y la siguiente descubre otros nuevos.
- Da un objetivo realista sin indicar el camino.
- Las piezas sueltas permiten cambiar solo lo que cambia en la pantalla.
- Los intervalos se solapan: con 8 personas, la diferencia puede deberse al azar.

Recursos complementarios

Recurso	Para qué sirve
Nielsen Norman Group – Paper prototyping	Guía y vídeo
Nielsen Norman Group – Thinking aloud	La técnica del pensamiento en voz alta

Recurso	Para qué sirve
Nielsen Norman Group – Why you only need to test with 5 users	El argumento de las rondas pequeñas

Tema 10. Sesgos cognitivos y patrones engañosos

Objetivos

- Reconocer los sesgos cognitivos que afectan a las personas usuarias y a quienes diseñan.
- Identificar patrones engañosos (*dark patterns*) con las taxonomías de la investigación.
- Asumir la responsabilidad ética de las decisiones de diseño y conocer su marco legal básico.

Glosario del tema

Sesgo cognitivo · Heurístico · Efecto de anclaje · Opción por defecto · Patrón engañoso · Sesgo de confirmación · Arquitectura de la decisión

Descargas

Script R del capítulo Plantilla de entrega del reto (.qmd) Tema de estilo (.scss)

Lectura obligatoria

Gray, C. M.; Kou, Y.; Battles, B.; Hoggatt, J.; Toombs, A. L. (2018). The dark (patterns) side of UX design. En *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-14). ACM.

Lecturas complementarias

- Mathur et al. (2019) — Una medición sistemática en comercio electrónico.
- Tversky y Kahneman (1974) — El artículo que fundó el estudio de los sesgos.
- Comité Europeo de Protección de Datos (2023) — Cómo los patrones engañosos afectan al consentimiento.

1. Sesgos cognitivos

Tversky y Kahneman (1974) mostraron que, cuando decidimos con incertidumbre, usamos **heurísticos**: atajos mentales que suelen funcionar pero que producen errores sistemáticos, los **sesgos**. El diseño de interfaces influye en las decisiones aunque no lo pretenda. Algunos sesgos especialmente relevantes:

Sesgo	Qué ocurre	Ejemplo en una interfaz
Anclaje	La primera cifra que vemos condiciona las siguientes	Mostrar primero el plan más caro hace que el intermedio parezca barato
Opción por defecto	Tendemos a dejar lo que viene marcado	Casilla del boletín premarcada
Encuadre	La misma información se valora distinto según cómo se presente	«95 % de éxito» frente a «5 % de fracaso»
Aversión a la pérdida	Perder pesa más que ganar lo mismo	«No pierdas tus ventajas» al darse de baja
Prueba social	Hacemos lo que parecen hacer los demás	«1.200 personas han reservado hoy»

Quien diseña también tiene sesgos: el **sesgo de confirmación** (buscar datos que confirman la idea propia), el **falso consenso** (creer que los usuarios piensan como el equipo) o el apego a la primera solución. La investigación (Tema 2) y las pruebas (Tema 9) son la defensa.

2. De influir a manipular

Toda interfaz es una **arquitectura de la decisión**: alguna opción aparece primero, otra viene marcada. Influir es inevitable; la pregunta es **a favor de quién**. Un diseño es manipulador cuando aprovecha los sesgos para que la persona haga algo que no haría si entendiera la situación, en beneficio de otro.

3. Patrones engañosos

El término ***dark patterns*** lo acuñó Harry Brignull en 2010; hoy él mismo y buena parte de la literatura prefieren hablar de **diseño engañoso** (*deceptive design*). Son soluciones de interfaz que engañan, presionan o dificultan decidir libremente.

Gray et al. (2018) analizaron ejemplos recogidos por profesionales y propusieron cinco **estrategias**:

Estrategia	Qué hace
Insistencia (*nagging*)	Interrumpe una y otra vez la tarea para pedir algo
Obstrucción	Pone difícil una acción que interesa a la persona (darse de baja, rechazar)
Ocultación (*sneaking*)	Esconde o retrasa información relevante (costes, condiciones)
Interferencia en la interfaz	Manipula la presentación para favorecer una opción
Acción forzada	Exige hacer algo que no se busca para poder continuar

Mathur et al. (2019) rastrearon unas 11.000 webs de comercio y encontraron patrones de **urgencia** (contadores), **escasez** («quedan dos»), **prueba social**, **desvío** (*misdirection*), además de ocultación, obstrucción y acción forzada. Hallaron algunos de esos mensajes generados de forma engañosa, sin relación con datos reales.

4. Responsabilidad y marco legal

Gray et al. subrayan que los patrones engañosos no suelen nacer de la mala fe de una persona diseñadora, sino de la presión por métricas de negocio a corto plazo. Por eso la responsabilidad ética incluye saber **argumentar** ante el equipo: los patrones engañosos dañan la confianza, aumentan las reclamaciones y pueden ser ilegales.

- El **Reglamento de Servicios Digitales** de la UE (Reglamento (UE) 2022/2065, art. 25) prohíbe a las plataformas en línea diseñar sus interfaces de forma que engañen o manipulen a las personas usuarias o limiten su capacidad de decidir libremente.
- El **Reglamento General de Protección de Datos** exige que el consentimiento sea libre e informado; el Comité Europeo de Protección de Datos ha descrito cómo los patrones engañosos lo vician.
- La normativa de **prácticas comerciales desleales** prohíbe las prácticas engañosas y agresivas con consumidores.

Una pregunta práctica para revisar un diseño: **¿la persona elegiría lo mismo si viera con claridad todas las opciones y sus consecuencias?** Si la respuesta es no, hay un problema.

Práctica en R: dos taxonomías

`patrones_enganosos` reúne las categorías de Gray et al. (2018) y Mathur et al. (2019), con un ejemplo inventado de cada una.

```
source("datos/funciones_ux.R")
patrones_enganosos[, c("fuente", "categoria", "original")]
```

Ejercicio 10.1

¿Qué categorías aparecen en **las dos** taxonomías? `intersect()` devuelve los elementos comunes a dos vectores.

Ejercicio: completa los huecos _____

```
gray   <- g$categoria[g$fuente == "Gray et al. (2018)"]
mathur <- g$categoria[g$fuente == "_____"]
intersect(gray, mathur)
```

Pista

Copia el valor exacto de la columna `fuente` para el segundo estudio, con el año entre paréntesis.

Solución

```
gray   <- g$categoria[g$fuente == "Gray et al. (2018)"]
mathur <- g$categoria[g$fuente == "Mathur et al. (2019)"]
intersect(gray, mathur)
```

Ocultación, obstrucción y acción forzada. Son los patrones más estables en la literatura; los de urgencia, escasez y prueba social son más propios del comercio electrónico.

Caso práctico resuelto

Detectar y corregir un patrón engañoso

Propuesta de un compañero: al cancelar, mostrar «¿Seguro? Perderás tu prioridad para siempre» y un botón grande «Mantener reserva» y otro diminuto gris «Cancelar».

Análisis: combina **culpa** (*confirmshaming*) e **interferencia en la interfaz** (jerarquía visual que empuja una opción). Además, la «pérdida de prioridad para siempre» es falsa.

Alternativa ética: «¿Cancelar la reserva de la sala 2.3 para mañana a las 16:00? La sala quedará libre para otros estudiantes». Dos botones con el mismo peso: «Cancelar reserva» y «Volver». El objetivo de la biblioteca (que se cancele lo que no se usa) coincide con el del usuario.

Ejercicios graduados

Básico. Identifica el sesgo cognitivo que explotaría mostrar «¡Solo queda 1 sala!» cuando no es cierto.

Explicaciones

La escasez (y la aversión a la pérdida). Si es falso, es un patrón engañoso; si es verdad, informar de la disponibilidad real es legítimo.

Avanzado. Propón una forma honesta de reducir las reservas no presentadas.

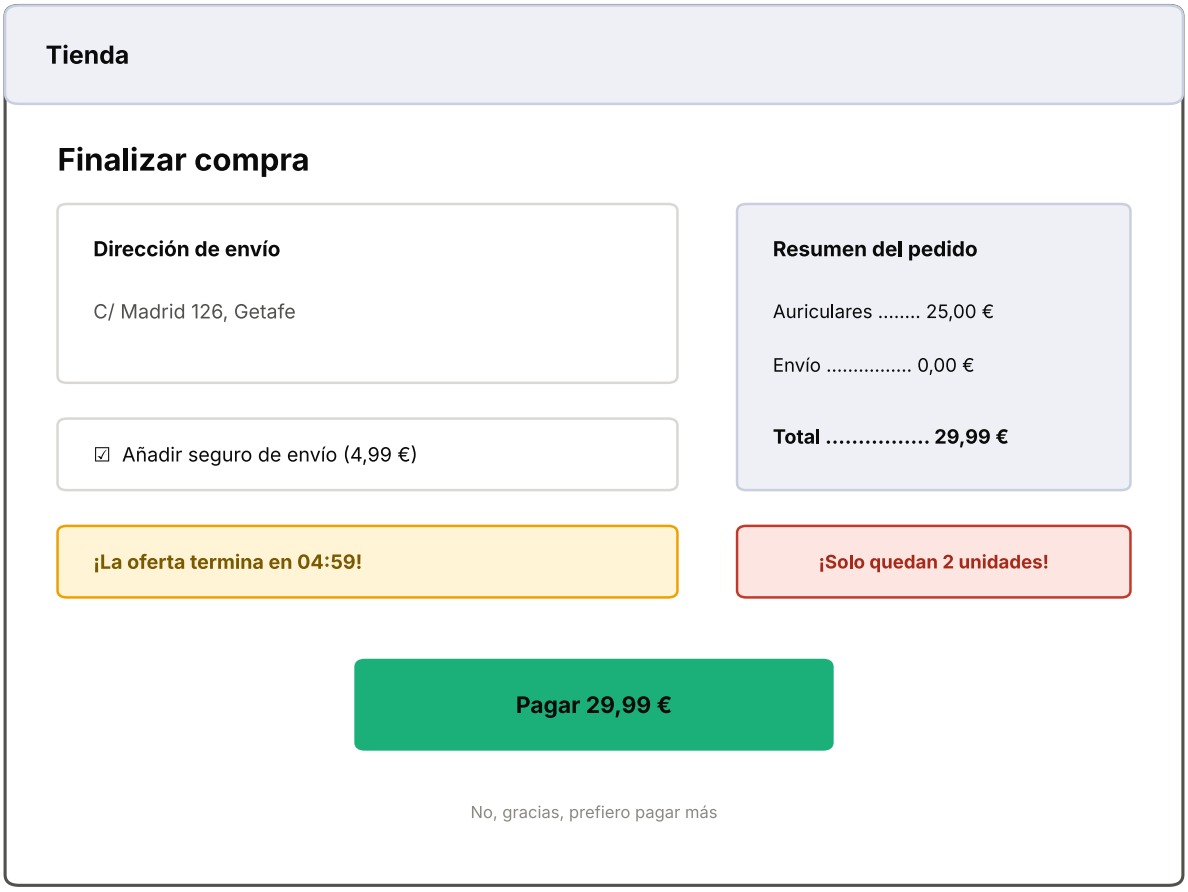
Explicaciones

Recordatorios con cancelación de un toque, liberación automática si no se confirma la llegada en 15 minutos (anunciada con claridad) y estadísticas visibles del uso de las salas.

Actividades

Actividad: Encuentra los patrones engañosos

Esta pantalla esconde **cinco** patrones engañosos. Señálalos y comprueba.



1. Dirección de envío
2. Casilla «Añadir seguro de envío»
3. Cuenta atrás de la oferta
4. Resumen del pedido
5. «¡Solo quedan 2 unidades!»
6. Botón «Pagar 29,99 €»
7. Enlace «No, gracias, prefiero pagar más»

Solución

1. Dirección de envío: no. Información necesaria y editable.
2. Casilla «Añadir seguro de envío»: **sí**. Casilla premarcada: añade un coste sin una decisión activa (*sneaking*).
3. Cuenta atrás de la oferta: **sí**. Urgencia artificial si el contador se reinicia o no corresponde a una oferta real.
4. Resumen del pedido: **sí**. Coste oculto: el total suma 4,99 € del seguro, que no aparece desglosado.
5. «¡Solo quedan 2 unidades!»: **sí**. Escasez fabricada si no refleja el inventario real.
6. Botón «Pagar 29,99 €»: no. Acción principal clara.
7. Enlace «No, gracias, prefiero pagar más»: **sí**. *Confirmshaming*: avergüenza a quien rechaza la oferta.

Actividad: ¿Qué sesgo cognitivo se aprovecha?

Categorías: Anclaje · Efecto de los valores por defecto · Aversión a la pérdida · Prueba social · Efecto señuelo

- Mostrar primero un precio tachado de 99 € junto al real de 49 €
- Dejar marcada la suscripción al boletín
- «Si te vas ahora, perderás tus puntos»
- «1200 personas han reservado esta semana»
- Ofrecer un plan intermedio poco atractivo para que el más caro parezca razonable

Solución

- Mostrar primero un precio tachado de 99 € junto al real de 49 € ⟶ **Anclaje**
- Dejar marcada la suscripción al boletín ⟶ **Efecto de los valores por defecto**
- «Si te vas ahora, perderás tus puntos» ⟶ **Aversión a la pérdida**
- «1200 personas han reservado esta semana» ⟶ **Prueba social**
- Ofrecer un plan intermedio poco atractivo para que el más caro parezca razonable ⟶ **Efecto señuelo**

Actividad: ¿Qué estrategia de @gray2018 es?

Categorías: Insistencia · Obstrucción · Ocultación · Interferencia en la interfaz · Acción forzada

- Una ventana pide activar las notificaciones cada vez que abres la aplicación
- Darse de alta cuesta un clic; darse de baja exige llamar por teléfono
- Se añade un producto a la cesta sin que lo pidas
- El botón «Aceptar todo» es grande y verde; «Rechazar», un enlace gris
- Para descargar un documento te obligan a crear una cuenta

Solución

- Una ventana pide activar las notificaciones cada vez que abres la aplicación → **Insistencia**
- Darse de alta cuesta un clic; darse de baja exige llamar por teléfono → **Obstrucción**
- Se añade un producto a la cesta sin que lo pidas → **Ocultación**
- El botón «Aceptar todo» es grande y verde; «Rechazar», un enlace gris → **Interferencia en la interfaz**
- Para descargar un documento te obligan a crear una cuenta → **Acción forzada**

Reto evaluable

! Reto del Tema 10 · Auditoría de diseño engañoso

Elige un servicio digital real (una suscripción, una tienda, una red social o una aplicación de reservas):

1. Recorre el **alta** y la **baja** (o la cancelación) y documenta con capturas cada patrón engañoso que encuentres, clasificado con Gray et al. y con Mathur et al.
2. Identifica qué **sesgo cognitivo** aprovecha cada patrón.
3. Valora si alguno podría contravenir el art. 25 del Reglamento de Servicios Digitales o las reglas del consentimiento, y explica por qué (sin necesidad de un análisis jurídico completo).
4. Rediseña en baja fidelidad **una pantalla** sin el patrón y explica cómo has equilibrado los intereses de la organización y de la persona.

Entrega: un informe hecho con la plantilla de entrega. Se evalúa con la rúbrica que incluye la plantilla. Este reto **no tiene solución en el libro**: cada estudiante trabaja con un servicio distinto y la corrección la hace el profesorado.

Autoevaluación

Responde en el papel y comprueba después con las explicaciones del recuadro. En la versión web estas preguntas se corrigen automáticamente. No cuentan para la nota.

1. Una casilla de suscripción al boletín marcada de antemano aprovecha el sesgo de la *[prueba social / opción por defecto / aversión a la pérdida]*
2. Que darse de baja exija llamar por teléfono cuando el alta fue en línea es un ejemplo de *[insistencia / obstrucción / escasez]*
3. Un contador que reinicia la «oferta» cada vez que se recarga la página es un patrón de _____
4. Según Gray et al., los patrones engañosos suelen deberse a la mala fe individual de quien diseña. *[V / F]*
5. ¿Qué norma de la UE prohíbe a las plataformas en línea diseñar interfaces que engañen o manipulen?

(a) La Directiva de accesibilidad web (b) El Reglamento de Servicios Digitales (Reglamento 2022/2065) (c) La norma ISO 9241-210

6. Mostrar primero el plan más caro para que el intermedio parezca barato aprovecha el efecto de *[anclaje / encuadre / confirmación]*
7. Buscar solo datos que confirmen la idea propia es un sesgo que afecta también a quien diseña. *[V / F]*

Explicaciones

- Tendemos a dejar lo que viene marcado.
- Hacer difícil lo que interesa a la persona es obstrucción.
- Es urgencia falsa, documentada por Mathur et al. (2019).
- Más bien de la presión por métricas de negocio; por eso importa saber argumentar.
- Es el art. 25 del Reglamento de Servicios Digitales.
- La primera cifra sirve de ancla para valorar las demás.
- El sesgo de confirmación: la investigación y las pruebas lo contrarrestan.

Recursos complementarios

Recurso	Para qué sirve
Deceptive Design	Catálogo de tipos y casos (antes *Dark Patterns*)
Comité Europeo de Protección de Datos – Directrices 03/2022	Patrones engañosos y consentimiento
Reglamento (UE) 2022/2065 de Servicios Digitales	Art. 25: diseño de las interfaces

Tema 11. Economía de la atención y bienestar digital

Objetivos

- Entender por qué la atención se ha convertido en un recurso económico.
- Reconocer los mecanismos de diseño que captan y retienen la atención.
- Aplicar criterios de diseño que respeten el tiempo y el bienestar de las personas.

Glosario del tema

Economía de la atención · Métrica de implicación · Refuerzo intermitente · Desplazamiento infinito · Señal de parada · Bienestar digital

Descargas

Plantilla de entrega del reto (.qmd) Tema de estilo (.scss)

Lectura obligatoria

Williams, J. (2018). *Stand out of our light: Freedom and resistance in the attention economy*. Cambridge University Press. Libro en acceso abierto: lee la primera parte.

Lecturas complementarias

- Mathur y others (2019) — Urgencia y escasez como técnicas para captar la atención y precipitar decisiones.
- Center for Humane Technology () — Materiales sobre diseño que respeta la atención.

1. La atención como recurso escaso

Herbert Simon advirtió en 1971 que la abundancia de información crea pobreza de atención: cuanta más información compite por nosotros, más valiosa se vuelve la atención que podemos darle. Muchos servicios digitales gratuitos se financian con publicidad, y la publicidad se vende por la atención que se consigue: cuanto más tiempo y más a menudo se usa el servicio, más ingresos. Ese es el núcleo de la **economía de la atención**.

Williams (2018), que trabajó en publicidad en Google antes de dedicarse a la filosofía, sostiene que el problema no es solo de productividad. Las tecnologías optimizadas para captar la atención pueden apartar a las personas de sus propios objetivos, de lo que ellas mismas querrían hacer con su tiempo.

2. Las métricas que dirigen el diseño

Lo que se mide se optimiza. Si el éxito de un producto se mide con **métricas de implicación** (tiempo de uso, sesiones al día, desplazamiento), el diseño evoluciona hacia lo que las aumenta, aunque no ayude a la persona. Una aplicación de biblioteca que «tiene éxito» porque la gente pasa más tiempo buscando probablemente está fallando: lo deseable es que encuentren rápido lo que necesitan.

Por eso, al definir las métricas de un proyecto (Tema 4), conviene preguntar si miden el **valor para la persona** (éxito en la tarea, satisfacción) o solo su **tiempo**.

3. Mecanismos de captación

Mecanismo	Cómo funciona
Desplazamiento infinito	Elimina el final de la página: no hay un punto natural en el que parar
Reproducción automática	El siguiente contenido empieza solo; parar exige actuar

Mecanismo	Cómo funciona
Refuerzo intermitente	Recompensas impredecibles (al actualizar, a veces hay algo nuevo), el mecanismo más difícil de abandonar
Notificaciones	Interrumpen desde fuera para devolver a la persona al producto
Rachas y contadores	Convierten el uso diario en algo que no se quiere «perder» (aversión a la pérdida, Tema 10)
Reciprocidad social	«Te ha escrito», «ha visto tu mensaje»: obligan a responder

Muchos de estos mecanismos aprovechan los mismos sesgos que los patrones engañosos. La diferencia es de grado y de intención, y no siempre es nítida.

4. Diseñar para el bienestar digital

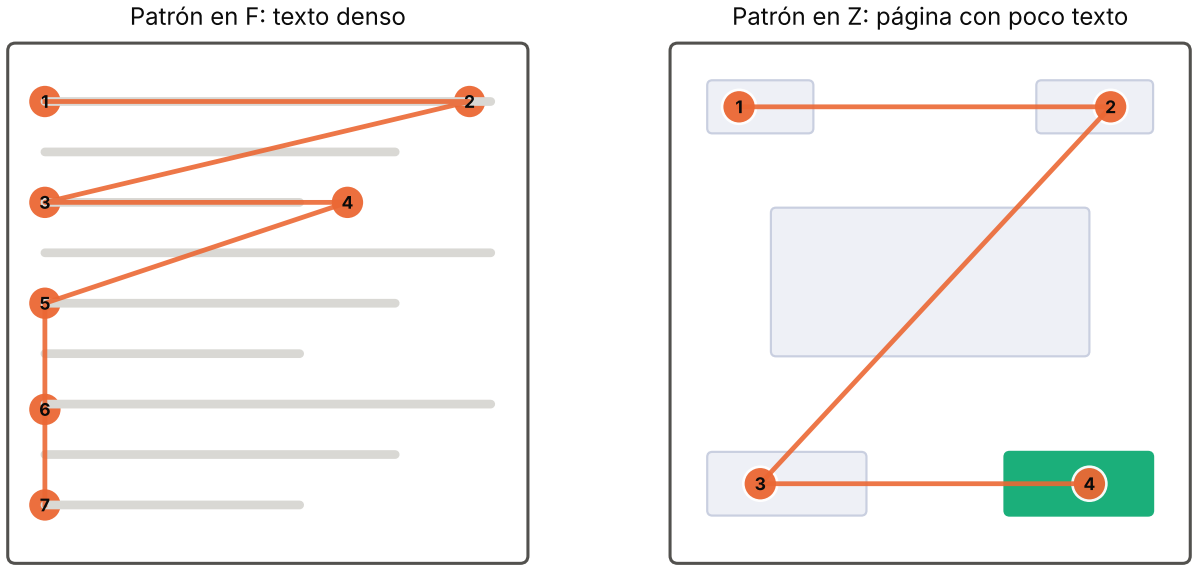
Diseñar a favor de la atención de las personas no significa diseñar productos aburridos, sino **alineados con sus objetivos**:

- **Señales de parada**: un final visible de la lista, un resumen al terminar, paginación en lugar de desplazamiento infinito cuando la tarea es encontrar.
- **Control de las interrupciones**: notificaciones agrupadas, configurables y desactivadas por defecto salvo las imprescindibles.
- **Valores por defecto protectores**: sin reproducción automática, sin rachas.
- **Transparencia**: mostrar el tiempo de uso si la persona lo pide, explicar por qué se recomienda algo.
- **Éxito definido por la tarea**: medir si la persona consiguió lo que quería y cuánto tardó.
- **Atención a los menores y a las personas más vulnerables**, para quienes estos mecanismos tienen más efecto.

En la Unión Europea, el Reglamento de Servicios Digitales obliga a las plataformas y buscadores de muy gran tamaño a evaluar y mitigar los riesgos sistémicos de sus servicios, entre ellos los efectos negativos sobre el bienestar físico y mental de las personas, y exige medidas de protección de los menores en todas las plataformas.

Práctica

Elige una aplicación que uses a diario y activa durante un día su contador de tiempo de uso (o el del sistema operativo). Anota cada vez que la abres **sin haberlo decidido** y qué te llevó a hacerlo. Identifica qué mecanismos del apartado 3 intervienen.



Recorridos típicos de la mirada, simplificados: los números indican el orden de las fijaciones.

Figura 13: Patrones de lectura en F y en Z. En páginas con mucho texto la mirada barre las primeras líneas y luego baja por el margen izquierdo; en páginas con poco texto salta en zigzag entre los elementos destacados.

Laboratorio: mapa de calor simulado

ℹ Laboratorio interactivo

Los **mapas de calor** de un estudio de seguimiento ocular (*eye tracking*) acumulan las fijaciones de muchas personas. Este laboratorio **simula** fijaciones a partir de los patrones en F y en Z para que veas cómo se forman: elige el tipo de página y el número de personas.

Este laboratorio es interactivo en la versión web: pablosancheznunez.com/prototipos-baja-fidelidad

Caso práctico resuelto

ℹ Notificaciones que respetan la atención

Primera propuesta: notificar cada vez que se libera una sala. Resultado previsible: decenas de avisos al día, que los usuarios silencian.

Rediseño centrado en el bienestar:

- Solo notificaciones **solicitadas** («avísame si se libera una sala esta tarde para 4»).
- Un **recordatorio** antes de la reserva, configurable.
- Sin notificaciones promocionales ni de «racha de estudio».
- Horario silencioso por defecto por la noche.

Ejercicios graduados

Básico. Clasifica estas notificaciones en útiles o intrusivas: recordatorio de tu reserva; «Hace 3 días que no reservas»; aviso de que tu sala de espera está libre.

Explicaciones

Útiles: el recordatorio y el aviso solicitado. Intrusiva: «Hace 3 días que no reservas», que busca la interacción, no ayudar.

Avanzado. Propón una métrica que indique que la app respeta la atención de los usuarios.

Explicaciones

Por ejemplo, la proporción de notificaciones que llevan a una acción útil (abrir la reserva, cancelar) frente a las ignoradas, o la tasa de usuarios que desactivan las notificaciones.

Actividades

Actividad: ¿Captación o bienestar?

Categorías: Mecanismo de captación · Diseño para el bienestar

- Desplazamiento infinito sin final
- Reproducción automática del siguiente vídeo
- Recompensas variables al refrescar el contenido
- Aviso «Has terminado las novedades de hoy»
- Notificaciones agrupadas en un resumen diario
- Rachas que se pierden si un día no entras
- Panel con el tiempo de uso y límites que elige la persona

Solución

- Desplazamiento infinito sin final → **Mecanismo de captación**
- Reproducción automática del siguiente vídeo → **Mecanismo de captación**
- Recompensas variables al refrescar el contenido → **Mecanismo de captación**
- Aviso «Has terminado las novedades de hoy» → **Diseño para el bienestar**
- Notificaciones agrupadas en un resumen diario → **Diseño para el bienestar**
- Rachas que se pierden si un día no entras → **Mecanismo de captación**
- Panel con el tiempo de uso y límites que elige la persona → **Diseño para el bienestar**

Actividad: ¿Qué mide en realidad?

Categorías: Atención · Valor para la persona

- Tiempo medio en la aplicación
- Número de sesiones al día
- Porcentaje que consigue lo que vino a hacer
- Satisfacción declarada tras usar el servicio
- Clics en notificaciones

Solución

- Tiempo medio en la aplicación → **Atención**
- Número de sesiones al día → **Atención**
- Porcentaje que consigue lo que vino a hacer → **Valor para la persona**
- Satisfacción declarada tras usar el servicio → **Valor para la persona**
- Clics en notificaciones → **Atención**

Reto evaluable

Reto del Tema 11 · Rediseño para la atención

Elige un servicio digital que use mecanismos de captación de la atención:

1. Identifica **al menos cuatro** mecanismos del apartado 3, con capturas, y explica qué métrica de negocio favorece cada uno.
2. Propón para tu propio proyecto **dos métricas de éxito** centradas en la persona y explica por qué no usas el tiempo de uso.
3. Rediseña en baja fidelidad **dos pantallas** del servicio elegido aplicando los criterios del apartado 4.
4. Valora qué perdería y qué ganaría la organización con tu rediseño.

Entrega: un informe hecho con la plantilla de entrega. Se evalúa con la rúbrica que incluye la plantilla. Este reto **no tiene solución en el libro**: cada estudiante trabaja con un servicio distinto y la corrección la hace el profesorado.

Autoevaluación

Responde en el papel y comprueba después con las explicaciones del recuadro. En la versión web estas preguntas se corrigen automáticamente. No cuentan para la nota.

1. En la economía de la atención, muchos servicios gratuitos se financian con publicidad que se vende según la atención conseguida. *[V / F]*
2. Eliminar el final de la página para que no haya un punto natural en el que parar es el *[refuerzo intermitente / desplazamiento infinito / encuadre]*
3. Que al actualizar «a veces» haya contenido nuevo aprovecha el refuerzo _____
4. Para una aplicación de búsqueda en el catálogo, un aumento del tiempo de uso es siempre una buena señal. *[V / F]*
5. ¿Cuál de estas decisiones favorece el bienestar digital?

(a) Activar la reproducción automática por defecto (b) Agrupar las notificaciones y dejar desactivadas las no imprescindibles (c) Mostrar una racha de días consecutivos de uso

6. Las rachas de uso aprovechan sobre todo el sesgo de *[anclaje / aversión a la pérdida / confirmación]*

Explicaciones

- Es el núcleo del modelo: la atención es lo que se vende.
- Sin final visible, no hay señal de parada.
- Las recompensas impredecibles son las que más enganchan.
- Si la tarea es encontrar, más tiempo suele significar más dificultad.
- Reducir las interrupciones devuelve el control a la persona.
- Perder la racha pesa más que el valor de lo que se hace cada día.

Recursos complementarios

Recurso	Para qué sirve
Williams, J. (2018), en acceso abierto	La lectura obligatoria
Center for Humane Technology	Guías de diseño que respeta la atención
Reglamento (UE) 2022/2065 de Servicios Digitales	Riesgos sistémicos y protección de menores

Tema 12. Diseño equitativo, inclusivo y accesible

Objetivos

- Aplicar la perspectiva de género, la diversidad funcional y la diversidad cultural a las decisiones de interfaz.
- Incorporar los criterios de accesibilidad desde la baja fidelidad.
- Comprobar el contraste y la distinción de los colores con datos.

Glosario del tema

Diseño inclusivo · Accesibilidad · WCAG · Espectro de personas · GenderMag · Contraste · Daltonismo · Orden de foco

Descargas

Script R del capítulo Plantilla de entrega del reto (.qmd) Tema de estilo (.scss)

Lectura obligatoria

Burnett, M.; Stumpf, S.; Macbeth, J.; Makri, S.; Beckwith, L.; Kwan, I.; Peters, A.; Jernigan, W. (2016). GenderMag: A method for evaluating software's gender inclusiveness. *Interacting with Computers*, 28(6), 760-787.

Lecturas complementarias

- W3C (2023) — La norma de referencia de la accesibilidad web.
- Microsoft () — El kit que popularizó el espectro de personas.
- University of Cambridge () — Métodos y herramientas para estimar la exclusión.

1. Equidad, inclusión y accesibilidad

- **Accesibilidad**: que las personas con discapacidad puedan percibir, entender, navegar e interactuar con el producto. Tiene normas técnicas y obligaciones legales.
- **Diseño inclusivo**: diseñar teniendo en cuenta toda la diversidad humana (capacidades, edad, género, cultura, idioma, contexto), y no a un usuario «medio» que no existe.
- **Equidad**: que el diseño no reparta los beneficios y las cargas de forma injusta entre grupos.

El kit de diseño inclusivo de Microsoft propone el **espectro de personas**: una limitación puede ser **permanente** (una persona con un solo brazo), **temporal** (un brazo escayolado) o **situacional** (un brazo ocupado con un bebé). Diseñar para la permanente beneficia a muchas más personas.

2. Perspectiva de género

Burnett et al. (2016) desarrollaron **GenderMag**, un método de inspección (parecido a la revisión heurística del Tema 2) que usa personajes para detectar sesgos de género en el software. Se basa en cinco **facetas** cognitivas en las que la investigación ha encontrado diferencias estadísticas entre grupos de género: la **motivación** para usar la tecnología, el **estilo de procesar la información** (completo o selectivo), la **autoeficacia** con el ordenador, la **actitud ante el riesgo** y el **estilo de aprendizaje** (por proceso o probando). El objetivo no es diseñar «para mujeres» y «para hombres», sino que el software funcione bien para todo el espectro de estas facetas.

En las decisiones de baja fidelidad, la perspectiva de género aparece también en los **formularios** (pedir el género solo si hace falta, con opciones inclusivas y no obligatorio), las **imágenes y los ejemplos** (quién aparece y haciendo qué) y el **lenguaje**.

3. Diversidad funcional: accesibilidad desde la baja fidelidad

Las **WCAG 2.2** (W3C, 2023) organizan los requisitos en cuatro principios: el contenido debe ser **perceptible**, **operable**, **comprensible** y **robusto**. Cada criterio tiene un nivel de conformidad (A, AA, AAA); la normativa europea y española exige el nivel **AA**:

- El **Real Decreto 1112/2018** obliga a los sitios web y aplicaciones del sector público.
- La **Directiva (UE) 2019/882** (Acta Europea de Accesibilidad), transpuesta en España por la Ley 11/2023, se aplica desde el 28 de junio de 2025 a productos y servicios como el comercio electrónico, la banca o los libros electrónicos.

Muchas decisiones de accesibilidad se toman en baja fidelidad:

Decisión en el esquema	Criterio relacionado
Estructura de encabezados y orden de lectura	Información y relaciones; orden significativo
Orden de foco con teclado	Orden del foco; foco visible
Etiquetas visibles en los campos	Etiquetas o instrucciones
No transmitir información **solo con el color**	Uso del color
Tamaño de los objetivos táctiles (mínimo 24 × 24 px en WCAG 2.2)	Tamaño del objetivo (mínimo)
Mensajes de error que dicen qué pasa y cómo corregirlo	Identificación de errores; sugerencias

4. Color: contraste y daltonismo

El contraste mínimo AA es de **4,5:1** para el texto normal, **3:1** para el texto grande y **3:1** para los componentes de interfaz y los gráficos. Cerca del 8 % de los hombres y del 0,5 % de las mujeres de ascendencia europea tienen alguna deficiencia en la visión de los colores, sobre todo en el eje rojo-verde. Por eso un mensaje de error y uno de éxito no pueden distinguirse solo por ser rojo o verde: necesitan además un icono o un texto.

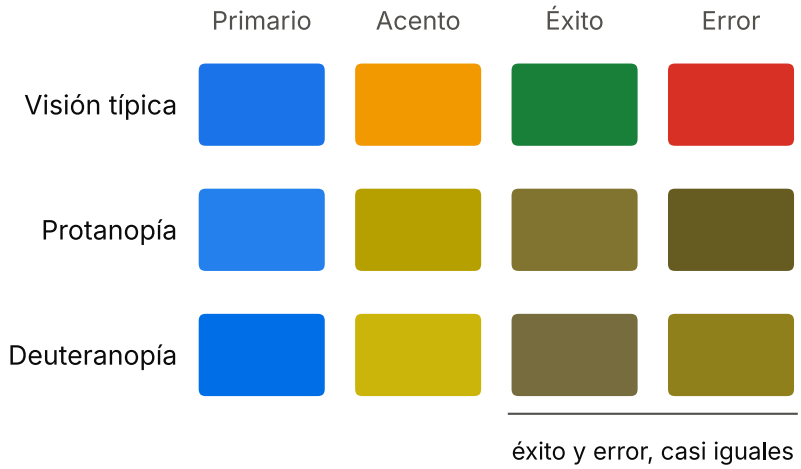


Figura 14: Cuatro colores de una paleta tal como se ven con visión típica y simulados con protanopía y deuteranopía (modelo de Machado et al., 2009). El rojo de error y el verde de éxito se vuelven casi iguales.

5. Diversidad cultural

- **Idiomas y longitud de los textos**: una etiqueta en alemán puede ocupar bastante más espacio que en inglés; los esquemas deben dejar margen.
- **Dirección de lectura**: en árabe o hebreo la interfaz se refleja de derecha a izquierda.

- **Formatos**: fechas, horas, números y monedas cambian según el país.
- **Nombres**: no todas las culturas tienen «nombre y apellidos»; un único campo «Nombre completo» es más inclusivo.
- **Iconos y símbolos**: su significado no es universal.

Práctica en R: comprobar los colores

```
source("datos/funciones_ux.R")
revisar_paleta(paleta_ejemplo)[, c("nombre", "contraste", "texto_normal_AA",
"componente_AA")]
```

Ejercicio 12.1

El color de acento `#f29900` no cumple el contraste para texto sobre blanco. ¿Cumple al menos el mínimo de 3:1 para **componentes** (un icono, el borde de un campo)?

i Ejercicio: completa los huecos _____

```
cumple_wcag("#f29900", "#ffffff", tipo = "_____")
```

i Pista

Los tipos posibles son «normal», «grande» y «componente».

Solución

```
cumple_wcag("#f29900", "#ffffff", tipo = "componente")
```

`FALSE`: su contraste es 2,25:1. Ni siquiera sirve como único indicador visual de un control; habría que oscurecerlo o acompañarlo de un borde con más contraste.

Ejercicio 12.2

Simula cómo ve los colores de error y éxito una persona con **deuteranopía** y calcula la diferencia de luminosidad entre ellos con `distinguibles()`. Un valor cercano a 1 significa que no se distinguen por luminosidad.

i Ejercicio: completa los huecos _____

```
d <- simular_daltonismo(paleta_ejemplo[c("error", "exito")], tipo = "_____")
d
distinguibles(d[1], d[2])
```

i Pista

Los tipos son «protan», «deutan» y «tritan».

Solución

```
d <- simular_daltonismo(paleta_ejemplo[c("error", "exito")], tipo = "deutan")
d
distinguibles(d[1], d[2])
```

Alrededor de 1,3: con deuteranopía, el rojo de error y el verde de éxito se convierten en dos marrones oliva casi iguales, muy lejos del 3:1 que se pide para distinguir componentes. Los mensajes deben llevar icono y texto.

Laboratorio: contraste y daltonismo

Laboratorio interactivo

Elige un color de texto y uno de fondo. El laboratorio calcula la **razón de contraste** de las WCAG 2.2, te dice qué niveles cumple y simula cómo ven la combinación las personas con los tres tipos principales de daltonismo (matrices de Machado, Oliveira y Fernandes, 2009).

Este laboratorio es interactivo en la versión web: pablosancheznunez.com/prototipos-baja-fidelidad

Caso práctico resuelto

Revisión de accesibilidad de un esquema

Revisión del esquema de reserva con criterios WCAG antes de pasar a alta fidelidad:

- **Información no solo por color:** las salas ocupadas no se distinguen solo en gris; llevan el texto «Ocupada».
- **Objetivos táctiles** de al menos 44 × 44 px para los botones de franja.
- **Orden de lectura y foco** anotados en el esquema: cabecera, filtros, lista, acción.
- **Etiquetas** visibles en los campos (no solo marcadores de posición).
- **Lenguaje claro** y alternativas: el mapa del edificio tiene una vista en lista equivalente para lectores de pantalla.

Ejercicios graduados

Básico. Anota en un esquema el orden de foco para navegar con teclado la pantalla de confirmación.

Explicaciones

Orden lógico: título (resumen de la reserva) → datos de la reserva → «Añadir al calendario» → «Cancelar reserva» → «Volver al inicio». El foco inicial debe ir al título para que el lector de pantalla anuncie el resultado.

Avanzado. Propón cómo hacer accesible el mapa interactivo del edificio.

Explicaciones

Ofrecer una alternativa equivalente (lista por plantas), etiquetas accesibles en cada sala del mapa, navegación con teclado y no depender del color para indicar disponibilidad.

Actividades

Actividad: ¿Qué principio de las WCAG se aplica?

Categorías: Perceptible · Operable · Comprensible · Robusto

- Las imágenes tienen texto alternativo
- Todo se puede usar solo con el teclado
- Los mensajes de error explican cómo corregirlos
- El código usa elementos HTML estándar que leen los lectores de pantalla
- El texto tiene un contraste suficiente con el fondo
- Hay tiempo suficiente para completar el formulario, o se puede ampliar
- La navegación está en el mismo sitio en todas las páginas

Solución

- Las imágenes tienen texto alternativo → **Perceptible**
- Todo se puede usar solo con el teclado → **Operable**
- Los mensajes de error explican cómo corregirlos → **Comprensible**
- El código usa elementos HTML estándar que leen los lectores de pantalla → **Robusto**
- El texto tiene un contraste suficiente con el fondo → **Perceptible**
- Hay tiempo suficiente para completar el formulario, o se puede ampliar → **Operable**
- La navegación está en el mismo sitio en todas las páginas → **Comprensible**

Actividad: ¿Inclusivo o excluyente?

Categorías: Inclusivo · Excluyente

- Un formulario con «Sexo: hombre / mujer» como campo obligatorio para pedir un libro
- Mostrar el estado de un préstamo con color, icono y texto
- Indicar los campos obligatorios solo en rojo
- Permitir escribir el nombre con tildes, eñes y apellidos compuestos
- Un captcha visual sin alternativa sonora o de otro tipo
- Ilustraciones con personas diversas en edad, origen y capacidades

Solución

- Un formulario con «Sexo: hombre / mujer» como campo obligatorio para pedir un libro → **Excluyente**. Pide un dato innecesario y con opciones cerradas.
- Mostrar el estado de un préstamo con color, icono y texto → **Inclusivo**
- Indicar los campos obligatorios solo en rojo → **Excluyente**
- Permitir escribir el nombre con tildes, eñes y apellidos compuestos → **Inclusivo**
- Un captcha visual sin alternativa sonora o de otro tipo → **Excluyente**
- Ilustraciones con personas diversas en edad, origen y capacidades → **Inclusivo**

Errores frecuentes

- **Dejar la accesibilidad para el final**: muchas barreras (orden de lectura, tamaños de toque, etiquetas) se deciden en el esquema.
- **Transmitir información solo con color.**
- **Pensar en la «persona media»**: diseña también para los extremos (Holmes, 2018).
- **Pedir datos que no hacen falta**, sobre todo sensibles.

Reto evaluable

Reto del Tema 12 · Revisión inclusiva del prototipo

Sobre el prototipo de tu proyecto:

1. Revisa los esquemas con la tabla del apartado 3: estructura de encabezados, **orden de foco** numerado sobre cada pantalla, etiquetas, uso del color y tamaño de los objetivos. Corrige lo que no cumpla.
2. Aplica **una de las facetas de GenderMag** a la tarea principal: ¿cómo la viviría una persona con baja autoeficacia o con aversión al riesgo? Propón un cambio.
3. Revisa los **formularios y los ejemplos** con criterios de perspectiva de género y diversidad cultural.
4. Si ya tienes una paleta provisional, comprueba su contraste y su distinción con daltonismo con `revisar_paleta()` y `simular_daltonismo()`.

Entrega: un informe hecho con la plantilla de entrega. Se evalúa con la rúbrica que incluye la plantilla. Este reto **no tiene solución en el libro**: cada estudiante trabaja con un proyecto distinto y la corrección la hace el profesorado.

Autoevaluación

Responde en el papel y comprueba después con las explicaciones del recuadro. En la versión web estas preguntas se corrigen automáticamente. No cuentan para la nota.

1. La accesibilidad solo se puede comprobar cuando el diseño visual está terminado. *[V / F]*
2. Un brazo ocupado con un bebé es, en el espectro de personas, una limitación *[permanente / temporal / situacional]*
3. Las WCAG organizan sus criterios en cuatro principios: perceptible, operable, comprensible y _____
4. El contraste mínimo AA para el texto normal es de *[3:1 / 4,5:1 / 7:1]*
5. Distinguir un mensaje de error de uno de éxito solo por el color rojo o verde cumple las WCAG. *[V / F]*
6. ¿Qué evalúa el método GenderMag?

(a) La proporción de mujeres en el equipo de diseño (b) Si el software funciona bien para todo el espectro de cinco facetas cognitivas, como la autoeficacia o la actitud ante el riesgo (c) El uso de lenguaje no sexista en los textos

7. La Directiva (UE) 2019/882 (Acta Europea de Accesibilidad) se aplica desde 2025 a servicios privados como el comercio electrónico. *[V / F]*

Explicaciones

- Estructura, orden de foco, etiquetas y uso del color se deciden en los esquemas.
- Situacional: depende de las circunstancias del momento.
- Perceptible, operable, comprensible y robusto.
- 4,5:1 para texto normal; 3:1 para texto grande y componentes.
- El criterio «uso del color» exige otro medio además del color.
- Usa personajes con distintos valores de las cinco facetas.
- Desde el 28 de junio de 2025; en España, a través de la Ley 11/2023.

Recursos complementarios

Recurso	Para qué sirve
W3C – WCAG 2.2	La norma
W3C WAI – Estándares y pautas	Introducción a las WCAG
GenderMag	Materiales del método
Microsoft Inclusive Design	Espectro de personas y kit
Inclusive Design Toolkit (Cambridge)	Estimar la exclusión
Real Decreto 1112/2018	Accesibilidad del sector público
Directiva (UE) 2019/882	Acta Europea de Accesibilidad

Galería interactiva de esquemas

Esta galería reúne los esquemas completos de **ReservaSala**, la app para reservar salas de estudio que sirve de ejemplo en los casos prácticos de todos los temas. Úsala como referencia de patrones, como material para criticar y como punto de partida para tus propios esquemas. Todos los esquemas son SVG: puedes descargarlos y editarlos con cualquier herramienta de diseño.

Las pantallas, una a una

Inicio



Figura 15: Pantalla de inicio: la próxima reserva arriba, la elección rápida de franja y las salas libres ahora.

Decisiones de diseño

- Lo más urgente primero: la **próxima reserva** (con cancelación a un toque).
- La pregunta de la investigación («¿cuándo quieres estudiar?») se convierte en **botones de franja** grandes.
- Resultados inmediatos sin pantalla intermedia: tres salas libres **ahora**.
- Navegación inferior con cuatro destinos, al alcance del pulgar.

Lista

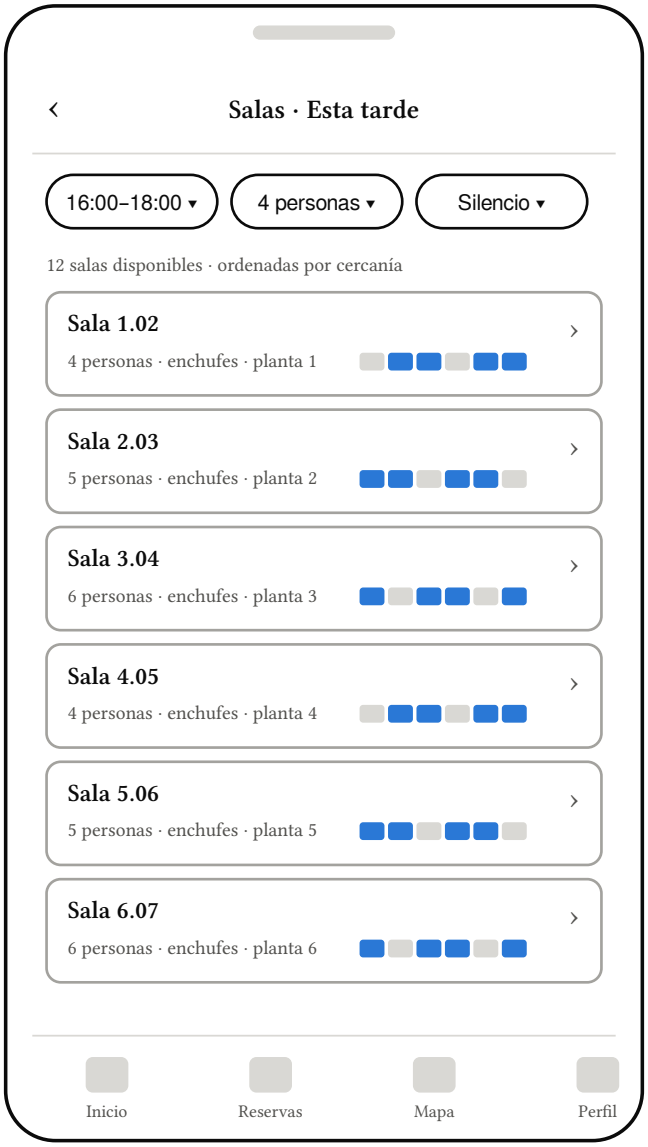


Figura 16: Lista de salas con filtros en forma de chips y una barra de disponibilidad compacta en cada fila.

Decisiones de diseño

- **Filtros visibles** como *chips*: se ve qué está filtrado sin abrir un panel.
- El recuento («12 salas disponibles») confirma que el filtro ha funcionado.
- La **barra horaria** de cada fila permite comparar sin entrar en el detalle.
- Orden explícito («por cercanía»): el usuario sabe por qué ve ese orden.

Detalle



Figura 17: Detalle de una sala: foto, características y disponibilidad del día con la acción principal fija abajo.

Decisiones de diseño

- La **disponibilidad** es el elemento central: es lo que decide la reserva.
- La leyenda no depende solo del color: dice «Libre» y «Ocupada».
- El botón concreta la acción («Reservar 16:00–18:00»), no solo «Reservar».

Formulario

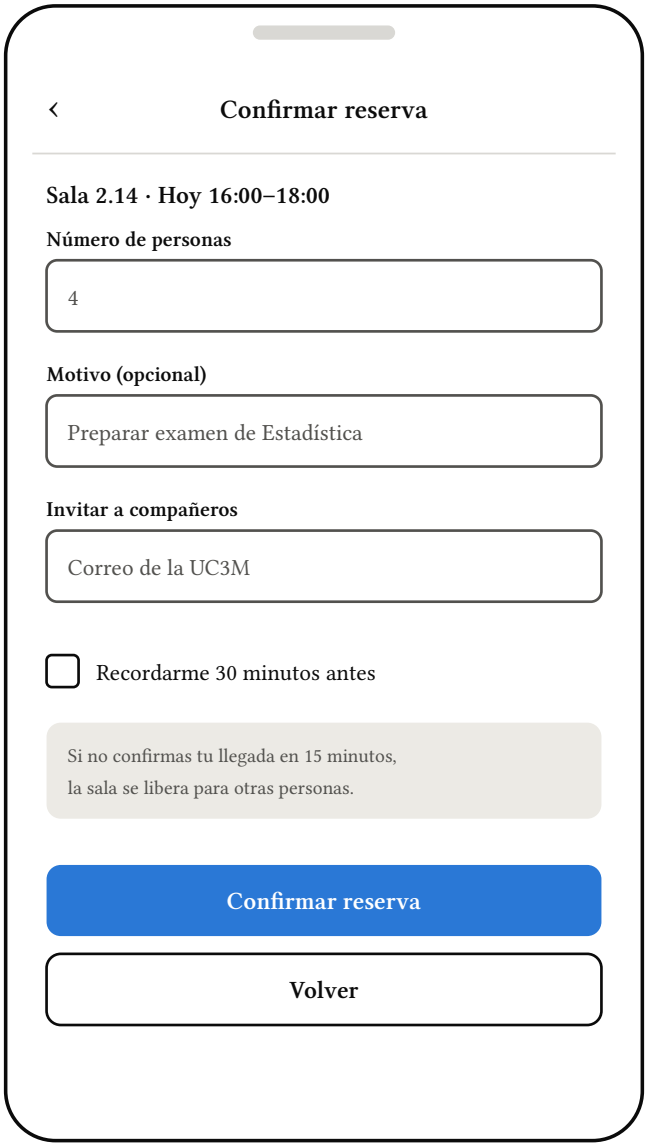


Figura 18: Confirmación de la reserva con tres campos etiquetados, una casilla de recordatorio y la regla de liberación explicada antes de confirmar.

Decisiones de diseño

- **Etiquetas visibles** encima de cada campo; el marcador de posición solo da un ejemplo.
- Se indica qué es **opcional**, no qué es obligatorio (la mayoría lo es).
- Las reglas («se libera en 15 minutos») se explican **antes** de confirmar, no después.
- Jerarquía clara: una acción principal y una secundaria.

Confirmación



Figura 19: Pantalla de éxito con el resumen de la reserva, el código y las acciones siguientes.

Decisiones de diseño

- Mensaje de éxito inequívoco y **resumen** para comprobar los datos.
- Las **acciones siguientes** más probables (calendario, cancelar).
- El código de reserva es corto y legible para dictarlo en el mostrador.

Estado vacío

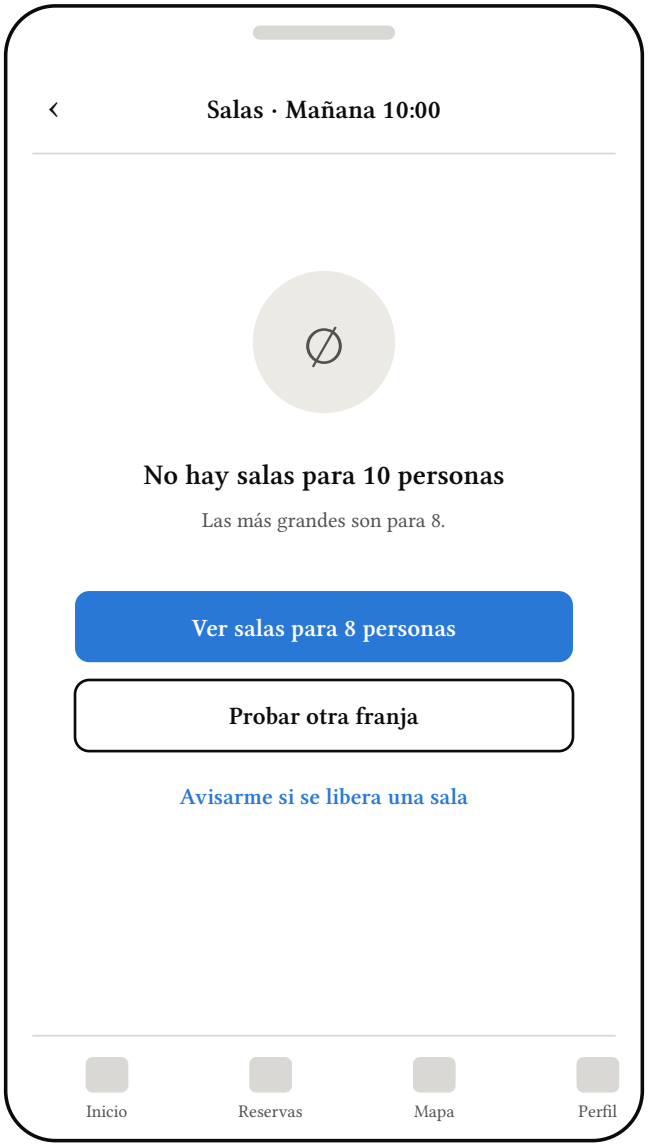
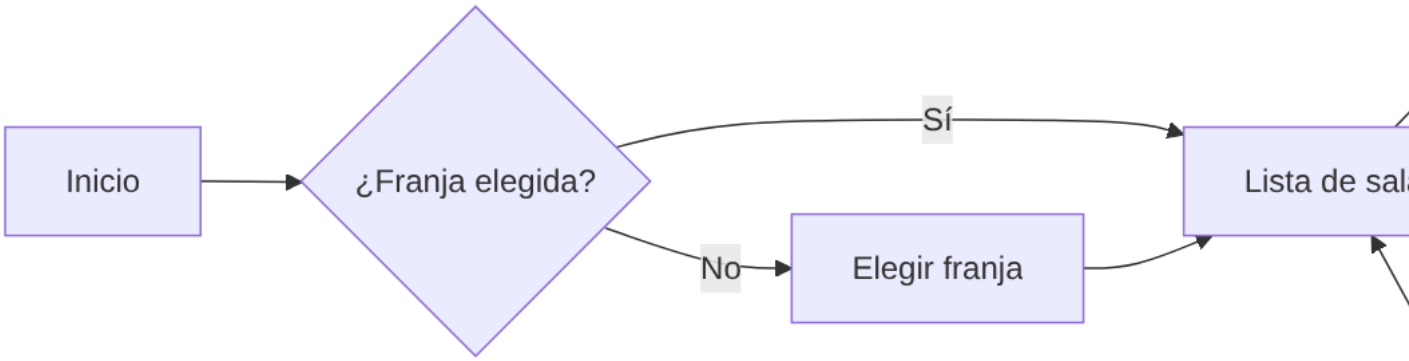


Figura 20: Estado vacío útil: explica por qué no hay resultados y ofrece alternativas.

Decisiones de diseño

- Explica el **motivo** («para 10 personas») y da el dato útil («las más grandes son para 8»).
- Ofrece **tres salidas**: relajar el filtro, cambiar la franja o esperar un aviso.
- Nunca un callejón sin salida.

El flujo completo



Flujo de reserva de ReservaSala con sus caminos alternativos.

Antes y después



Figura 21: **Antes.** Primera versión, con problemas de jerarquía, lenguaje y retroalimentación.



Figura 22: **Después.** La misma función rediseñada: la tarea principal primero y lenguaje de la persona.

Compara deslizando

Mueve el control para pasar de una versión a otra sobre la misma pantalla. También funciona con las flechas del teclado.

Actividad: encuentra los problemas

i Actividad: ¿Qué falla en esta primera versión?

Esta pantalla tiene **siete** problemas de usabilidad o accesibilidad. Pulsa sobre ellos y comprueba.



1. Cabecera con el nombre y la versión
2. Banner de noticias
3. Campo «AAAAMMDD-HHMM»
4. Campo «Cód. espacio»
5. Disponibilidad en dos grises
6. Botón «Ejecutar»
7. Botón «Borrar todo»
8. Ayuda «?» diminuta

Solución

1. Cabecera con el nombre y la versión: no. Poco útil, pero no impide la tarea.
2. Banner de noticias: **sí**. Ocupa la mejor zona de la pantalla y relega la tarea principal (jerarquía).
3. Campo «AAAAMMDD-HHMM»: **sí**. Sin etiqueta y con un formato rígido: mejor un selector de fecha y hora.
4. Campo «Cód. espacio»: **sí**. Nadie conoce los códigos: hay que elegir sala de una lista (reconocer mejor que recordar).
5. Disponibilidad en dos grises: **sí**. La información depende solo del tono y el contraste es bajo.
6. Botón «Ejecutar»: **sí**. Jerga del sistema: la acción es «Reservar».
7. Botón «Borrar todo»: **sí**. Acción destructiva con el mismo peso que la principal y junto a ella.
8. Ayuda «?» diminuta: **sí**. Demasiado pequeña para pulsarla y para verla.

El esquema anotado

Un esquema que se entrega a desarrollo o a la persona que hará la alta fidelidad necesita **anotaciones**: qué hace cada elemento, sus reglas y sus estados. Numera los elementos y escribe una nota breve y verificable para cada uno.

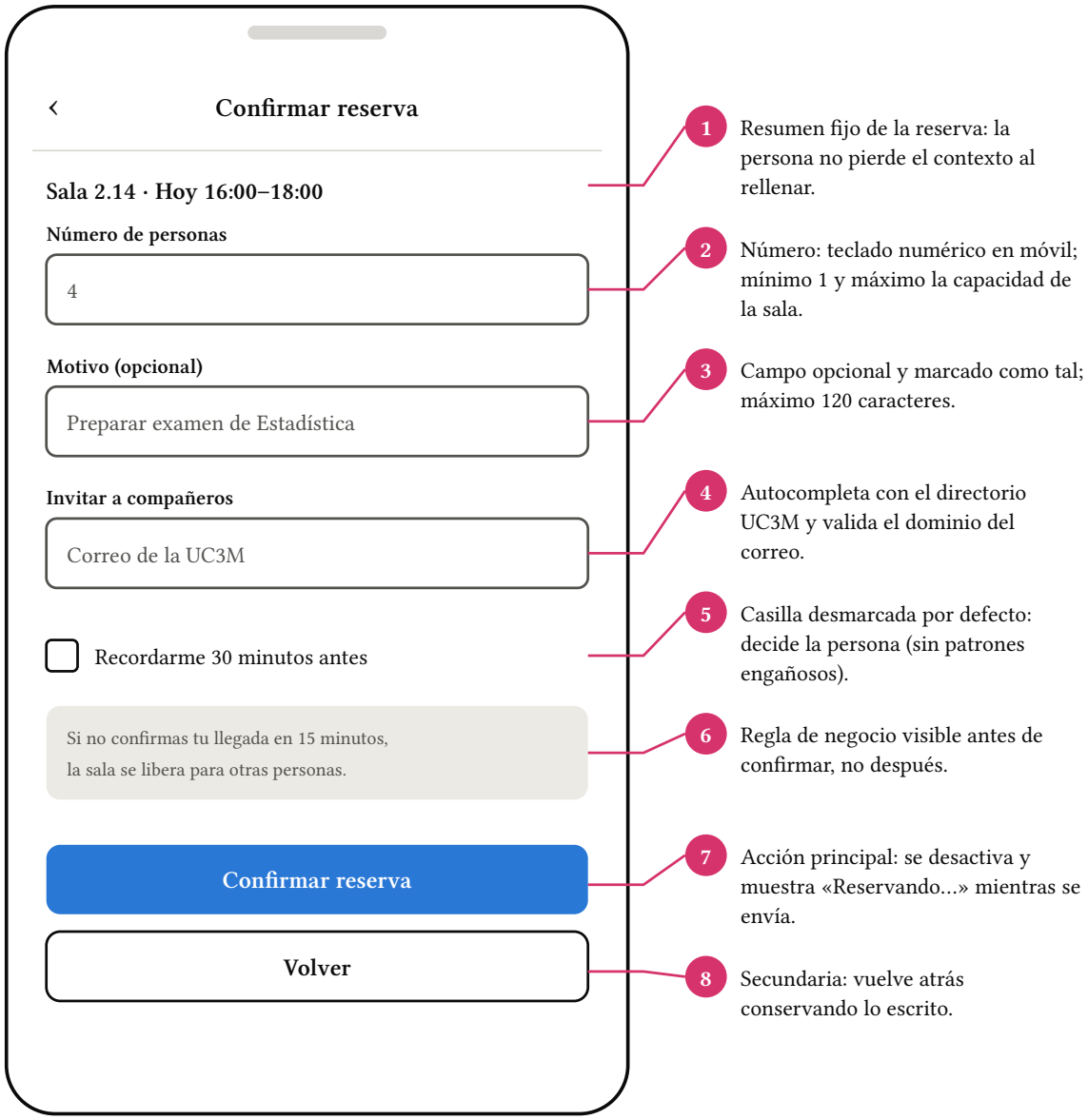


Figura 23: Esquema anotado del formulario de reserva: ocho notas numeradas explican el comportamiento de cada elemento.

Actividad: ¿Qué tipo de anotación es?

Clasifica estas anotaciones del esquema.

Categorías: Comportamiento · Contenido · Validación · Regla de negocio

- Al pulsar «Confirmar» el botón muestra «Reservando…»
- El motivo admite como máximo 120 caracteres
- La sala se libera si no confirmas en 15 minutos
- El título muestra sala, día y franja elegidos
- Solo se aceptan correos de la UC3M
- «Volver» conserva lo que se ha escrito
- Máximo 2 horas de reserva al día por persona
- Si no hay salas libres, se muestra el estado vacío con alternativas

Solución

- Al pulsar «Confirmar» el botón muestra «Reservando…» → **Comportamiento**. Describe qué ocurre al interactuar.
- El motivo admite como máximo 120 caracteres → **Validación**. Es una restricción sobre lo que se puede escribir.
- La sala se libera si no confirmas en 15 minutos → **Regla de negocio**. Viene de la normativa de la biblioteca, no de la interfaz.
- El título muestra sala, día y franja elegidos → **Contenido**. Indica qué información aparece.
- Solo se aceptan correos de la UC3M → **Validación**. Restringe los valores válidos.
- «Volver» conserva lo que se ha escrito → **Comportamiento**. Describe una respuesta del sistema.
- Máximo 2 horas de reserva al día por persona → **Regla de negocio**. Es una política del servicio.
- Si no hay salas libres, se muestra el estado vacío con alternativas → **Contenido**. Define qué se muestra en un caso concreto.

Laboratorio: ordenación de tarjetas

Laboratorio interactivo

La **ordenación de tarjetas** (*card sorting*) ayuda a decidir la arquitectura de la información antes de dibujar la navegación. Asigna cada contenido de ReservaSala a un grupo, cambia el nombre de los grupos si quieres y mira el mapa del sitio que resulta. Puedes descargarlo en SVG.

Comprueba después tu propuesta con personas reales: una ordenación **abierta** (ellas crean los grupos) para descubrir sus categorías y una **cerrada** (grupos dados) para validarlas.

Este laboratorio es interactivo en la versión web: pablosancheznunez.com/prototipos-baja-fidelidad

Laboratorio: constructor de esquemas

> ℹ Laboratorio interactivo
>
> Elige los bloques de una pantalla móvil y su orden. El laboratorio dibuja el esquema y señala problemas frecuentes. Puedes descargar el resultado como SVG.
>
> Este laboratorio es interactivo en la versión web: pablosancheznunez.com/prototipos-baja-fidelidad

Laboratorio: prototipo navegable

> ℹ Laboratorio interactivo
>
> Un prototipo de baja fidelidad navegable hecho solo con los esquemas de la galería y zonas pulsables. Haz la tarea: **reserva una sala para esta tarde**. Así se prueba un flujo antes de diseñar nada en alta fidelidad.
>
> Este laboratorio es interactivo en la versión web: pablosancheznunez.com/prototipos-baja-fidelidad

Para ver y seguir aprendiendo

Son enlaces, no vídeos incrustados: el vídeo se abre en la web de quien lo publica, así esta página no carga rastreadores de terceros. La mayoría está en inglés; activa los subtítulos si los necesitas.

- **Paper Prototyping 101** — Nielsen Norman Group. Cómo probar una idea con un prototipo en papel y corregirla en el momento.
- **Paper Prototyping: How to Create & Usability-Test Simple UI Prototypes** — Nielsen Norman Group. Tutorial largo con ejemplos de problemas que se descubren con prototipos de baja fidelidad.
- **Pencils vs. Pixels for UI Prototyping and Sketching** — Nielsen Norman Group. Profesionales explican cuándo prefieren bocetar a mano y cuándo en pantalla.
- **Presenting Low-Fidelity Prototypes to Stakeholders** — Nielsen Norman Group. Cómo presentar esquemas a las partes interesadas para obtener apoyo temprano.

Para tu proyecto

- Descarga los SVG desde el botón derecho del ratón («Guardar imagen como…») y edítalos en Figma, Penpot o Inkscape.
- Usa la lista de **decisiones de diseño** de cada pantalla como guion para presentar tus esquemas en la crítica.
- Reproduce el **prototipo navegable** con tus propias pantallas: es la forma más rápida de probar un flujo con cinco personas.

Patrones de navegación e interfaz

Un **patrón** es una solución probada a un problema de diseño que se repite. Usarlos no es copiar: las personas ya saben cómo funcionan, así que aprenden tu interfaz antes y cometen menos errores. Este apéndice reúne ocho patrones frecuentes en esquemas de móvil, con cuándo conviene usarlos, cuándo no y qué cuidar para que sean accesibles.

Galería de patrones

Pestañas inferiores

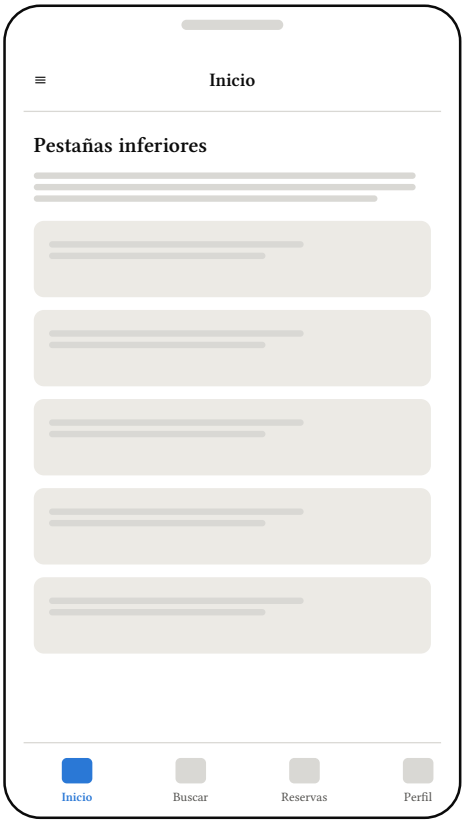


Figura 24: Esquema con cinco bloques de contenido y una barra inferior de cuatro pestañas: Inicio (activa), Buscar, Reservas y Perfil.

Qué es. Una barra fija en la parte inferior con entre 3 y 5 destinos principales.

Úsalo cuando la aplicación tiene pocas secciones de importancia parecida y la gente cambia a menudo entre ellas.

Evítalo cuando hay más de cinco destinos o una sola tarea domina: entonces sobra.

Accesibilidad. Cada pestaña lleva icono **y** texto; la activa se distingue por algo más que el color (peso, subrayado); zonas táctiles de al menos 44 × 44 px.

Menú lateral



Figura 25: Esquema con un panel lateral abierto sobre el contenido, con siete opciones: Inicio, Buscar salas, Mis reservas, Mapa, Normas, Ayuda y Cerrar sesión.

Qué es. Un panel que se abre desde el icono ≡ con toda la navegación.

Úsalo cuando hay muchas secciones secundarias (normas, ayuda, ajustes) que no caben en pestañas.

Evítalo para las acciones principales: lo que está escondido se usa menos. Combínalo con pestañas para lo frecuente.

Accesibilidad. El botón ≡ necesita un nombre accesible («Menú»); al abrirse, el foco pasa al panel y vuelve al botón al cerrarse; se cierra con Escape.

Migas de pan



Figura 26: Ficha de un libro con la ruta Catálogo, Historia, España contemporánea encima del título.

Qué es. La ruta jerárquica hasta la página actual, con cada nivel enlazado.

Úsalo cuando el contenido tiene una jerarquía profunda (catálogos, repositorios, sedes web institucionales).

Evítalo en aplicaciones planas o en flujos lineales: ahí no hay jerarquía que mostrar.

Accesibilidad. Envuélvelas en `<nav aria-label="Migas de pan">` y marca la página actual con `aria-current="page"`.

Asistente por pasos

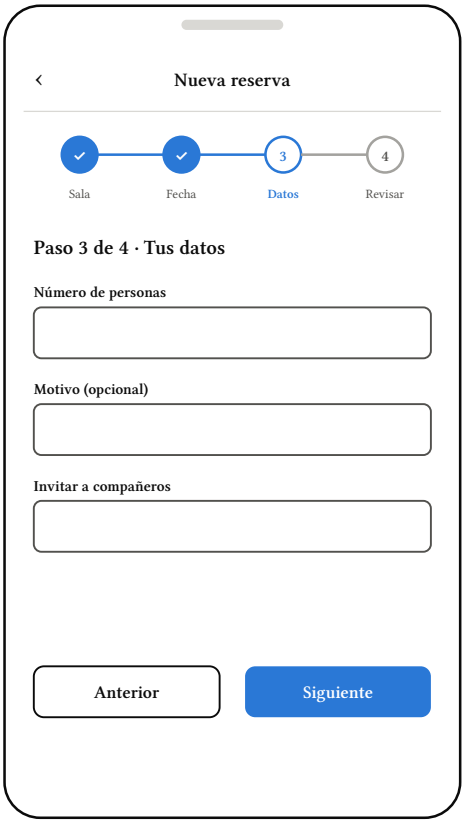


Figura 27: Formulario en el paso 3 de 4, con un indicador de pasos Sala, Fecha, Datos y Revisar y los botones Anterior y Siguiente.

Qué es. Divide una tarea larga en pasos con un indicador de progreso.

Úsalo cuando la tarea tiene partes claramente separadas y cada una depende de la anterior.

Evítalo para formularios cortos (menos de 6 campos): los pasos añaden clics sin ayudar.

Accesibilidad. Anuncia «Paso 3 de 4» como texto; permite volver atrás sin perder lo escrito; el paso «Revisar» antes de confirmar reduce errores.

Búsqueda con filtros

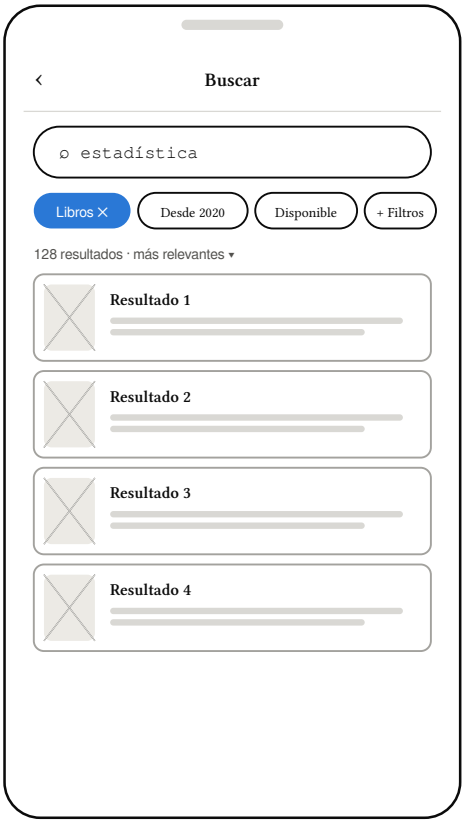


Figura 28: Buscador con la consulta estadística, filtros en forma de chip y una lista de 128 resultados.

Qué es. Un campo de búsqueda con filtros visibles (chips) que acotan los resultados.

Úsalo cuando hay muchos elementos y la gente sabe más o menos qué busca.

Evítalo si el catálogo es pequeño: una lista bien ordenada basta.

Accesibilidad. Muestra cuántos resultados hay y anúncialo al cambiar los filtros (`aria-live`); los filtros activos se pueden quitar uno a uno.

Rejilla de tarjetas



Figura 29: Rejilla de dos columnas con cuatro tarjetas de exposiciones, cada una con imagen, título y fecha.

Qué es. Elementos presentados como tarjetas con imagen y poco texto.

Úsalo cuando la imagen ayuda a elegir (exposiciones, salas, recetas) y los elementos son comparables.

Evítalo cuando la gente compara datos (precios, fechas, disponibilidad): una lista o una tabla se lee mejor.

Accesibilidad. Toda la tarjeta es un solo enlace con un nombre claro; la imagen decorativa lleva `alt=""`.

Diálogo de confirmación



Figura 30: Hoja inferior que pregunta si cancelar la reserva, con los botones Sí, cancelar y No, mantenerla.

Qué es. Una ventana que interrumpe para pedir confirmación.

Úsalo solo para acciones destructivas o difíciles de deshacer.

Evítalo para avisos informativos: interrumpir sin necesidad entrena a la gente a pulsar «Aceptar» sin leer. Mejor ofrece «Deshacer».

Accesibilidad. Botones con verbos concretos («Sí, cancelar», no «Aceptar»); el foco queda atrapado dentro mientras está abierto y vuelve al origen al cerrar.

Acordeón

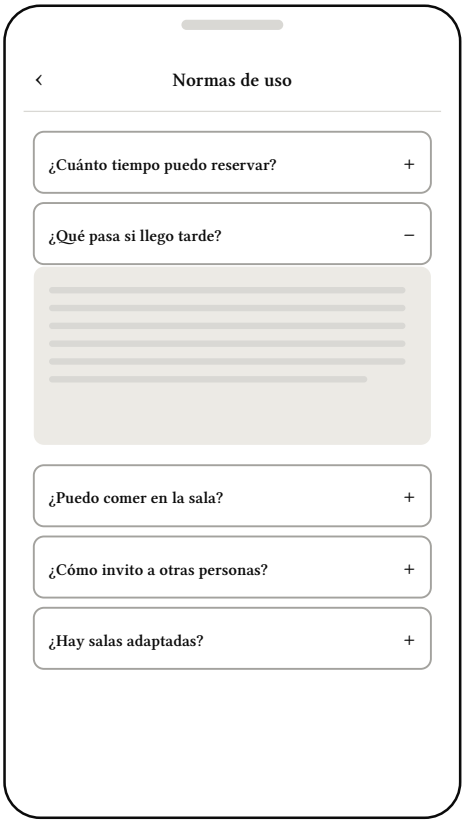


Figura 31: Lista de preguntas frecuentes plegables; la segunda está abierta y muestra su respuesta.

Qué es. Secciones que se despliegan al pulsar su título (divulgación progresiva).

Úsalo cuando hay mucha información de consulta y cada persona necesita solo una parte (preguntas frecuentes, normas).

Evítalo para el contenido que todo el mundo necesita leer: escondido, se lo saltan.

Accesibilidad. Cada título es un botón con `aria-expanded`; usa `<details>` y `<summary>` si puedes, porque ya son accesibles.

Actividad: elige el patrón

Actividad: ¿Qué patrón usarías en cada caso?

Categorías: Pestañas inferiores · Menú lateral · Migas de pan · Asistente por pasos · Búsqueda con filtros · Diálogo de confirmación · Acordeón

- La app del campus tiene cuatro secciones que se usan a diario: horario, notas, biblioteca y comedor
- Además, hay ajustes, ayuda, privacidad y cerrar sesión
- Un repositorio con comunidades, colecciones y documentos
- Solicitar una beca: datos personales, académicos, económicos y documentos
- Encontrar un libro entre 400 000
- Eliminar todas las reservas de la semana
- Treinta preguntas sobre el uso de las salas

Solución

- La app del campus tiene cuatro secciones que se usan a diario: horario, notas, biblioteca y comedor → **Pestañas inferiores**. Pocas secciones frecuentes y de igual peso.
- Además, hay ajustes, ayuda, privacidad y cerrar sesión → **Menú lateral**. Secundarias y poco frecuentes.
- Un repositorio con comunidades, colecciones y documentos → **Migas de pan**. Jerarquía profunda.
- Solicitar una beca: datos personales, académicos, económicos y documentos → **Asistente por pasos**. Tarea larga con partes separadas.
- Encontrar un libro entre 400 000 → **Búsqueda con filtros**. Mucho contenido y una búsqueda concreta.
- Eliminar todas las reservas de la semana → **Diálogo de confirmación**. Acción destructiva.
- Treinta preguntas sobre el uso de las salas → **Acordeón**. Información de consulta, cada persona necesita una parte.

Kit de componentes y plantillas

Descarga estos recursos para bocetar a mano o en una herramienta de diseño. El kit en SVG se puede importar en Figma, Penpot o Inkscape y cada componente es un grupo con nombre.

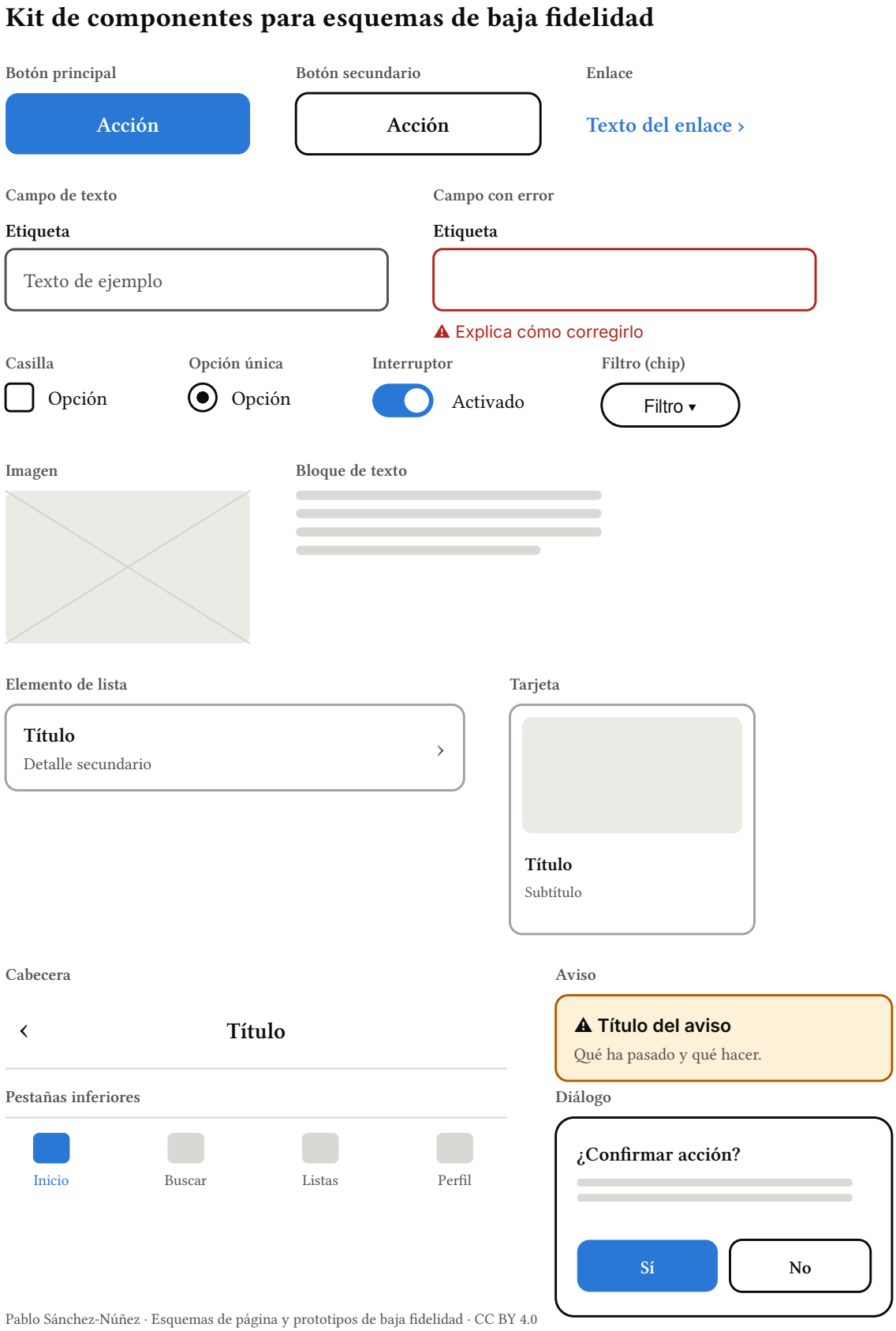


Figura 32: Kit de componentes para esquemas: botones, enlace, campos, casilla, opción única, interruptor, chip, imagen, texto, elemento de lista, tarjeta, cabecera, pestañas, aviso y diálogo.

Recurso	Para qué sirve	Descarga
Kit de componentes	Componer esquemas digitales con piezas coherentes	SVG
Seis pantallas de móvil	Bocetar un flujo completo con notas bajo cada pantalla	PDF A4
Crazy 8s	Generar ocho ideas en ocho minutos antes de elegir	PDF A4
Escritorio con rejilla	Esquemas de escritorio alineados a 12 columnas	PDF A4
Hoja de flujo	Dibujar flujos con la notación del capítulo 5	PDF A4
Plantillas del curso	Pantallas de móvil con campos de proyecto y versión	PDF

Dos casos completos

ReservaSala acompaña todo el libro. Estos dos casos aplican el mismo proceso a problemas distintos, de principio a fin: problema, métricas, flujo, arquitectura y esquemas. Úsalos como modelo para tu proyecto o como práctica: intenta resolver cada paso antes de leer la propuesta.

Caso 1: el catálogo de la biblioteca

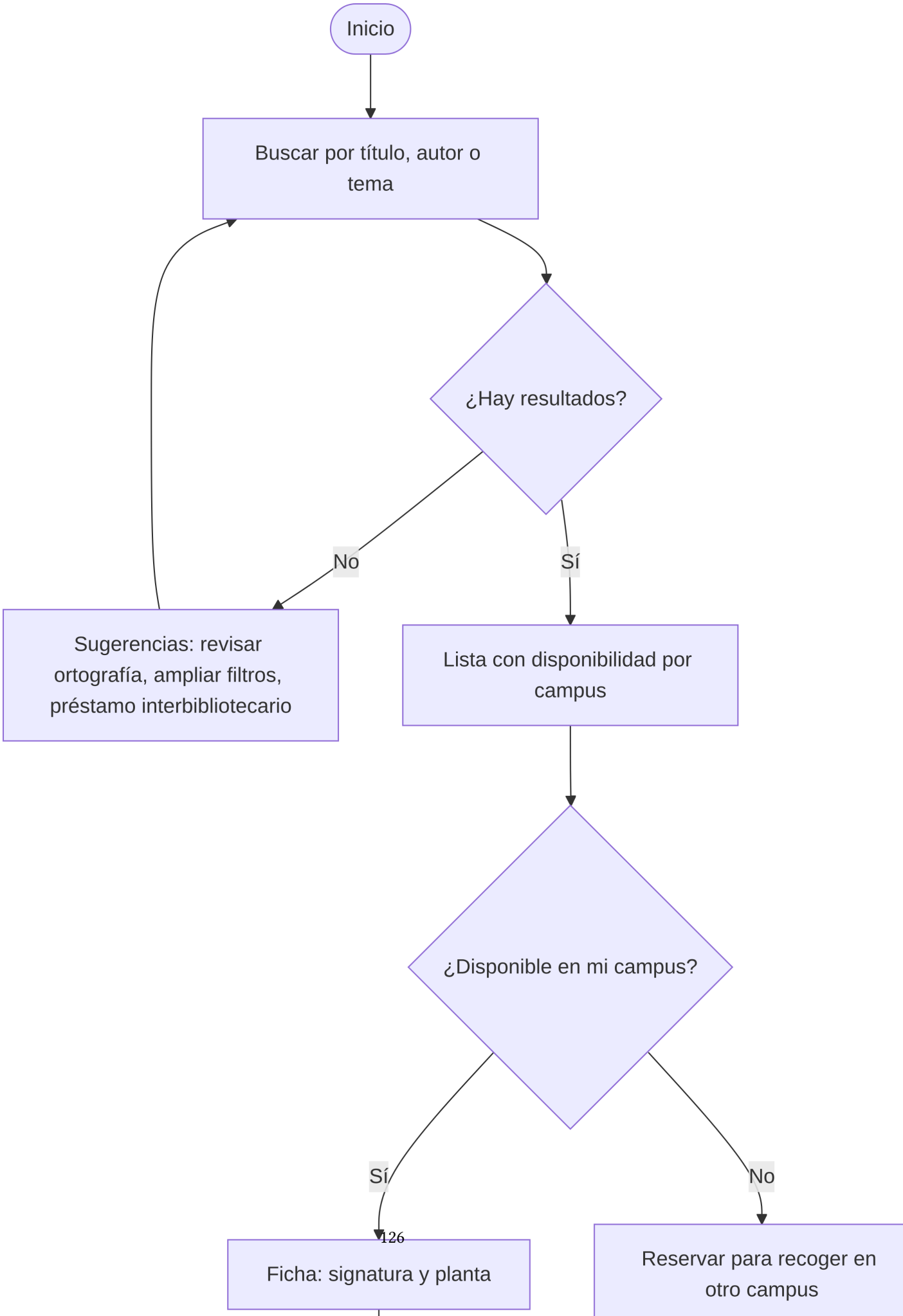
Problema

> **i** Enunciado del problema
>
> El estudiantado de grado **necesita** saber en pocos segundos si un libro está disponible y en qué campus **porque** desplazarse a otro campus para un libro prestado le hace perder una mañana. **Sabremos que lo hemos resuelto** cuando 8 de cada 10 personas encuentren un libro y su disponibilidad en menos de un minuto en una prueba con 5 participantes.

Hipótesis de diseño. Si mostramos la disponibilidad por campus en la lista de resultados (y no solo en la ficha), la gente necesitará abrir menos fichas y tardará menos.

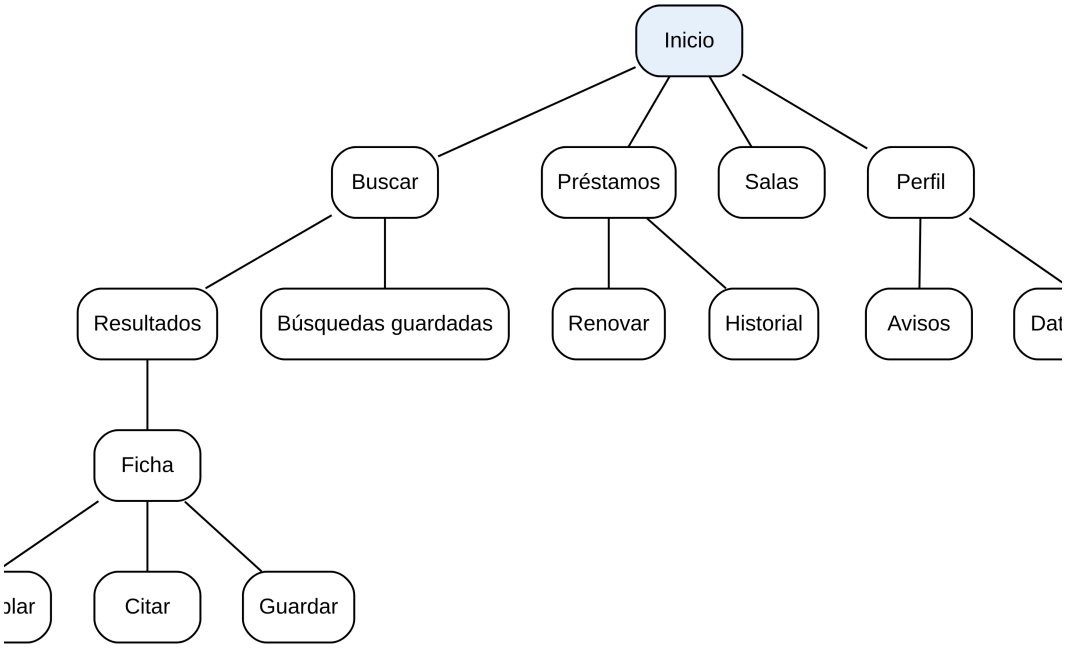
Métricas (HEART). *Tarea*: porcentaje de éxito y tiempo hasta ver la disponibilidad. *Adopción*: reservas hechas desde el móvil. *Satisfacción*: una pregunta de facilidad (SEQ) tras cada tarea.

Flujo de usuario


Inicio
Buscar por título, autor o tema
¿Hay resultados?
No
Sí
Sugerencias: revisar ortografía, ampliar filtros, préstamo interbibliotecario
Lista con disponibilidad por campus
¿Disponible en mi campus?
Sí
No
Ficha: signatura y planta
Reservar para recoger en otro campus

Flujo de búsqueda y reserva de un libro, con los caminos alternativo y de error.

Mapa del sitio



Arquitectura de la información de la app de la biblioteca.

Esquemas

1 · Buscar



Figura 10: Pantalla de inicio del catálogo con buscador, búsquedas recientes y préstamos.

- El buscador es lo primero: es la tarea principal.
- Las **búsquedas recientes** ahorran escribir en móvil.
- Los préstamos que vencen pronto se destacan con texto («Vence en 2 días»), no solo con color.

2 · Resultados

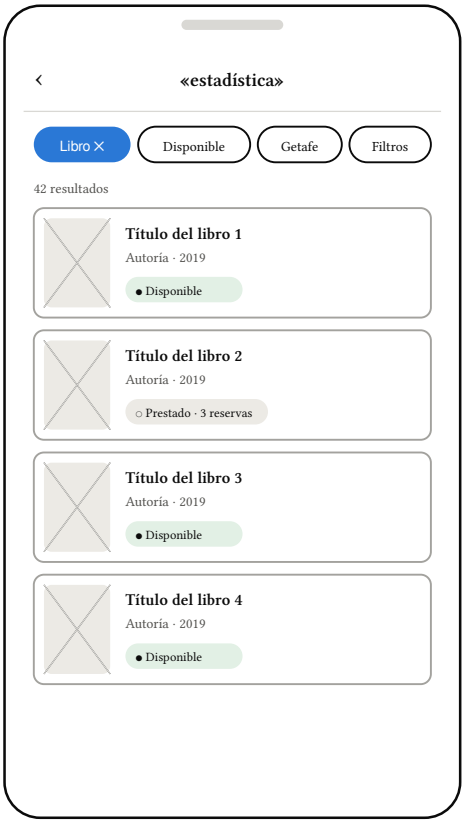


Figura 11: Lista de 42 resultados con filtros y la disponibilidad de cada libro.

- La **disponibilidad aparece en la lista**: es la hipótesis de diseño.
- Etiquetas con símbolo y texto (● Disponible / ○ Prestado), legibles sin color.
- Los filtros activos se ven y se quitan con un toque.

3 · Ficha

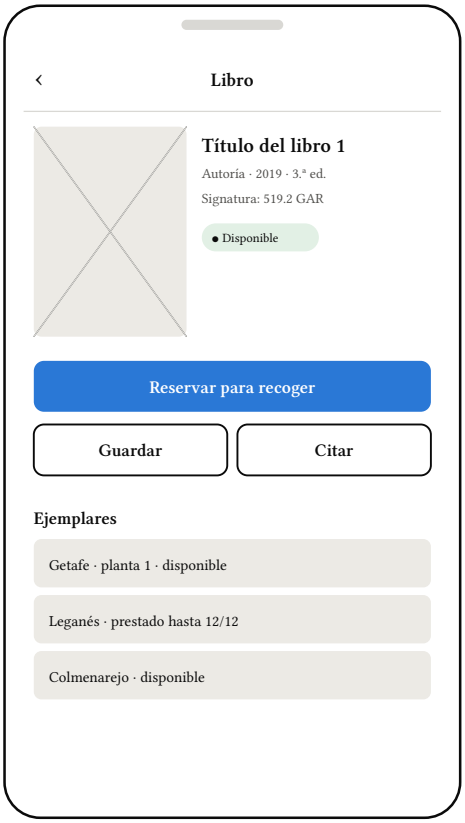


Figura 12: Ficha del libro con signatura, disponibilidad, botones de reservar, guardar y citar, y ejemplares por campus.

- La **signatura** está arriba: es lo que se necesita para ir a la estantería.
- Una sola acción principal; «Guardar» y «Citar» son secundarias.

4 · Reservar

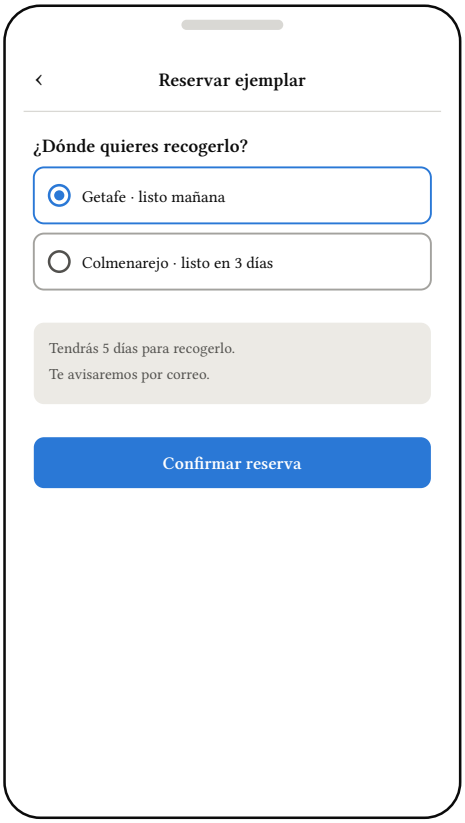


Figura 13: Elección del campus de recogida y botón para confirmar la reserva.

- Cada opción dice **cuándo** estará listo: es lo que decide la elección.
- La norma (5 días para recogerlo) se ve antes de confirmar.

Decisiones y alternativas descartadas

Decisión	Alternativa descartada	Por qué
Disponibilidad en la lista	Solo en la ficha	Obliga a abrir cada ficha: más toques y más tiempo
Pestañas inferiores	Menú lateral	Buscar y Préstamos se usan casi a diario
Búsqueda única	Búsqueda avanzada en portada	La mayoría busca por título; la avanzada va en «Filtros»

i Actividad: Ordena el flujo principal del catálogo

- Abrir la ficha del libro disponible
- Anotar la signatura y la planta
- Escribir el título en el buscador
- Ir a la estantería
- Revisar la lista con la disponibilidad por campus

Solución

1. Escribir el título en el buscador
2. Revisar la lista con la disponibilidad por campus
3. Abrir la ficha del libro disponible
4. Anotar la signatura y la planta
5. Ir a la estantería

Caso 2: la app del museo

Problema

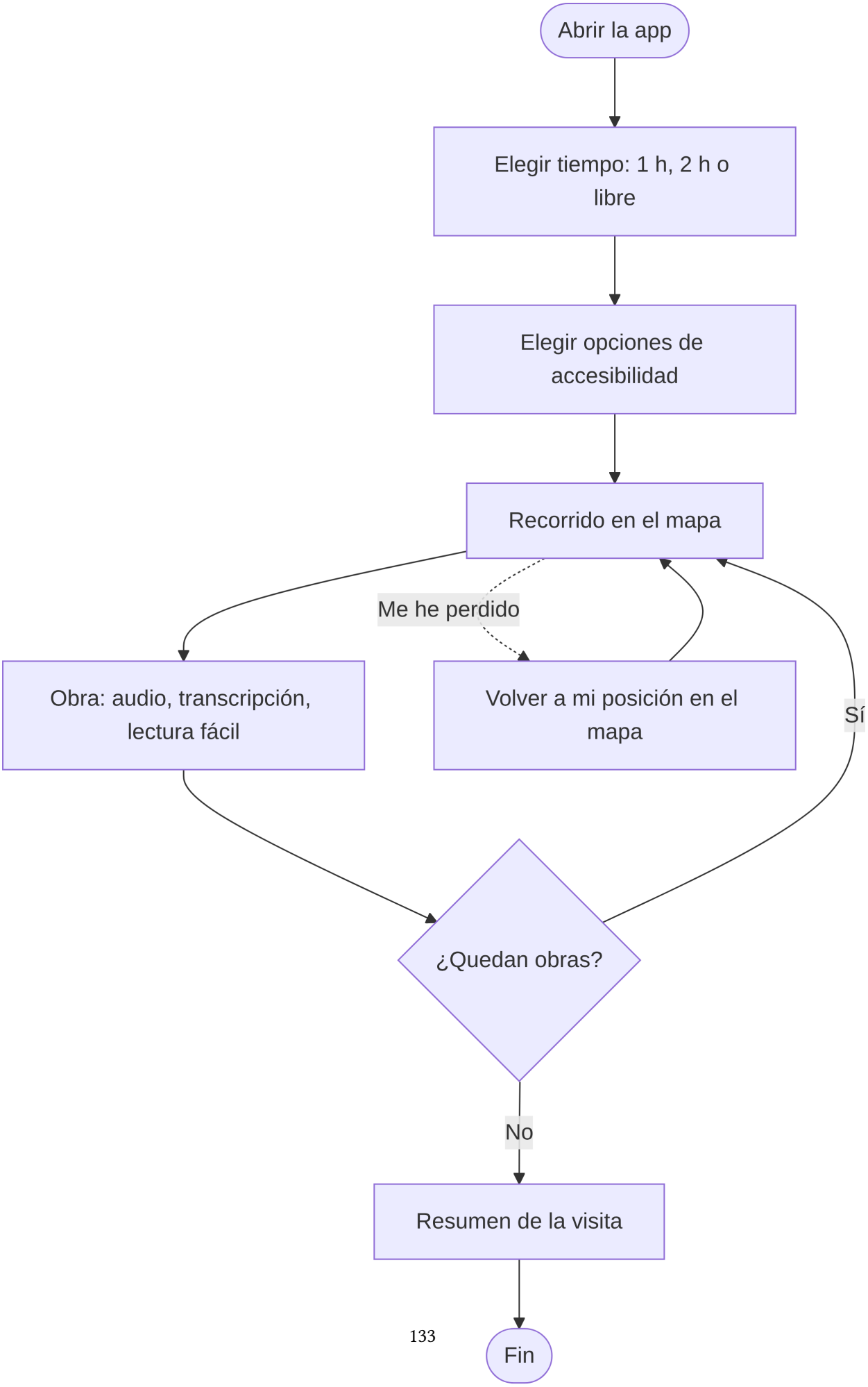
Enunciado del problema

Las personas que visitan el museo por primera vez **necesitan** saber qué ver si solo tienen una hora **porque** se pierden entre salas y se van sin ver las obras principales. **Sabremos que lo hemos resuelto** cuando quienes usen el recorrido de una hora vean al menos 5 de las 6 obras clave.

Hipótesis de diseño. Si la visita empieza eligiendo el **tiempo disponible** (y no recorriendo un catálogo), la gente planificará mejor y verá más obras clave.

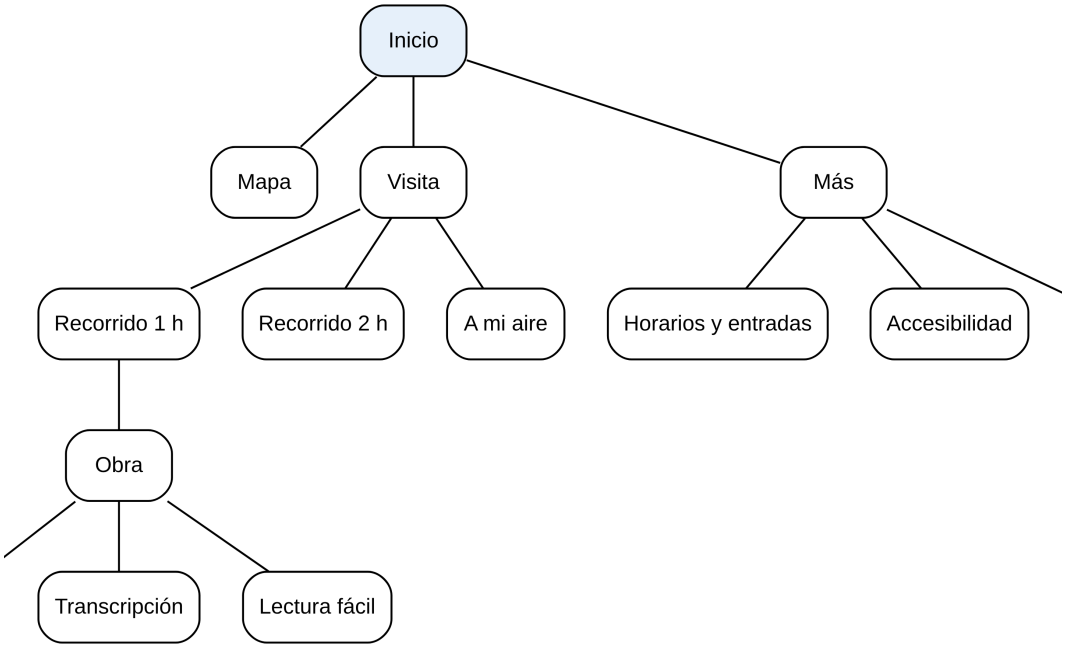
Requisito de inclusión. Desde el primer esquema: recorrido sin escaleras, audiodescripción y versión de lectura fácil.

Flujo de usuario


Abrir la app
Elegir tiempo: 1 h, 2 h o libre
Elegir opciones de accesibilidad
Recorrido en el mapa
Me he perdido
Obra: audio, transcripción, lectura fácil
Volver a mi posición en el mapa
Sí
¿Quedan obras?
No
Resumen de la visita
Fin

Flujo de la visita guiada por tiempo disponible.

Mapa del sitio



Arquitectura de la información de la app del museo.

Esquemas

1 · Planificar



Figura 14: Inicio con tres opciones de tiempo de visita y opciones de accesibilidad.

- La primera decisión es el **tiempo**: lo que la persona sabe al llegar.
- La accesibilidad no está escondida en ajustes: forma parte de la planificación.

2 · Recorrido

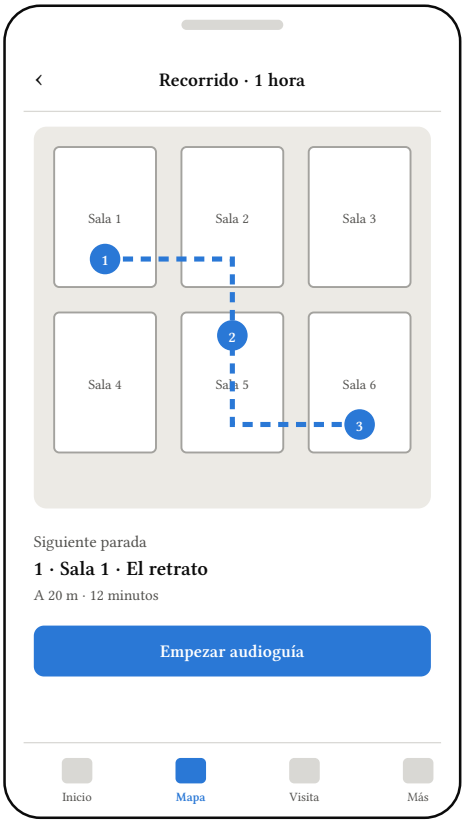


Figura 15: Mapa con el recorrido numerado y la siguiente parada.

- El mapa muestra **solo** el recorrido elegido, numerado.
- «Siguiente parada» indica distancia y tiempo, para no tener que interpretar el mapa.

3 · Obra



Figura 16: Ficha de la obra con reproductor de audio y alternativas.

- El audio tiene **transcripción** y versión de **lectura fácil**: equivalentes, no extras.
- «Anterior» y «Siguiente» siguen el orden del recorrido.

4 · Resumen



Figura 17: Resumen de la visita con las obras favoritas y opciones para enviarlo o valorarlo.

- Cierra la experiencia y da un dato para la métrica (obras vistas y tiempo).
- Enviar el resumen es opcional y pide permiso: sin registro obligatorio.

Ejercicio

Tu turno

Dibuja con la plantilla de seis pantallas el flujo alternativo «Me he perdido»: ¿qué ve la persona, qué puede hacer y cómo vuelve al recorrido?

Explicaciones

1. Botón «¿Dónde estoy?» visible en el mapa. 2. La app pide escanear el código de la sala (o elegirla en una lista, alternativa sin cámara). 3. El mapa se centra en esa sala y recalcula el camino a la siguiente parada. 4. Un mensaje confirma «Estás en la sala 4; la siguiente obra está a 30 m». Sin geolocalización obligatoria: dentro de los edificios suele fallar.

Análisis de servicios reales

Los casos del apéndice anterior son inventados. Aquí trabajarás con **servicios públicos reales**, aplicando las técnicas del libro como ingeniería inversa: a partir de lo que ves, reconstruye el flujo, la arquitectura y los esquemas que hay detrás. Cada ejercicio dura entre una y dos horas y puede entregarse como práctica.

> ! Normas para trabajar con servicios reales
>
> - **Analiza, no juzgues de antemano.** El objetivo es entender las decisiones de diseño y sus consecuencias, no buscar culpables. Los servicios cambian: anota la fecha de tu análisis.
> - **No entregues capturas de pantalla de terceros.** Redibuja lo que necesites en baja fidelidad (cajas, textos clave): es mejor ejercicio y evita problemas de derechos.
> - **No introduzcas datos personales reales** ni completes trámites. Detente antes del paso que enviaría información.
> - **Comprueba si el servicio ya publica su documentación de diseño**: muchos organismos públicos lo hacen, y es una fuente excelente para contrastar tu análisis.

Ejercicio 1 · El flujo de una descarga de datos abiertos

Servicio: datos.gob.es, el catálogo nacional de datos abiertos. **Temas:** 5 (flujos) y 4 (métricas).

Tarea. Encuentra un conjunto de datos sobre la calidad del aire de una ciudad española y descarga un fichero CSV. Anota cada pantalla y cada decisión.

1. Cronometra la tarea y cuenta los pasos (clics y pantallas).
2. Dibuja el **flujo de usuario** con la notación del Tema 5: pantallas, decisiones y puntos de salida.
3. Señala dónde podrías haberte perdido y qué te ayudó a orientarte (filtros, migas de pan, buscador).
4. Propón **una** métrica de la tarea (tasa de éxito, tiempo, número de pasos) y cómo la mediría el equipo del servicio.

Entrega: diagrama del flujo, tabla de pasos con tiempos y la propuesta de métrica.

Ejercicio 2 · Reconstruir el mapa de un sitio

Servicio: Europeana, la plataforma del patrimonio cultural europeo. **Tema:** 5 (arquitectura de la información).

Tarea. Sin buscar ningún documento interno, reconstruye el **mapa del sitio** de los dos primeros niveles a partir de la navegación principal, el pie de página y las páginas de entrada.

1. Dibuja el árbol con la notación del Tema 5.
2. Marca con otro color las secciones a las que solo se llega desde el buscador.
3. Clasifica las etiquetas de navegación: ¿organizan por tipo de contenido, por tema, por público o por tarea?
4. Diseña un **estudio de clasificación de tarjetas** (*card sorting*) de 15 tarjetas para comprobar si esas etiquetas encajan con el modelo mental de un estudiante de grado.

Entrega: mapa del sitio, clasificación de etiquetas y las 15 tarjetas del estudio.

Ejercicio 3 · De una página real a su esquema

Servicio: la ficha de una obra en la colección del Museo Nacional del Prado. **Temas:** 7 (esquemas) y 8 (estados).

Tarea. Elige una obra y dibuja el **esquema de página** de su ficha: solo cajas grises, etiquetas y los textos clave.

1. Numera los bloques por orden de prioridad visual (qué ves primero, segundo, tercero).
2. Compara ese orden con las tareas probables de tres perfiles: turista que planea la visita, estudiante de historia del arte y docente que prepara una clase.
3. Dibuja dos **estados** de la ficha que no veas en pantalla: la vista en móvil y la ficha de una obra sin imagen disponible.

4. Propón un cambio de jerarquía para uno de los perfiles y justifica qué gana y qué pierde el resto.

Entrega: esquema actual, dos estados y la propuesta.

Ejercicio 4 · Evaluación heurística de un servicio de una pregunta por página

Servicio: cualquier trámite de GOV.UK, el portal del Gobierno británico, por ejemplo Check if you need a UK visa. **Temas:** 2 (heurísticas) y 6 (*storyboards*).

Tarea. GOV.UK usa el patrón «una cosa por página». Recorre el servicio con dos perfiles inventados y aplica las diez heurísticas de Nielsen.

1. Para cada pantalla, anota qué heurísticas se cumplen de forma visible (estado del sistema, prevención de errores, lenguaje del usuario…).
2. Dibuja un ***storyboard*** de seis viñetas con el contexto de uso de uno de los perfiles.
3. Compara el patrón «una cosa por página» con un formulario largo en una sola pantalla: ¿qué ventajas tiene para la accesibilidad y para el móvil? ¿Y qué coste?
4. Contrasta tus conclusiones con la guía publicada por el propio equipo: Question pages.

Entrega: tabla de heurísticas, *storyboard* y la comparación de patrones.

Rúbrica

Tabla 1: Rúbrica común para los ejercicios de análisis

Criterio	Insuficiente (0-4)	Suficiente (5-6)	Notable (7-8)	Sobresaliente (9-10)
Evidencia	Opiniones sin pasos ni datos	Describe lo que hizo	Registra pasos, tiempos y pantallas redibujadas	Registro completo y reproducible por otra persona
Análisis	Lista de gustos	Identifica aspectos con nombre	Relaciona cada hallazgo con un principio del libro	Distingue hallazgos por gravedad y frecuencia
Propuesta	Sin propuesta	Propone cambios genéricos	Propuesta concreta en baja fidelidad	Propuesta concreta con forma de comprobar si mejora
Comunicación	Desordenado	Se entiende	Estructurado y breve	Un tercero podría actuar con el informe

Para el proyecto final

Si eliges uno de estos servicios como punto de partida de tu proyecto, el análisis te sirve como **investigación de soluciones existentes** (Tema 2). Cita la fecha en que lo hiciste.

Las funciones del libro

El fichero **`funciones_ux.R`** reúne las funciones y los datos simulados de este libro y de su continuación, *Diseño e interacción en prototipos de alta fidelidad*. Sirve para **comprobar y medir** lo que se diseña: no sustituye a las herramientas de diseño.

Dentro del libro se carga con `source("datos/funciones_ux.R")`. Para usarlo en tu ordenador, con RStudio o Positron, descárgalo en la carpeta de tu proyecto y cárgalo igual; no hace falta instalar nada:

Descargar funciones_ux.R

```
source("funciones_ux.R")
revisar_paleta(paleta_ejemplo)
```

Funciones

Para…	Función	Tema
Relación de contraste entre dos colores (WCAG)	`contraste()`	12
¿Cumple el contraste mínimo AA o AAA?	`cumple_wcag()`	12
Revisar todos los colores de una paleta	`revisar_paleta()`	12
Simular protanopía, deuteranopía o tritanopía	`simular_daltonismo()`	12
¿Se distinguen dos colores por luminosidad?	`distinguibles()`	12
Calcular una rejilla de columnas	`rejilla()`, `ancho_bloque()`	7
Caracteres por línea	`caracteres_por_linea()`	7
Escala tipográfica modular	`escala_tipografica()`	Alta fidelidad
Puntuación SUS y su aceptabilidad	`puntuacion_sus()`, `aceptabilidad_sus()`	4
Tasa de éxito con intervalo de confianza	`tasa_exito()`	4, 9
Tiempo típico (media geométrica)	`tiempo_tipico()`	4, 9
Abandono en cada paso de un flujo	`embudo()`	5
Priorizar los hallazgos de una revisión heurística	`priorizar_hallazgos()`	2

Datos (todos simulados, salvo las taxonomías)

Objeto	Contenido
`respuestas_sus`	Respuestas al SUS de 12 participantes
`sesiones_prueba`	8 participantes × 3 tareas × prototipo en papel y digital
`flujo_registro`	Usuarios en cada paso de un registro

Objeto	Contenido
`hallazgos_heuristicos`	6 problemas valorados por 3 evaluadores
`heuristicas_nielsen`	Las diez heurísticas de Nielsen
`patrones_enganosos`	Categorías de Gray et al. (2018) y Mathur et al. (2019)
`paleta_ejemplo`	Nueve colores de un sistema de diseño

Prueba aquí cualquier función:

```
source("datos/funciones_ux.R")
revisar_paleta(c(marca = "#000e78", aviso = "#c2410c", gris = "#6b7280"))
```

Referencias de los métodos

- Bangor, A.; Kortum, P. T.; Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574-594.
- Brooke, J. (1996). SUS: A «quick and dirty» usability scale. En P. W. Jordan et al. (eds.), *Usability evaluation in industry* (pp. 189-194). Taylor & Francis.
- Machado, G. M.; Oliveira, M. M.; Fernandes, L. A. F. (2009). A physiologically-based model for simulation of color vision deficiency. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 15(6), 1291-1298.
- Sauro, J.; Lewis, J. R. (2016). *Quantifying the user experience* (2.ª ed.). Morgan Kaufmann.
- W3C (2023) — Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2.

Guía para el profesorado

Esta guía explica cómo está pensado el libro para la docencia de la asignatura y cómo mantenerlo.

Correspondencia con la ficha de la asignatura

Los doce temas siguen, en el mismo orden, los contenidos de la ficha oficial de **Esquemas de página y prototipos de baja fidelidad** (19945). Los objetivos de cada tema concretan los objetivos específicos de la ficha.

Actividad de evaluación (ficha)	Peso	Apoyo en el libro
Examen final	50 %	Contenidos y lecturas obligatorias de los doce temas; las autoevaluaciones sirven de práctica
Actividades en Aula Global	25 %	**Retos evaluables** (uno por tema) y banco de preguntas en Moodle XML
Proyecto final en equipo	25 %	Los retos 3 a 9 son los pasos del proyecto: *brief*, métricas, flujos, *storyboards*, esquemas, prototipo navegable y prueba

Retos evaluables

Cada tema termina con un reto sin pista, solución ni corrección automática. Cada estudiante trabaja con un servicio o un proyecto elegido por él, lo que dificulta copiar. Se entrega con la plantilla `entrega_reto.qmd`, que lleva una rúbrica común: comprensión del tema (20 %), calidad del trabajo de diseño (30 %), justificación de las decisiones (20 %), ética, inclusión y accesibilidad (15 %) y presentación (15 %). La plantilla genera un HTML con las imágenes dentro, de modo que la entrega es un único fichero. No hace falta saber R para usarla.

Las soluciones de referencia y los criterios de corrección de los retos no están en el repositorio público.

Autoevaluación en Aula Global

Las preguntas de autoevaluación de cada tema están exportadas a **Moodle XML** en la carpeta `moodle/` del repositorio: un fichero por tema y uno con todo el banco. Se importan desde *Banco de preguntas* → *Importar* → *Formato Moodle XML*. Cada pregunta conserva su explicación como retroalimentación general.

Descarga el banco de preguntas: todo el libro (Moodle XML) · por capítulo: 00 · 01 · 02 · 03 · 04 · 05 · 06 · 07 · 08 · 09 · 10 · 11 · 12

El papel de R

El libro usa R lo imprescindible: cinco temas tienen ejercicios breves de completar huecos con funciones del libro (métricas, embudos, priorización de hallazgos, rejillas y color). El capítulo Usar R en este libro basta como preparación. Ningún reto exige programar.

Actividades interactivas y laboratorios

Además de los ejercicios de R y la autoevaluación, cada tema tiene **actividades de corrección inmediata** (ordenar, clasificar, señalar zonas sobre una pantalla y escenarios con decisiones) y varios **laboratorios** que se usan sin programar: ordenación de tarjetas con una matriz de similitud, escala SUS, intervalo de confianza de una tasa de éxito, embudo de un flujo, calculadora de rejilla, prueba de los cinco segundos, prueba de árbol, mapa de calor simulado y comprobador de contraste con simulación de daltonismo. Todo se ejecuta en el navegador del estudiante, sin conexión a servicios externos, y los datos de los laboratorios son simulados. En el PDF y el EPUB las actividades aparecen en papel, con su solución.

Las actividades están escritas en Markdown con la extensión `interactivos` (`_extensions/interactivos/interactivos.lua`), así que se pueden añadir o cambiar sin programar.

- **Diapositivas de clase**: cada tema tiene unas diapositivas con los objetivos, las figuras, las tablas principales, la lectura, preguntas para debatir y el reto, en diapositivas/ (F, pantalla completa; S, notas).

Funciones del libro

- **Progreso del estudiante**: cada capítulo muestra los ejercicios resueltos y las preguntas acertadas; la presentación resume todos. Se guarda solo en el navegador del estudiante (`localStorage`): el profesorado no lo ve. Sirve para la autorregulación, no para evaluar.
- **Uso sin conexión**: un *service worker* (`sw.js`) guarda las páginas, webR y sus paquetes tras la primera visita.
- **Modo claro y oscuro**, con auditoría de accesibilidad (WCAG 2.1 AA) en los dos.
- **PDF y EPUB** generados con `python3 herramientas/pdf.py`.

Mantenimiento

Desde la raíz del repositorio:

```
python3 herramientas/preparar.py        # sw.js y flujo de integración continua
python3 herramientas/extraer_r.py       # scripts .R de cada capítulo
python3 herramientas/moodle.py          # banco de preguntas
python3 herramientas/figuras.py         # figuras y plantillas en PDF
python3 herramientas/pdf.py             # PDF y EPUB
quarto render
python3 herramientas/diapositivas.py    # diapositivas de clase
```

El flujo `.github/workflows/comprobar.yml` renderiza el libro y comprueba en un navegador real todos los ejercicios, las preguntas y la accesibilidad en modo claro y oscuro. Al publicar una versión nueva, actualiza `version` en `CITATION.cff` y vuelve a ejecutar `preparar.py` para que los navegadores renueven su copia.

Los datos de todos los ejercicios son **simulados**; no hay datos de personas reales.

Glosario

Términos del libro ordenados por tema. Cada entrada enlaza con el tema donde se explica.

Tema 1. Fundamentos

Prototipo
Representación de un diseño que se construye para aprender algo sobre él antes de desarrollarlo. → Tema 1

Fidelidad
Grado en que un prototipo se parece al producto final. Tiene varias dimensiones independientes: apariencia, datos, funcionalidad, interactividad y estructura espacial. → Tema 1

Boceto
Dibujo rápido, barato y ambiguo que sirve para explorar y generar alternativas, no para especificar. → Tema 1

Esquema de página
Wireframe. Representación de la estructura de una pantalla: qué elementos contiene, dónde están y qué importancia tienen, sin estilo visual. → Tema 7

Diseño centrado en las personas
Enfoque, descrito en la norma ISO 9241-210, que repite un ciclo de cuatro actividades: entender el contexto de uso, especificar requisitos, producir soluciones y evaluarlas. → Tema 1

Iteración
Cada vuelta del ciclo de diseño y evaluación. → Tema 1

Tema 2. Investigación

Investigación con usuarios
Conjunto de métodos para entender quién usará un producto, qué intenta conseguir, en qué contexto y qué se lo impide. → Tema 2

Método actitudinal
Método que recoge lo que las personas dicen: opiniones, intenciones, preferencias. → Tema 2

Método comportamental
Método que observa lo que las personas hacen. → Tema 2

Evaluación heurística
Inspección de una interfaz por varios evaluadores con una lista breve de principios (heurísticas), sin participación de usuarios. → Tema 2

Severidad
Gravedad de un problema de usabilidad, de 0 (no es un problema) a 4 (catástrofe) en la escala de Nielsen. → Tema 2

Diagrama de afinidad
Técnica de análisis que agrupa observaciones escritas en notas según su similitud hasta que emergen temas. → Tema 2

Hallazgo
Observación de la investigación con su evidencia. Se distingue de la conclusión (*insight*), que la interpreta. → Tema 2

«¿Cómo podríamos…?»
How might we. Forma de convertir una conclusión de la investigación en una oportunidad de diseño abierta a varias soluciones. → Tema 2

Tema 3. Definir el problema

Enunciado del problema
Frase que describe a quién afecta el problema, qué necesita y por qué, sin incluir una solución. → Tema 3

Hipótesis de diseño
Afirmación comprobable sobre el efecto de un cambio de diseño, con la señal que permitirá saber si se cumple. → Tema 3

Alcance
Lo que entra y, sobre todo, lo que no entra en un proyecto. → Tema 3

Problema retorcido
Wicked problem. Problema sin formulación definitiva en el que entenderlo y resolverlo ocurren a la vez (Rittel y Webber, 1973). → Tema 3

Encuadre
Manera de mirar una situación que abre soluciones nuevas; según Dorst (2011), el núcleo del pensamiento de diseño. → Tema 3

***Brief* de diseño**
Documento breve que reúne el problema, las personas usuarias, las hipótesis, el alcance, las restricciones y los criterios de éxito. → Tema 3

Tema 4. Métricas

Objetivo SMART
Objetivo específico, medible, alcanzable, relevante y con plazo. → Tema 4

Hito
Punto del proyecto definido por un resultado comprobable. → Tema 4

Marco HEART
Agrupación de métricas de experiencia en satisfacción, implicación, adopción, retención y éxito en la tarea (Rodden et al., 2010). → Tema 4

Tasa de éxito
Proporción de participantes que completan una tarea. → Tema 4

Intervalo de confianza
Rango de valores entre los que está probablemente el valor real de una métrica. Con muestras pequeñas es ancho. → Tema 4

Media geométrica
Media de los logaritmos devuelta a la escala original; representa mejor el tiempo típico cuando hay valores muy altos. → Tema 4

SUS
System Usability Scale. Cuestionario de diez afirmaciones que da una puntuación de usabilidad percibida de 0 a 100, que no es un porcentaje. → Tema 4

Tema 5. Flujos

Flujo de usuario
Recorrido por el sistema para completar una tarea, con sus pantallas y decisiones. → Tema 5

Análisis de tareas
Descomposición de un objetivo en subtareas y pasos. → Tema 5

Mapa de tareas
Representación ordenada de todas las tareas de un servicio, sin entrar en pantallas. → Tema 5

Wireflow
Flujo dibujado con miniaturas de los esquemas de cada pantalla. → Tema 5

Flujo de error
Camino que sigue la persona cuando algo falla. → Tema 5

Callejón sin salida
Punto de un flujo desde el que no se puede continuar, volver ni salir. → Tema 5

Embudo
Recuento de las personas que llegan a cada paso de un flujo, que muestra dónde se pierden. → Tema 5

Tema 6. *Storyboards*

Storyboard
Secuencia de viñetas que cuenta cómo una persona usa un producto en una situación concreta. → Tema 6

Escenario
Historia escrita de una persona concreta que persigue un objetivo en un contexto; sirve de guion al *storyboard*. → Tema 6

Contexto de uso
Entorno físico, social y técnico en el que se usa un producto. → Tema 6

Momento clave
Instante de la historia en el que el producto marca la diferencia. → Tema 6

Viñeta
Cada uno de los cuadros de un *storyboard*. → Tema 6

Tema 7. Esquemas de página

Jerarquía visual
Orden de importancia de los elementos, comunicado con el tamaño, la posición, la agrupación y el contraste. → Tema 7

Rejilla
División del ancho de la pantalla en columnas, medianiles y márgenes para alinear los elementos. → Tema 7

Medianil
Gutter. Separación entre las columnas de una rejilla. → Tema 7

Área de contenido
Zona de la pantalla que se repite en todas las páginas: cabecera, navegación, contenido, lateral, pie. → Tema 7

Convención
Solución de interfaz que la mayoría de los sitios resuelve igual y que las personas ya esperan. → Tema 7

Anotación
Nota numerada en un esquema que explica un comportamiento que el dibujo no muestra. → Tema 7

Tema 8. Estados y transiciones

Estado
Cada situación distinta en la que puede estar un componente o una pantalla. → Tema 8

Transición
Paso de un estado a otro, provocado por un evento. → Tema 8

Diagrama de estados
Representación de los estados de un sistema y de las transiciones entre ellos, basada en los *statecharts* de Harel (1987). → Tema 8

Estado vacío
Estado de una pantalla cuando no hay contenido que mostrar. → Tema 8

Foco
Estado del elemento al que se ha llegado con el teclado; debe ser siempre visible. → Tema 8

Prototipo navegable
Conjunto de pantallas enlazadas que se puede recorrer como si fuera el producto. → Tema 8

Tema 9. Prototipos en papel

Prototipo en papel
Prototipo hecho con hojas y piezas de papel que se manipulan durante una prueba. → Tema 9

Facilitador
Persona que dirige una sesión de prueba, lee las tareas y mantiene la neutralidad. → Tema 9

«Ordenador humano»
Persona que, en una prueba en papel, cambia las hojas según lo que hace el participante, como lo haría el sistema. → Tema 9

Pensamiento en voz alta
Técnica en la que el participante dice lo que busca, espera y le sorprende mientras usa el prototipo. → Tema 9

Escenario de tarea
Situación realista que da un objetivo al participante sin decirle cómo conseguirlo. → Tema 9

Prueba de usabilidad
Sesión en la que personas representativas realizan tareas con un producto o prototipo mientras se observa qué ocurre. → Tema 9

Tema 10. Sesgos y patrones engañosos

Sesgo cognitivo
Error sistemático en el juicio que se produce al usar atajos mentales. → Tema 10

Heurístico
Atajo mental para decidir con incertidumbre (Tversky y Kahneman, 1974). No confundir con las heurísticas de usabilidad. → Tema 10

Efecto de anclaje
Tendencia a que la primera cifra vista condicione la valoración de las siguientes. → Tema 10

Opción por defecto
La opción que viene marcada; tendemos a no cambiarla. → Tema 10

Patrón engañoso
Dark pattern o diseño engañoso. Solución de interfaz que engaña, presiona o dificulta decidir libremente. → Tema 10

Sesgo de confirmación
Tendencia a buscar y valorar más los datos que confirman la idea propia. → Tema 10

Arquitectura de la decisión
Forma en que se presentan las opciones, que influye en lo que se elige. → Tema 10

Tema 11. Economía de la atención

Economía de la atención
Modelo económico en el que la atención de las personas es el recurso que se capta y se vende, sobre todo a anunciantes. → Tema 11

Métrica de implicación
Medida de la intensidad de uso (tiempo, sesiones, desplazamiento) que no indica por sí sola si el producto ayuda a la persona. → Tema 11

Refuerzo intermitente
Recompensa que llega de forma impredecible; es el patrón que más cuesta abandonar. → Tema 11

Desplazamiento infinito
Lista que carga contenido sin fin al llegar abajo, sin un punto natural para parar. → Tema 11

Señal de parada
Elemento de diseño que marca un final natural (un final de lista, un resumen). → Tema 11

Bienestar digital
Relación con la tecnología alineada con los objetivos y la salud de las personas. → Tema 11

Tema 12. Diseño inclusivo y accesible

Diseño inclusivo
Diseño que tiene en cuenta toda la diversidad humana en lugar de un usuario medio. → Tema 12

Accesibilidad
Condición de un producto que pueden percibir, entender, navegar y usar las personas con discapacidad. → Tema 12

WCAG
Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web del W3C; la versión actual es la 2.2 (2023). → Tema 12

Espectro de personas
Idea de que una limitación puede ser permanente, temporal o situacional. → Tema 12

GenderMag
Método de inspección que detecta sesgos de género con personajes que varían en cinco facetas cognitivas (Burnett et al., 2016). → Tema 12

Contraste
Relación entre la luminancia de dos colores, de 1:1 a 21:1. → Tema 12

Daltonismo
Deficiencia en la visión de los colores; la más frecuente afecta al eje rojo-verde. → Tema 12

Orden de foco
Secuencia en la que el teclado recorre los elementos interactivos de una pantalla. → Tema 12

Referencias

Bibliografía

Bangor, A., Kortum, P. T., y Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, *24*(6), 574-594. https://doi.org/10.1080/10447310802205776

Burnett, M., Stumpf, S., Macbeth, J., Makri, S., Beckwith, L., Kwan, I., Peters, A., y Jernigan, W. (2016). GenderMag: A method for evaluating software's gender inclusiveness. *Interacting with Computers*, *28*(6), 760-787. https://doi.org/10.1093/iwc/iwv046

Buxton, W. (2007). *Sketching user experiences*. Elsevier.

Center for Humane Technology. *Recursos para tecnología humana*. Recuperado https://www.humanetech.com/

Comité Europeo de Protección de Datos. (2023,). *Directrices 03/2022 sobre patrones de diseño engañosos en interfaces de redes sociales*. https://www.edpb.europa.eu/our-work-tools/our-documents/guidelines/guidelines--032022-deceptive-design-patterns-social-media_en

Cooper, A. (2014). *About face: The essentials of interaction design*. Wiley.

Doran, G. T. (1981). There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives. *Management Review*, *70*(11), 35-36.

Dorst, K. (2011). The core of 'design thinking' and its application. *Design Studies*, *32*(6), 521-532. https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.07.006

Garrett, J. J. (2011). *The elements of user experience: User-centered design for the web and beyond* (2.ª ed.). New Riders.

Goodwin, K. (2009). *Designing for the digital age*. Wiley.

Gray, C. M., Kou, Y., Battles, B., Hoggatt, J., y Toombs, A. L. (2018). The dark (patterns) side of UX design. En *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems: Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-14). ACM. https://doi.org/10.1145/3173574.3174108

Harel, D. (1987,). *Statecharts: A visual formalism for complex systems*. https://doi.org/10.1016/0167-6423(87

Houde, S., y Hill, C. (1997). What do prototypes prototype?. En *Handbook of Human-Computer Interaction: Handbook of Human-Computer Interaction* (pp. 367-381). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-044481862--1.50082-0

Krug, S. (2006). *Don't make me think!*. New Riders.

Lim, Y.-K., Stolterman, E., y Tenenberg, J. (2008). The anatomy of prototypes. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, *15*(2), 1-27. https://doi.org/10.1145/1375761.1375762

Mathur, A., Acar, G., Friedman, M. J., Lucherini, E., Mayer, J., Chetty, M., y Narayanan, A. (2019). Dark patterns at scale: Findings from a crawl of 11K shopping websites. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, *3*(CSCW), 1-32. https://doi.org/10.1145/3359183

Mathur, A., y others. (2019). Dark patterns at scale. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, *3*(CSCW). https://doi.org/10.1145/3359183

Microsoft. *Inclusive Design*. Recuperado https://inclusive.microsoft.design/

Nielsen Norman Group. (s. f.-e). *F-shaped pattern for reading web content*. Recuperado https://www.nngroup.com/articles/f-shaped-pattern-reading-web-content/

Nielsen Norman Group. (s. f.-h). *Paper prototyping: Getting user data before you code*. Guía práctica. Recuperado https://www.nngroup.com/articles/paper-prototyping/

Nielsen Norman Group. (s. f.-d). *Storyboards help visualize UX ideas*. Guía práctica con ejemplos. Recuperado https://www.nngroup.com/articles/storyboards-visualize-ideas/

Nielsen Norman Group. (s. f.-c). *Task analysis: Support users in achieving their goals*. Cómo descomponer una tarea. Recuperado https://www.nngroup.com/articles/task-analysis/

Nielsen Norman Group. (s. f.-a). *User journeys vs. user flows*. Recuperado https://www.nngroup.com/articles/user-journeys-vs-user-flows/

Nielsen Norman Group. (s. f.-f). *Using grids in interface designs*. Recuperado https://www.nngroup.com/articles/using-grids-in-interface-designs/

Nielsen Norman Group. (s. f.-g). *Wireflows*. Recuperado https://www.nngroup.com/articles/wireflows/

Nielsen Norman Group. (s. f.-b). *Wireflows: A UX deliverable for workflows and apps*. Recuperado https://www.nngroup.com/articles/wireflows/

Nielsen, J. (1994). Enhancing the explanatory power of usability heuristics. En *CHI '94: CHI '94* (pp. 152-158). ACM. https://doi.org/10.1145/191666.191729

Nielsen, J., y Landauer, T. K. (1993). A mathematical model of the finding of usability problems. En *CHI '93: CHI '93* (pp. 206-213). ACM. https://doi.org/10.1145/169059.169166

Nielsen, J., y Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. En *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '90): Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '90)* (pp. 249-256). ACM. https://doi.org/10.1145/97243.97281

Rettig, M. (1994). Prototyping for tiny fingers. *Communications of the ACM*, *37*(4), 21-27. https://doi.org/10.1145/175276.175288

Rittel, H. W. J., y Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, *4*(2), 155-169. https://doi.org/10.1007/BF01405730

Rodden, K., Hutchinson, H., y Fu, X. (2010). Measuring the user experience on a large scale: User-centered metrics for web applications. En *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '10): Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '10)* (pp. 2395-2398). ACM. https://doi.org/10.1145/1753326.1753687

Rohrer, C. (2022,). *When to use which user-experience research methods*. Nielsen Norman Group. https://www.nngroup.com/articles/which-ux-research-methods/

Rudd, J., Stern, K., y Isensee, S. (1996). Low vs. high-fidelity prototyping debate. *Interactions*, *3*(1), 76-85. https://doi.org/10.1145/223500.223514

Sauro, J., y Lewis, J. R. (2016). *Quantifying the user experience: Practical statistics for user research* (2.ª ed.). Morgan Kaufmann.

Sharp, H., Rogers, Y., y Preece, J. (2023). *Interaction design: Beyond human-computer interaction*. Wiley.

Tversky, A., y Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, *185*(4157), 1124-1131. https://doi.org/10.1126/science.185.4157.1124

University of Cambridge. *Inclusive Design Toolkit*. Recuperado https://www.inclusivedesigntoolkit.com/

Virzi, R. A., Sokolov, J. L., y Karis, D. (1996). Usability problem identification using both low- and high-fidelity prototypes. En *CHI '96: CHI '96* (pp. 236-243). ACM. https://doi.org/10.1145/238386.238516

W3C. (2023,). *Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.2*. https://www.w3.org/TR/WCAG22/

Walker, M., Takayama, L., y Landay, J. A. (2002). High-fidelity or low-fidelity, paper or computer?. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, *46*(5), 661-665. https://doi.org/10.1177/154193120204600513

Williams, J. (2018,). *\emph{Stand out of our light: Freedom and resistance in the attention economy}*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781108453004