

# Diseño UX/UI de una Plataforma Web para la Transformación e Integración de Datos Neuropsicológicos en Evaluaciones Laborales

Vania Ignacia Andrea Reyes Góngora

[vania.reyes@usm.cl](mailto:vania.reyes@usm.cl)

Luis Rojas Concha  
Profesor Guía

Francis Fuentes Chacana  
Profesor Correferente

**Resumen:** La evaluación neuropsicológica laboral enfrenta un desafío crítico: la fragmentación de datos clínicos complejos obstaculiza la toma de decisiones eficiente. Este trabajo propone el diseño y validación de una plataforma web que evoluciona la gestión tradicional hacia un entorno de inteligencia clínica centralizada. Aplicando una metodología de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) integrada con desarrollo ágil, se construyó una arquitectura que traduce indicadores neurocognitivos y fisiológicos (EEG) en visualizaciones accionables, reduciendo la carga cognitiva del especialista. La validación sumativa, respaldada por métricas estandarizadas (SUS, UMUX-Lite y SEQ), arrojó resultados de usabilidad y satisfacción sobresalientes, demostrando que la solución no solo automatiza procesos manuales, sino que redefine el flujo de trabajo del psicólogo, optimizando la precisión diagnóstica y estandarizando la entrega de valor a las organizaciones.

**Palabras Clave:** Neuropsicología Laboral, Diseño Centrado en el Usuario, Visualización de Datos, Experiencia del Usuario, Interacción Humano-Computador.



## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

### 1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

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

**Título del trabajo:** Diseño UX/UI de una Plataforma Web para la Transformación e Integración de Datos Neuropsicológicos en Evaluaciones Laborales

**Nombre del candidato(a):** Vania Ignacia Andrea Reyes Góngora

**Carrera / Grado:** Ingeniería en Informática

**Campus:** Sede Viña del Mar **Departamento:** Electrotecnia e Informática

### 2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Luis Felipe Rojas Concha, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

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

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

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

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

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

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

---

---

---

### 4.- FIRMAS

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

**Fecha:** 24/02/2026

**Firma:** 

**Estudiante o Candidato(a):**

**Fecha:** 24 / 02 / 2026

**Firma:** 

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

## 1 Introducción

En los últimos años, la comprensión de cómo funciona el cerebro en contextos laborales ha cobrado gran relevancia. Diversos estudios han demostrado que los procesos neuropsicológicos inciden de manera significativa en la planificación, la toma de decisiones y la productividad en el ámbito laboral [1]-[3]. En este campo se distinguen dos enfoques que se complementan: uno que observa la actividad del cerebro (neurofisiológico) y otro que analiza funciones como la atención o la memoria (neurocognitivo). Además de su transformación en indicadores comprensibles, un desafío recurrente es la integración de resultados separados en un único entorno, lo que permitiría reducir la fragmentación y mejorar la trazabilidad de la información.

El problema identificado en este proyecto es que la gestión de estos resultados se realiza de manera descentralizada y manual, lo que incrementa los tiempos de trabajo, aumenta el riesgo de errores y dificulta la trazabilidad de la información. Esta situación genera una carga adicional para los psicólogos en entornos laborales, limitando la eficiencia y la fluidez en la interpretación de los datos.

Frente a este escenario, se propone el diseño y validación de una plataforma web centrada en el usuario, que integre en un solo entorno la gestión, transformación e integración de resultados neuropsicológicos. El objetivo principal es optimizar la experiencia de uso de los psicólogos, priorizando la claridad, la consistencia y la usabilidad en la interacción. Para ello, se aplican principios de arquitectura de información, patrones de retroalimentación visual y jerarquía en la presentación de datos, con el fin de reducir la carga cognitiva y facilitar la interpretación de la información.

La metodología adoptada se enmarca en el enfoque de Diseño Centrado en el Usuario (DCU), aplicado de manera iterativa. El proceso incluyó el análisis de necesidades de los psicólogos, elaboración de *wireframes* y prototipos de baja fidelidad, desarrollo de prototipos funcionales en frontend y validación mediante pruebas de usabilidad con usuarios especialistas y generales. Aunque no se aplicaron todas las técnicas clásicas de experiencia del usuario (UX), se generaron artefactos ligeros y se priorizó la validación directa en entornos funcionales, lo que permitió obtener retroalimentación temprana y realizar refinamiento progresivo al diseño. Cabe señalar que la validación se centró en la experiencia de interacción y no en la validez clínica de los resultados neuropsicológicos.

Los resultados obtenidos en las pruebas de validación sumativa demuestran mejoras significativas en la comprensión de la información, la eficiencia en la navegación y la satisfacción de los usuarios al interactuar con la plataforma. La consistencia de estos hallazgos, respaldada por métricas estandarizadas de usabilidad, valida la viabilidad de la propuesta y refuerza la importancia de integrar principios metodológicos de UX/UI en el diseño de sistemas destinados a la gestión de datos clínicos complejos.

El documento se organiza en capítulos que siguen un orden progresivo: en la Sección 2 se presenta el problema y la solución propuesta; la Sección 3 expone los objetivos; la Sección 4 describe la metodología; la Sección 5 desarrolla el marco teórico; la Sección 6 detalla el proceso de diseño; la Sección 7 muestra los resultados; la Sección 8 aborda la discusión; y la Sección 9 expone las conclusiones. Finalmente, se incluyen referencias y anexos técnicos que complementan la información.

## 2 Descripción del problema y solución

### 2.1 Contexto operativo y modelo de servicio

Para comprender la problemática que aborda este proyecto, es necesario contextualizar el modelo de la operación organizacional de Neuro4B. El servicio funciona bajo un esquema B2B (*Business to Business*) donde interactúan tres actores fundamentales:

- El evaluador (Usuario final experto): Son psicólogos de Neuro4B, quienes ejecutan las mediciones y son los responsables de interpretar los datos clínicos.
- El cliente (Empresa contratante): Son las organizaciones que solicitan el servicio para monitorear el estado de sus trabajadores.
- El evaluado (Trabajador): Son los trabajadores de dichas empresas, quienes se someten a las pruebas de Realidad Virtual y mediciones neurofisiológicas.

En este flujo, el valor del servicio no radica solo en la toma del examen, sino en la entrega de resultados útiles para la empresa cliente. Debido a que la información es consumida por distintos niveles jerárquicos dentro de la organización contratante, el modelo de negocio exige la generación de tres tipos de informes diferenciados (Operativo, Supervisor y Gerente), permitiendo adaptar la granularidad de la información a las distintas capas de toma de decisiones. Cabe destacar que estos perfiles son destinatarios pasivos de los informes generados y no interactúan directamente con los datos clínicos.

### 2.2 Problema y solución General

En la actualidad, la gestión de los resultados en Neuro4B presenta limitaciones que afectan la eficiencia del proceso. El flujo de trabajo se basa en la manipulación manual de archivos, lo que genera demoras y errores que impactan directamente en la calidad de la información disponible para la toma de decisiones.

Un ejemplo claro es el caso de Nesplora Ice Cream, una evaluación neuropsicológica basada en realidad virtual, cuyos reportes se entregan estandarizados en formato PDF. Hasta ahora, el procedimiento consiste en que un psicólogo transcriba manualmente los datos a una hoja de cálculo, tarea que puede extenderse durante horas en cada evaluación. Este proceso ralentiza el trabajo e incrementa el riesgo de errores de digitación. Para mitigar esta limitación, se incorporó un proceso de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) que transforma automáticamente los reportes en formatos estructurados como Excel o JSON. Aunque esta conversión requiere algunos minutos, representa una mejora sustancial respecto al proceso manual, al reducir tanto los tiempos de procesamiento como la probabilidad de inconsistencias.

En el caso de la electroencefalografía (EEG), los registros ya se encuentran disponibles en archivos Excel, lo que facilita su acceso inicial. Sin embargo, la ausencia de un sistema centralizado obliga a gestionar estos datos mediante herramientas aisladas. Esta fragmentación dificulta la trazabilidad de los resultados, la consulta histórica de cada trabajador y la estandarización de los informes. Como señalan estudios recientes, la falta de integración en los sistemas de información afecta negativamente la eficiencia y la confiabilidad de los análisis [4].

Frente a estas limitaciones, la solución general consiste en automatizar y centralizar los procesos, integrando fuentes heterogéneas (Nesplora y EEG), reduciendo la



transcripción manual y generando informes preliminares estandarizados. De esta manera, se asegura un flujo de trabajo más eficiente, sin sustituir la labor profesional del psicólogo, quien mantiene la responsabilidad de añadir observaciones cualitativas y recomendaciones específicas.

### **2.3 Problema y solución Diseño UX/UI**

Si bien la centralización y automatización resuelven parte de las limitaciones técnicas, persiste un desafío crítico: la forma en que los datos son presentados e interpretados por los usuarios. La ausencia de mecanismos de visualización integrados obliga a los psicólogos a interpretar los resultados de manera manual, lo que dificulta la identificación de patrones y la detección temprana de indicadores de riesgo.

Diversos autores han señalado que, en el ámbito de la visualización de datos y la experiencia de usuario, un diseño inadecuado puede inducir a errores de interpretación, mientras que interfaces claras y consistentes facilitan la toma de decisiones informadas [5]-[7]. En este sentido, el problema no es únicamente tecnológico, sino también de diseño de interacción: garantizar que la plataforma no solo integre datos, sino que los presente de manera comprensible, consistente y adaptada al contexto laboral.

Para dar respuesta a este desafío, se plantea el diseño y validación de una plataforma web centrada en el usuario, concebida para unificar y simplificar la interacción con las funciones clave del sistema. El diseño se fundamenta en:

- Optimización de flujos de navegación, priorizando rutas lógicas y predecibles.
- Reducción de la carga cognitiva, mediante jerarquía visual, consistencia en patrones y uso de indicadores claros.
- Visualizaciones interactivas, que transformen datos complejos en representaciones comprensibles y accionables.
- Generación de informes estandarizados, adaptados a distintos perfiles, con consistencia visual y de contenido.
- Validación iterativa con usuarios reales, asegurando que cada refinamiento responda a necesidades concretas y mejore la experiencia de uso.

De esta manera, la propuesta no se limita a resolver problemas de integración técnica, sino que asegura que la plataforma ofrezca una experiencia clara, consistente y eficiente, fortaleciendo la confianza del usuario en la interacción y en la interpretación de los resultados.



### **3 Objetivo general y específicos**

#### **3.1 Objetivo general**

Diseñar y validar una plataforma web centrada en el usuario que facilite a psicólogos la gestión y visualización de resultados neuropsicológicos, priorizando claridad, consistencia y usabilidad en la interacción.

#### **3.2 Objetivos específicos**

1. Analizar las necesidades y flujos de trabajo de los psicólogos, identificando requerimientos de interacción y visualización de datos.
2. Definir la arquitectura de información y los flujos de navegación, priorizando claridad, consistencia y reducción de carga cognitiva.
3. Elaborar prototipos de baja y alta fidelidad que integren principios de usabilidad y jerarquía visual, ajustados iterativamente con usuarios en etapas tempranas.
4. Validar la propuesta mediante pruebas de usabilidad con usuarios especialistas y generales, evaluando la claridad, eficiencia y consistencia de la plataforma.

## 4 Metodología y plan de trabajo

### 4.1 Enfoque metodológico

El presente proyecto se enmarca en un enfoque de Diseño Centrado en el Usuario (DCU), siguiendo los lineamientos de la norma ISO 9241-210:2019 [8] y articulado a través del modelo del Doble Diamante propuesto por el Design Council [9]. Este marco permitió alternar fases de exploración y definición del problema, así como de desarrollo y validación de la solución.

De manera complementaria, se incorporaron prácticas de Lean UX [10], priorizando la validación temprana con usuarios y la iteración sobre prototipos funcionales en frontend. Esta adaptación metodológica respondió a restricciones de tiempo, recursos y confidencialidad de la solución dentro de la empresa, manteniendo como eje central la usabilidad, claridad y consistencia visual de la plataforma.

La elección de este enfoque se justifica por tres razones principales:

- Rigor académico: DCU y Doble Diamante son marcos reconocidos internacional y ampliamente documentados en la literatura de UX.
- Adecuación al dominio: Permiten abordar la complejidad de los datos neuropsicológicos mediante procesos iterativos de diseño y validación.
- Flexibilidad práctica: La integración de Lean UX facilitó ciclos rápidos de prototipado y retroalimentación, esenciales en un contexto con recursos limitados.

Para efectos de documentación académica, se elaboraron representaciones ligeras (mapa de navegación, *wireframes*, prototipos navegables) que evidencian el razonamiento de diseño, incluso cuando la validación principal se realizó sobre prototipos funcionales.

### 4.2 Scrum como marco de trabajo ágil

Además de los enfoques de Diseño Centrado en el Usuario y Doble Diamante, el proyecto se gestionó bajo los principios Scrum, un marco ágil ampliamente utilizado en el desarrollo de software. La elección de Scrum respondió a la necesidad de organizar el trabajo en ciclos cortos, priorizar entregables funcionales y facilitar la retroalimentación continua de los usuarios y del equipo.

El proyecto se estructuró en sprints de un mes, en los cuales se definieron objetivos específicos alineados con las etapas metodológicas descritas en esta sección. Al inicio de cada *sprint* se planificaron las tareas prioritarias, y al cierre se realizaron revisiones con el equipo para evaluar avances y detectar refinamientos necesarios. Esta dinámica permitió mantener un flujo constante de entregas parciales y validar tempranamente las decisiones de diseño.

En cuanto a los roles dentro del equipo, mi participación se centró en dos funciones principalmente:

- Diseño UX/UI: Responsable de la definición de la arquitectura de información, elaboración de *wireframes* y prototipos, aplicación de principios de usabilidad y consistencia visual en la interfaz.

- Desarrollo frontend: Encargada de trasladar los prototipos a un entorno funcional, implementando interacciones y validando la experiencia de usuario en prototipos navegables.

La combinación de estas funciones permitió asegurar la coherencia entre el diseño conceptual y la implementación práctica, garantizando que las decisiones de UX/UI se reflejaran directamente en la experiencia de uso de la plataforma.

### 4.3 Etapas de la metodología

1. Descubrimiento / Análisis de necesidades y contexto
  - Revisión de flujos de trabajo de psicólogos en la empresa.
  - Identificación de requerimientos de interacción y visualización de datos.
  - Elaboración de representaciones simplificadas para documentar hallazgos.

Resultado esperado: Requerimientos de interacción y visualización documentados.

2. Definición / Arquitectura de información y navegación
  - Definición de jerarquías de información y organización de contenidos.
  - Creación de mapa de navegación y *wireframes* iniciales.
  - Refinamiento temprano en base a retroalimentación directa de usuarios.

Resultado esperado: Jerarquía de información y navegación definida.

3. Desarrollo / Prototipo iterativo
  - Desarrollo de *wireframes* navegables y prototipos de media fidelidad.
  - Iteración directa en frontend para validar interacciones en un entorno funcional.
  - Ajustes progresivos en base a retroalimentación de psicólogos especialistas.

Resultado esperado: Prototipos funcionales validados.

4. Entrega / Validación de usabilidad
  - Pruebas con usuarios especialistas y generales.
  - Evaluación de claridad y eficiencia de la plataforma mediante métricas estandarizadas.
  - Refinamientos finales al diseño en función de la retroalimentación obtenida.

Resultado esperado: Plataforma ajustada según retroalimentación.

La Tabla 1 sintetiza las etapas de la metodología, sus actividades principales y los resultados esperados.

**Tabla 1.** Actividades y resultados esperados de la Metodología

Fases (Doble Diamante + UCD)	Actividades principales	Resultados esperados
1. Descubrimiento / Análisis	Revisión de flujos de trabajo, entrevistas, identificación de requerimientos, elaboración de documentos simplificados.	Requerimientos de interacción y visualización documentados.
2. Definición / Arquitectura	Mapa de navegación, <i>wireframes</i> iniciales y validación temprana con usuarios.	Jerarquía de información y navegación definida.

### 3. Desarrollo / Prototipado

Wireframes navegables, prototipos de media fidelidad, iteraciones en frontend con usuarios.

Prototipos funcionales validados.

### 4. Entrega / Validación

Pruebas de usabilidad, aplicación de métricas estandarizadas y refinamientos finales.

Plataforma refinada según retroalimentación.

## 4.4 Técnicas empleadas

Para el desarrollo del proyecto se emplearon diversas técnicas cualitativas y cuantitativas seleccionadas en función de su pertinencia al contexto y las restricciones de tiempo y recursos. Estas permitieron levantar requerimientos, iterar sobre prototipos y validar la experiencia de usuario. En primer lugar, se realizaron entrevistas semiestructuradas con psicólogos, cuyo propósito fue identificar necesidades, flujos de trabajo y dificultades recurrentes en la interpretación de datos neuropsicológicos. Este tipo de instancias, al combinar preguntas guía con flexibilidad para explorar temas emergentes, facilitó la obtención de información rica y contextualizada que sirvió como base para la definición de requerimientos de interacción y visualización. Posteriormente, se elaboraron *wireframes* y prototipos, iniciando con representaciones de baja fidelidad para validar jerarquías de información y flujos de navegación, y avanzando hacia prototipos de mayor fidelidad que simulaban la experiencia visual.

La validación de la propuesta se llevó a cabo mediante pruebas de usabilidad moderadas, aplicadas tanto a psicólogos especialistas —usuarios principales de la plataforma— como a usuarios generales, con el fin de evaluar la claridad, eficiencia y satisfacción en la interacción. Durante estas sesiones, como moderador se observó la ejecución de tareas, registró dificultades y recogió comentarios espontáneos, lo que permitió obtener datos tanto cualitativos como cuantitativos. Finalmente, se incorporaron métricas estandarizadas para complementar la retroalimentación cualitativa con indicadores comparables con estudios previos. En particular, se utilizó el System Usability Scale (SUS / Escala de Usabilidad del Sistema) [11] para medir la percepción global de usabilidad, el Usability Metric for User Experience-Lite (UMUX-Lite / Métrica de Usabilidad para la Experiencia de Usuario - Simplificada) [12] para evaluar utilidad y facilidad de uso en relación con los objetivos de los usuarios, y el Single Ease Question (SEQ / Pregunta Única de Facilidad) [13] para valorar la dificultad percibida en tareas específicas. La combinación de estas métricas fortaleció la validez de la evaluación, aportando una visión integral de la experiencia de usuario.

## 4.5 Plan de trabajo

El plan de trabajo se estructuró en cuatro fases principales, alineadas con los objetivos específicos planteados en la Sección 3 y con el enfoque metodológico descrito previamente. La distribución temporal respondió tanto a la lógica del proceso de diseño centrado en el usuario como a las restricciones prácticas del proyecto (tiempo, recursos y disponibilidad de usuarios).

La fase de análisis de necesidades y contexto se extendió durante tres meses, dado que implicó entrevistas y revisión de flujos de trabajo para levantar requerimientos de manera exhaustiva. Posteriormente, el diseño de la arquitectura de información y navegación se desarrolló en un periodo más acotado, ya que se apoyó en hallazgos previos y se centró en la definición de jerarquías y flujos principales.

El prototipado iterativo ocupó un bloque de mayor tiempo, pues incluyó tanto *wireframes* como prototipos de alta fidelidad y su implementación en frontend, permitiendo validar interacciones en entornos funcionales. Finalmente, la validación de usabilidad se planificó en 4 meses para garantizar la participación de psicólogos especialistas y generales, aplicando métricas estandarizadas y retroalimentación cualitativa.

Este esquema permitió mantener la trazabilidad entre metas y actividades, asegurando que cada fase alimentara directamente a la siguiente y que los resultados parciales fueran validados antes de avanzar. La Tabla 2 sintetiza gráficamente la planificación y los hitos principales.

**Tabla 2.** Plan de trabajo del Proyecto

<b>Actividades</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
1. Revisión de flujos de trabajo y entrevistas con psicólogos	X	X	X						
2. Levantamiento de requerimientos de visualización e interacción	X	X	X						
3. Definición de jerarquías de información y arquitectura de navegación		X	X						
4. Elaboración de <i>wireframes</i> de baja fidelidad			X	X					
5. Desarrollo parcial de prototipos de media fidelidad			X	X					
6. Elaboración de identidad visual				X	X				
7. Iteración funcional de prototipo en entorno navegable				X	X	X			
8. Pruebas de usabilidad con usuarios					X	X	X	X	
9. Refinamientos iterativos según retroalimentación						X	X	X	
10. Preparación de informes visuales y entrega final						X	X	X	X

## 5 Marco teórico

### 5.1 Experiencia del Usuario (UX)

La experiencia del usuario se ha consolidado como un concepto central en el diseño de sistemas interactivos. De acuerdo con la norma ISO 9241-210:2019 [8], la UX se define como *"las percepciones y respuestas de una persona resultantes del uso o uso anticipado de un producto, sistema o servicio"*. Esta definición enfatiza que la experiencia no se limita a la interacción directa, sino que incluye expectativas previas, emociones y percepciones posteriores al uso.

En la literatura, la UX se entiende como un constructo multidimensional que integra aspectos cognitivos, emocionales y contextuales [14]. No se reduce a la usabilidad, sino que abarca la utilidad percibida, satisfacción, estética y confianza que el sistema genera en sus usuarios. En este sentido, la UX se convierte en un factor determinante para la adopción y sostenibilidad de plataformas digitales.

Diversos autores han propuesto marcos conceptuales para describir las dimensiones de la UX. Hassenzahl [15] distingue entre atributos pragmáticos, relacionados con la usabilidad y la eficiencia; y atributos hedónicos, vinculados con la estimulación, identidad y el placer. Por su parte, Nielsen [16] plantea cinco componentes de la usabilidad: facilidad de aprendizaje, eficiencia, memorabilidad, prevención de errores y satisfacción.

En el ámbito aplicado, estas dimensiones se traducen en criterios como:

- Usabilidad: Definida por la ISO 9241-11:2018 [17] como el grado en que un sistema puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos concretos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso determinado. Implica facilidad de aprendizaje, consistencia y reducción de errores. Es un criterio central porque determina si el sistema es prácticamente utilizable más allá de su diseño estético.
- Utilidad: Se refiere a la pertinencia y adecuación funcional del sistema respecto a las necesidades reales del usuario. Un sistema puede ser usable pero inútil si no ofrece las funciones que el usuario requiere. En la literatura de UX, utilidad y usabilidad son dimensiones complementarias: la primera responde al qué hace el sistema, la segunda al cómo lo hace.
- Carga cognitiva: Concepto basado en la teoría de la carga cognitiva propuesta por Sweller [18], que describe el esfuerzo mental necesario para procesar información en la memoria de trabajo. Una interfaz mal diseñada puede sobrecargar al usuario, dificultando la comprensión y aumentando la probabilidad de error. En UX, reducir la carga cognitiva significa simplificar flujos, jerarquizar información y usar patrones familiares.
- Emocionalidad: Dimensión que abarca las respuestas afectivas que emergen durante la interacción, desde satisfacción y confianza hasta frustración o ansiedad. Según Hassenzahl [19], los atributos hedónicos son tan relevantes como los pragmáticos. La emocionalidad influye directamente en la adopción sostenida de un sistema y en la percepción de su valor.
- Accesibilidad: Capacidad del sistema para ser utilizado por personas con diferentes condiciones físicas, sensoriales, cognitivas o contextuales. Se relaciona con estándares como las Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) [20], que promueven el diseño inclusivo. En UX, la accesibilidad no solo es un requisito técnico, sino un principio ético que asegura la equidad en la experiencia de uso.

La importancia de la UX radica en su impacto directo en la aceptación y éxito de un sistema. Una experiencia positiva incrementa la satisfacción, reduce la frustración y fomenta la confianza en la herramienta [7].

## 5.2 Metodologías de Diseño UX/UI

El diseño de experiencias de usuario (UX) y de interfaces de usuario (UI) se apoya en metodologías que estructuran el proceso de creación, asegurando que las soluciones respondan a necesidades reales y se validen de manera iterativa. Estas metodologías no solo guían la práctica profesional, sino que también constituyen marcos conceptuales ampliamente documentados en la literatura, lo que les otorga relevancia académica.

Las principales metodologías son las siguientes:

- Design Thinking (Pensamiento de Diseño) [21]: Se centra en la empatía con los usuarios y en la generación de soluciones innovadoras a través de un proceso iterativo de cinco fases: empatizar, definir, idear, prototipar y testear. Su importancia radica en fomentar la creatividad y la co-creación, permitiendo explorar múltiples alternativas antes de converger en una solución.
- User-Centered Design (UCD / Diseño Centrado en el Usuario – ISO 9241-210:2019 [8]): Establece un proceso iterativo en el que los usuarios participan activamente en todas las etapas: análisis del contexto, definición de requisitos, diseño de soluciones y evaluación. Su relevancia radica en que es un estándar internacional que garantiza la validez y la pertinencia de las soluciones diseñadas.
- Double Diamond (Doble Diamante) [9]: Propone un modelo visual que alterna fases de divergencia y convergencia: descubrir, definir, desarrollar y entregar. Su importancia radica en la claridad estructural que ofrece, facilitando la comunicación del proceso de diseño tanto en contextos académicos como profesionales.
- Lean UX (Experiencia de Usuario Lean) [10]: Se enfoca en la rapidez y la colaboración, priorizando la validación temprana de hipótesis mediante prototipos ligeros y retroalimentación continua. Su relevancia está en su capacidad de adaptarse a entornos con recursos limitados, acelerando la toma de decisiones sin perder de vista la experiencia del usuario.
- Human-Centered Design (HCD – Diseño Centrado en las Personas) [22]: Similar a Design Thinking, pero con mayor énfasis en la empatía profunda y la co-creación con comunidades. Su importancia radica en proyectos con impacto social, donde la participación de los usuarios es esencial para la aceptación de la solución.
- Agile UX (Experiencia de Usuario Ágil) / Integración con Scrum [23]: Combina principios ágiles con prácticas de UX, integrando actividades de diseño y validación en ciclos cortos de desarrollo (sprints). Su relevancia radica en que permite alinear el diseño con procesos de desarrollo de software, asegurando entregas incrementales y mejoras continuas.

La literatura coincide en que las metodologías de diseño cumplen tres funciones esenciales:

- Estructurar el proceso creativo, evitando decisiones arbitrarias y asegurando trazabilidad.
- Reducir la incertidumbre, al validar hipótesis y prototipos con usuarios antes de la implementación final.

- Garantizar la calidad de la experiencia, al integrar criterios de usabilidad, accesibilidad y satisfacción desde etapas tempranas.

En el contexto de proyectos que involucran la visualización de datos complejos (como los neuropsicológicos y neurofisiológicos), estas metodologías resultan especialmente relevantes, ya que permiten equilibrar la rigurosidad técnica con la claridad comunicativa, asegurando que la información sea comprensible, confiable y útil para la toma de decisiones.

### 5.3 Diseño y evaluación de la UX

El diseño centrado en el usuario es un enfoque iterativo que busca garantizar que los sistemas respondan a las necesidades reales de quienes los utilizan. La norma ISO 9241-210:2019 [8] establece cuatro principios fundamentales: comprender el contexto de uso, involucrar a los usuarios en todas las etapas, iterar mediante prototipos y pruebas, y equilibrar objetivos de negocio, tecnología y necesidades humanas.

Este enfoque ha demostrado ser especialmente útil en proyectos donde la complejidad de la información puede generar sobrecarga cognitiva. Al involucrar a los usuarios desde etapas tempranas, se asegura que las soluciones propuestas sean relevantes, comprensibles y efectivas.

El proceso de diseño UX/UI integra diversas técnicas y artefactos que permiten materializar y validar ideas:

- *Wireframes* y prototipos: Los *wireframes* son representaciones esquemáticas de la estructura de una interfaz, centradas en la disposición de elementos y jerarquía de información sin entrar en detalles visuales. Los prototipos, en cambio, son versiones más avanzadas que simulan la interacción y el flujo de navegación. Ambos son herramientas clave en el diseño centrado en el usuario, ya que permiten iterar rápidamente, validar hipótesis y reducir costos de rediseño antes de la implementación final.
- Arquitectura de información: Disciplina que organiza, estructura y etiqueta los contenidos de un sistema digital para facilitar la encontrabilidad y comprensión. Una buena arquitectura de información establece jerarquía claras, rutas de navegación coherentes y categorías intuitivas. En UX, su relevancia radica en que una organización deficiente genera desorientación, sobrecarga cognitiva y frustración, mientras que una bien diseñada mejora la eficiencia y la confianza del usuario.
- Patrones de interacción: Son soluciones recurrentes a problemas comunes de diseño de interfaces (por ejemplo: menús desplegados, formularios paso a paso, *breadcrumbs*). Su valor reside en que aprovechan la familiaridad del usuario con convenciones previas, reduciendo la curva de aprendizaje y promoviendo la consistencia. En la literatura de UX se consideran un recurso que equilibra eficiencia y estandarización, evitando reinventar la rueda en cada proyecto.
- Lineamientos visuales: Conjunto de reglas que definen tipografía, paleta de colores, iconografía, espaciado y estilo gráfico. No solo aportan estética, sino que garantizan coherencia visual y funcional en toda la plataforma. Según la teoría de la percepción visual (Gestalt) [24], la consistencia en estos elementos favorece la legibilidad, la jerarquía informativa y la reducción de la carga cognitiva. Además, los lineamientos visuales son esenciales para mantener la identidad de marca y asegurar accesibilidad.

La evaluación de la experiencia del usuario combina métodos cualitativos y cuantitativos. Entre los más utilizados se encuentran las pruebas de usabilidad, que permiten observar a los usuarios mientras realizan tareas específicas, y la aplicación de métricas estandarizadas como:

- SUS [12]: Desarrollada por John Brooke en 1986, es una escala estandarizada de 10 ítems con formato Likert de 5 puntos que mide la percepción global de usabilidad de un sistema. Es ampliamente utilizada por su simplicidad, confiabilidad y comparabilidad entre proyectos. SUS no mide aspectos específicos de la experiencia, sino una valoración general, lo que la convierte en un *benchmark* de referencia en estudios de usabilidad.
- UMUX-Lite [13]: Es una versión reducida del cuestionario UMUX, compuesta por solo 2 ítems que evalúan la utilidad (si el sistema cumple con los requerimientos del usuario) y la facilidad de uso. Su principal ventaja es que, a pesar de su brevedad, mantiene una alta correlación con SUS ( $\approx 0.83$ ), lo que lo hace ideal en contextos donde se requiere evaluación rápida y poco intrusiva. Se recomienda en pruebas iterativas o cuando el tiempo de los participantes es limitado.
- SEQ [14]: Es una métrica muy breve que consiste en una sola pregunta aplicada inmediatamente después de completar una tarea: "¿Qué tan fácil o difícil le resultó realizar esta tarea?", evaluada en una escala de 1 a 7 puntos. A diferencia de SUS y UMUX-Lite, que miden la percepción global, SEQ se centra en la dificultad percibida de tareas específicas, lo que permite identificar cuellos de botella en el flujo de interacción. Es especialmente útil en pruebas de usabilidad con múltiples tareas.

Estas métricas permiten obtener datos comparables y objetivos, complementando la retroalimentación cualitativa de los usuarios.

#### 5.4 Visualización de datos

La visualización de datos constituye un campo fundamental en la interacción humano-computador, especialmente cuando se trabaja con información compleja y multidimensional. Su propósito no es únicamente mostrar información, sino transformarla en conocimiento accionable mediante representaciones gráficas que faciliten la percepción de patrones, relaciones y tendencias.

Autores como Edward Tufte [25], Stephen Few [26] y Tamara Munzner [6] han enfatizado que la visualización efectiva debe priorizar la claridad, la jerarquía visual y la reducción de sesgos cognitivos, evitando la sobrecarga de información y el uso de elementos decorativos que no aportan valor.

Principios fundamentales de la visualización de datos:

- Claridad: La información debe presentarse de manera directa, eliminando elementos superfluos que distraigan de lo esencial (*chartjunk*, en términos de Tufte [25]). La claridad implica también el uso de escalas adecuadas, etiquetas comprensibles y un diseño visual que favorezca la lectura inmediata.
- Jerarquía visual: La organización de los datos debe guiar la atención del usuario hacia lo más relevante. Esto se logra mediante el uso de contraste, tamaño, color y disposición espacial. Una jerarquía bien definida permite que las relaciones y patrones sean evidentes sin necesidad de explicaciones extensas.

- Minimización de sesgos: La visualización debe presentar los datos de forma neutral, evitando distorsiones gráficas (por ejemplo, ejes truncados o proporciones engañosas) que puedan inducir interpretaciones erróneas. Según Few [26], la integridad visual es un principio ético en la comunicación de datos.
- Reducción de carga cognitiva: La teoría de la carga cognitiva según Sweller [18] señala que la memoria de trabajo es limitada. Una visualización bien diseñada debe simplificar la interpretación, agrupando información, usando patrones familiares y evitando redundancias.
- Interactividad y exploración: En entornos digitales, la visualización no es estática: la posibilidad de filtrar, agrupar o profundizar en los datos permite al usuario explorar y descubrir relaciones ocultas, lo que incrementa la comprensión y el valor de la información.

## 5.5 Dominio específico

En el ámbito laboral, la neuropsicología aplicada al trabajo (también denominada neuropsicología laboral) se ha consolidado como una disciplina que estudia la relación entre el funcionamiento cerebral y el desempeño en entornos organizacionales. Su objetivo es comprender cómo los procesos cognitivos y emocionales influyen en la seguridad, productividad y bienestar de los trabajadores. Esta perspectiva integra tanto indicadores cognitivos como registros fisiológicos, ofreciendo una visión más completa del rendimiento individual en contextos exigentes.

De manera complementaria, la neuroergonomía surge como un campo interdisciplinario que combina neurociencia cognitiva, ergonomía y diseño de sistemas interactivos. Su propósito es optimizar la interacción entre el cerebro humano y la tecnología, reduciendo la carga mental y mejorando la eficiencia en la toma de decisiones. En este sentido, la neuroergonomía aporta un marco conceptual clave para el diseño de plataformas digitales que buscan facilitar la interpretación de datos neuropsicológicos y neurofisiológicos en entornos laborales.

Dentro de este marco, se distinguen dos áreas complementarias:

- Evaluación neurocognitiva: Hace referencia al estudio de los procesos mentales superiores (como atención, memoria, lenguaje, funciones ejecutivas y velocidad de procesamiento) mediante pruebas estandarizadas y validadas psicométricamente. Estas pruebas permiten identificar fortalezas y debilidades cognitivas en individuos y poblaciones, y se aplican tanto en contextos clínicos como laborales. Herramientas como Nesplora Ice Cream utilizan entornos virtuales y tareas controladas para medir de manera objetiva variables como la atención sostenida, la impulsividad o la memoria de trabajo. En la literatura, la evaluación neurocognitiva se considera esencial para comprender el desempeño en tareas complejas y para anticipar riesgos asociados a la fatiga, el estrés o la sobrecarga cognitiva.
- Evaluación neurofisiológica: Se centra en el registro y análisis de señales biológicas del sistema nervioso central, como la actividad eléctrica cerebral medida a través del electroencefalograma (EEG). Estas señales se organizan en bandas de frecuencia (delta, theta, alfa, beta y gamma), cada una asociada a distintos estados de activación y procesos cognitivos. La evaluación neurofisiológica aporta una visión objetiva y en tiempo real de la actividad cerebral, complementando la información obtenida mediante pruebas neurocognitivas. En el ámbito aplicado, se utiliza para estudiar la relación entre



estados fisiológicos (como fatiga, estrés o carga mental) y el rendimiento laboral o académico.

La literatura en psicología cognitiva ha documentado que la fragmentación de la información y la falta de integración entre fuentes incrementan la carga cognitiva y dificultan la interpretación eficiente de los datos [18], [27], [28]. En el ámbito neuropsicológico, esta fragmentación ha sido señalada como un desafío adicional para los profesionales, quienes deben integrar manualmente resultados provenientes de pruebas heterogéneas.

En el contexto de la evaluación neuropsicológica, los datos suelen ser abstractos, multidimensionales y sensibles al contexto. Indicadores como atención, memoria o estrés no son directamente observables, sino que se derivan de pruebas estandarizadas o registros fisiológicos.

En este contexto, la literatura sobre visualización de datos ha establecido principios fundamentales que resultan especialmente relevantes para la interpretación de información neuropsicológica. Autores como Tufte [25], Few [26], y Munzner [6] han destacado los siguientes puntos:

- Una visualización adecuada permite traducir estos indicadores en representaciones comprensibles, reduciendo la carga cognitiva del profesional.
- La jerarquía visual ayuda a priorizar variables críticas en la toma de decisiones, evitando que la abundancia de datos genere confusión.
- La claridad y neutralidad gráfica son esenciales para mantener la confianza en los resultados, especialmente en entornos laborales donde las decisiones pueden tener consecuencias significativas.
- Estudios en sistemas de apoyo a la decisión clínica han demostrado que la visualización efectiva de datos mejora la precisión diagnóstica, reduce el tiempo de análisis y aumenta la satisfacción del usuario [29].

En consecuencia, la visualización de datos en el dominio neuropsicológico se concibe en la literatura no como un recurso complementario, sino como un requisito metodológico para garantizar la validez interpretativa y la confiabilidad en la toma de decisiones.

## 6 Desarrollo de la propuesta

El proceso de diseño UX/UI se enfocó en la definición conceptual, visual y funcional de la interfaz, priorizando la claridad, la consistencia y la usabilidad en contextos laborales. El alcance del diseño se delimitó a la interacción en equipos de escritorio, dado que los psicólogos realizan sus evaluaciones y análisis principalmente en computadores. Por razones de tiempo y enfoque, no se desarrolló una versión completamente responsiva para dispositivos móviles, evitando fomentar un uso constante fuera del entorno laboral. Sin embargo, se logró una adaptación parcial en tabletas, con un nivel de responsividad cercano al 90%, lo que asegura flexibilidad en escenarios complementarios.

Asimismo, la plataforma no pretende cubrir todas las necesidades laborales del psicólogo, sino automatizar y optimizar una parte específica del flujo de trabajo: la integración y visualización de datos neuropsicológicos. Por ejemplo, los registros de EEG continúan generándose en una plataforma externa, que luego son incorporados a la plataforma para su análisis y visualización. Esta delimitación responde a la intención de mantener la herramienta focalizada en la reducción de carga cognitiva y la mejora de la experiencia de interpretación, sin sustituir las funciones profesionales ni las herramientas complementarias ya utilizadas en la práctica.

Finalmente, cabe señalar que los usuarios especializados ya están familiarizados con los datos técnicos que se presentan en la plataforma, o bien la empresa contempla capacitaciones previas para asegurar dicha familiaridad. Por ello, la interfaz incluye representaciones técnicas y específicas que responden directamente al modelo de negocio de la organización, garantizando que la herramienta se integre de manera coherente con los procesos laborales existentes.

El desarrollo de la propuesta se articula mediante la convergencia de dos marcos metodológicos: el modelo del Doble Diamante y el enfoque de Diseño Centrado en el Usuario. No obstante, dada la naturaleza dinámica del entorno laboral y las restricciones operativas del proyecto, su aplicación no se realizó de manera rígida ni lineal. En su lugar, se optó por una adaptación flexible que priorizó los principios fundamentales de investigación y validación por sobre la ejecución estricta de todas las herramientas canónicas. De esta manera, las fases se integraron orgánicamente para responder con agilidad a los hallazgos emergentes.

### 6.1 Descubrimiento / Análisis de necesidades y contexto

#### 6.1.1 Estado inicial del proyecto

Como punto de partida, se definieron tres fases progresivas de alcance, concebidas como horizonte de desarrollo. Esta planificación inicial permitió enmarcar el problema desde una perspectiva amplia, alineada con el enfoque de exploración del modelo Doble Diamante.

- Automatización de traspaso de datos desde informes PDF a hojas de cálculo.
- Integración de resultados EEG con la prueba Nesplora Ice Cream para permitir un análisis sincronizado con el video del test.
- Implementación en tiempo real de la segunda fase, con navegación asistida por voz y audio.

Estas fases fueron concebidas como un horizonte de desarrollo que guiara la propuesta, y se documentaron como parte de los requisitos iniciales del proyecto.

### **6.1.2 Investigación contextual y levantamiento de requerimientos**

El proceso de investigación contextual se articuló a través de un ciclo de reuniones periódicas con los profesionales de la empresa, llevadas a cabo entre Abril y Junio. En total, se realizaron 7 sesiones de trabajo, con una frecuencia variable, que se ajustó según la disponibilidad operativa de los psicólogos. Estas instancias funcionaron como espacios híbridos de entrevista y observación participante, permitiendo no solo levantar requerimientos explícitos, sino también identificar ineficiencias latentes en el flujo de interacción real con los datos.

Como complemento y síntesis de estas entrevistas (ver pauta de preguntas en el Anexo D), se aplicó una encuesta semiestructurada al cliente principal, con el fin de profundizar en el uso actual de los resultados de pruebas neuropsicológicas y en las dificultades asociadas a su gestión. El participante, psicólogo con 25 años de experiencia en el área de emergencias, destacó que los indicadores más relevantes en Nesplora son la fatiga, la velocidad de respuesta y los puntajes por dimensión, mientras que en EEG prioriza la lectura de ondas Beta y Delta, asociadas a estados de atención, estrés y relajación. En cuanto al flujo de trabajo, señaló que actualmente debe descargar informes y unir manualmente los datos de Nesplora y EEG, siendo la transcripción al Excel la tarea más compleja y demandante en tiempo. Entre los problemas más frecuentes mencionó la falta de división clara de tiempos de respuesta y la ausencia de un sistema de gestión centralizado para los evaluados. Respecto a las expectativas, subrayó la necesidad de contar con un *dashboard* atractivo y fácil de leer, que permita acceder rápidamente a secciones específicas del informe (por ejemplo, planificación) sin tener que revisar el documento completo.

Estas actividades permitieron comprender el entorno laboral, los flujos reales de trabajo y las necesidades latentes del usuario, cumpliendo con las tareas de investigación contextual y exploración divergente propias del Doble Diamante. Al mismo tiempo, se identificaron requerimientos funcionales y expectativas específicas, en línea con el análisis de necesidades del DCU.

### **6.1.3 Análisis de tareas y contexto de uso**

A partir de la investigación contextual, se realizó un análisis detallado del flujo de trabajo actual. Este proceso permitió descomponer las actividades del psicólogo e identificar las fricciones operativas que obstaculizan la eficiencia. La información recabada se sistematizó en tres dimensiones clave que fundamentan los requerimientos de la nueva plataforma:

- Ineficiencias del flujo actual:
  - Descentralización: La gestión de datos se realiza de manera dispersa; los resultados de Nesplora (PDF) y EEG (Excel) se manejan por separado, dificultando una visión integral del evaluado.
  - Carga operativa manual: La transcripción de datos desde reportes estáticos a hojas de cálculo es la tarea que más tiempo consume y presenta un alto riesgo de errores de digitación.

- Navegación lineal: La revisión de informes en PDF obliga a una lectura secuencial, impidiendo el acceso directo a secciones específicas de interés clínico.
- Necesidades de visualización y priorización de datos:
  - Indicadores Nesplora: Se requiere visibilidad inmediata de variables críticas como fatiga, velocidad de respuesta y puntajes por dimensión, así como una división clara de los tiempos de respuesta.
  - Indicadores EEG: Es prioritario facilitar la lectura de ondas Beta (asociadas a atención/estrés y Delta (relajación)).
- Contexto tecnológico y de uso:
  - Entorno: La integración se realiza principalmente en computadores de escritorio dentro de oficinas corporativas, donde el tiempo de análisis es limitado.
  - Perfil técnico: El usuario está familiarizado con terminología clínica, por lo que la interfaz no debe simplificar el lenguaje técnico, sino agilizar su acceso.

A modo de síntesis, y con el objetivo de dimensionar el impacto operativo de las fricciones detectadas, se elaboró un análisis comparativo entre el flujo de trabajo tradicional y la propuesta de solución. La Tabla 3 contrasta ambas realidades, evidenciando cómo la centralización y automatización proyectadas buscan mitigar los puntos críticos de carga manual y fragmentación de datos.

**Tabla 3.** Comparación operativa: Flujo tradicional vs. Plataforma propuesta

<b>Dimensión</b>	<b>Flujo actual</b>	<b>Flujo propuesto</b>
<i>Ingesta de datos</i>	Descentralizada: PDF en correos y Excel en carpetas locales.	Centralizada: Carga única en plataforma web.
<i>Procesamiento</i>	Manual: Transcripción de puntajes del PDF al Excel (Alto riesgo de error).	Automático: Motor OCR extrae datos al instante (Mínimo error de digitación).
<i>Integración</i>	Nula: Los datos de EEG y Nesplora se analizan por separado.	Amplia: Visualización unificada de métricas cognitivas y fisiológicas.
<i>Generación de informe</i>	Redacción manual y "copiar-pegar" de gráficos en Word	Descarga de informe preliminar editable y automatizado.
<i>Acceso a la información</i>	Lineal: Lectura secuencial de documentos PDF extensos.	Dinámica: <i>Dashboard</i> interactivo con filtros y navegación rápida.

## 6.2 Definición / Arquitectura de información y navegación

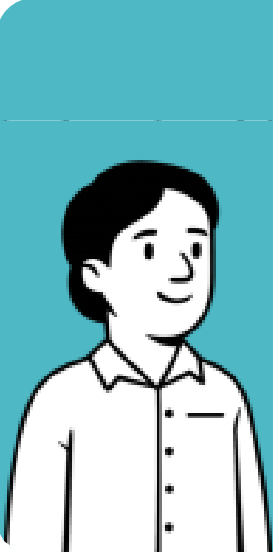
### 6.2.1 Síntesis del usuario: Persona

Tras el análisis de la información recabada en la etapa de descubrimiento, se procedió a la definición del perfil del usuario. La creación de un único perfil responde a la naturaleza del proyecto: una plataforma interna para una empresa en crecimiento donde,

actualmente solo operan psicólogos. Estos profesionales son los únicos actores que interactúan directamente con los datos neuropsicológicos que la herramienta busca integrar. Por tanto, no se consideró necesario representar múltiples roles, focalizando el diseño en este perfil especializado.

Para sistematizar los hallazgos de la investigación, se construyó una Persona basada en los datos empíricos recolectados durante las entrevistas y observaciones. Este arquetipo sintetiza los patrones de comportamiento, necesidades y frustraciones reales detectadas en el equipo, evitando generalizaciones y asegurando que las decisiones de diseño mantengan coherencia con el contexto laboral verídico.

A continuación, la Figura 1 presenta a Jeremiah, la representación del usuario principal, que sirvió como guía referencial durante las etapas posteriores de diseño.



**Jeremiah**  
Psicólogo especializado en emergencias  
*"Trabajo con pruebas neuropsicológicas constantemente, pero pierdo tiempo en tareas que podrían automatizarse"*

**Sobre él**

- Edad 45-55
- Experiencia 25 años en el área
- Nivel técnico Alto

**Historia**

Jeremiah revisa datos de Nexplora y EEG como parte de su rutina profesional. Aunque domina la interpretación técnica, el proceso de unir datos desde distintas fuentes le resulta lento y repetitivo.

**Puntos de dolor**

- Traspaso manual de datos desde PDF a Excel.
- Fala de sistema centralizado para gestionar evaluados.
- Errores frecuentes al dividir tiempos de respuesta.
- Necesidad de revisar informes completos para encontrar secciones específicas.

**Motivación**

Quiere mejorar la experiencia de análisis, optimizar tiempo y ofrecer resultados más claros a sus clientes. Le motiva contar con una herramienta que le permita navegar fácilmente por los datos y acceder directamente a lo que necesita.

**Necesidad principal**

- Automatizar el traspaso de datos.
- Visualizar indicadores clave.
- Navegación rápida por secciones del informe.
- Una herramienta clara, atractiva y funcional.

**Actividades frecuentes**

Revisión de informes

Análisis de EEG

Transcripción de datos

**Figura 1.** Arquetipo de usuario (Persona): Psicólogo especialista

### 6.2.2 Formalización de requerimientos

En esta instancia, los hallazgos cualitativos de la investigación contextual se tradujeron en definiciones técnicas formales. Este proceso de formalización es crítico para asegurar que el desarrollo de la ingeniería responda fielmente a los objetivos clínicos y de usabilidad detectados.

A continuación, se presentan las Historias de usuarios priorizadas, seguidas de los Requerimientos funcionales y No funcionales que delimitan el alcance del prototipo.

**Tabla 4.** Historias de Usuario priorizadas

ID	Perfil	Necesidad (Quiero...)	Objetivo (Para...)	Criterio de aceptación
HU-01	Especialista	Que el sistema transforme el formato de los	Asegurar la confiabilidad de los datos y	El sistema debe ejecutar la conversión de datos

		datos PDF a una estructura digital manipulable.	eliminar el error humano por transcripción manual.	manteniendo la coherencia con los valores originales del reporte Nesplora.
HU-02	Especialista	Navegar libremente entre las vistas específicas de Nesplora y EEG según mi criterio clínico.	Analizar en profundidad cada dimensión sin sufrir saturación visual por exceso de datos simultáneos.	El <i>Dashboard</i> debe segmentar la información en módulos independientes pero accesibles desde una misma plataforma.
HU-03	Especialista	Que los datos procesados se utilicen para generar automáticamente borradores de informes y visualizaciones.	Optimizar el tiempo de redacción y dar utilidad práctica a la información extraída.	El sistema debe ser capaz de poblar plantillas de informe y generar gráficos dinámicos utilizando los datos transformados previamente.

Requerimientos Funcionales (Capacidades de la interfaz): Estos requerimientos definen las funciones que el diseño debe habilitar para satisfacer el flujo de trabajo del especialista.

- RF-01 Gestión unificada de perfiles: La interfaz debe proporcionar un repositorio centralizado donde el usuario pueda visualizar el estado documental de cada trabajador, integrando archivos como PDF y EEG en una sola ficha.
- RF-02 Carga y retroalimentación de procesamiento: El sistema debe habilitar la carga de archivos Nesplora mediante una interfaz de "arrastrar y soltar", entregando retroalimentación visual inmediata sobre el éxito o fallo de la transformación de datos.
- RF-03 Visualización segmentadas de datos: El *dashboard* debe presentar los indicadores cognitivos y fisiológicos en vistas independientes navegables, evitando la saturación visual y permitiendo el análisis focalizado por dimensión.
- RF-04 Generación de reportes editables: La plataforma debe ofrecer una funcionalidad para exportar los datos procesados en formatos que permitan la edición posterior, facilitando la personalización del entregable final.

Requerimientos No Funcionales (Cualidades de la experiencia): Estos definen los criterios de calidad que garantizan una buena experiencia de usuario.

- RNF-01 Eficiencia y reducción de carga operativa: El diseño del flujo de trabajo debe minimizar la cantidad de clics y pasos necesarios para generar un informe, eliminando tareas manuales redundantes como la transcripción.
- RNF-02 Prevención y recuperación de errores: La interfaz debe implementar validaciones que impidan la generación de informes con datos faltantes, guiando al usuario hacia la solución en lugar de mostrar errores técnicos.
- RNF-03 Claridad visual: La visualización de gráficos complejos debe utilizar principios de diseño minimalista y alto contraste para facilitar la interpretación rápida de patrones clínicos sin fatiga visual.
- RNF-04 Curva de aprendizaje: La interacción con la plataforma debe resultar intuitiva para un perfil no tecnológico, validado mediante una puntuación de usabilidad (SUS) superior al promedio de la industria (>68, meta >80).

### 6.2.2 Definición de jerarquías de información y organización de contenidos

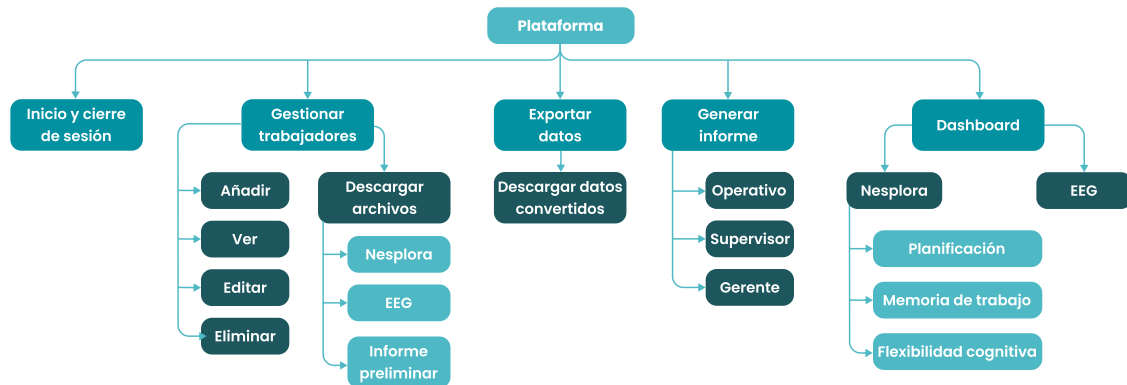
La jerarquía de contenidos de la plataforma se definió a partir de los objetivos funcionales del sistema y de la relevancia de cada tipo de información para el usuario especializado. Más allá de la secuencia de interacción, se buscó establecer una estructura lógica que permitiera agrupar las funcionalidades en bloques coherentes, facilitando la comprensión y el acceso a cada módulo.

Para ello, se clasificaron las funciones en seis bloques principales, organizados según su propósito operativo, analítico o visual. Esta agrupación responde a criterios de frecuencia de uso, criticidad de tarea y nivel de especialización requerido. Por ejemplo, las funciones de transformación de datos y gestión de trabajadores se ubican en el nivel operativo, mientras que el *dashboard* y la generación de informes se consideran vistas analíticas y de síntesis.

La jerarquía final se estructuró en seis bloques funcionales, como se muestra en la Figura 2.

1. Inicio y cierre de sesión
  - a. Acceso seguro a la plataforma.
  - b. Control de sesiones.
2. Gestionar trabajadores
  - a. Subir, editar y borrar evaluados.
  - b. Procesamiento automático (OCR): Transformación de PDF Nesplora a datos estructurados.
  - c. Gestión documental: Acceso y descarga de archivos originales y documentos asociados al perfil.
3. Exportar datos
  - a. Generación y descarga de planillas de datos (Excel/CSV) con la información ya procesada y convertida.
4. Generar informe
  - a. Creación de un informe preliminar editable, facilitando la verificación y personalización por parte del especialista.
  - b. Adaptación automática de la estructura según el perfil (operativo, supervisor o gerente).
5. *Dashboard* por trabajador
  - a. Indicadores cognitivos (Nesplora): Visualización interactiva de las dimensiones de planificación, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva.
  - b. Variables fisiológicas (EEG): Lectura de ondas cerebrales transformadas en gráficos y datos de neurocompetencias.

La organización jerárquica permite que el usuario acceda primero a las funciones base (transformar, gestionar y descargar), luego a la generación de informes, y finalmente a la visualización integrada en el *dashboard*. Esta lógica no impone una secuencia fija, sino que ofrece una estructura flexible que se adapta a los distintos casos de uso identificados en la fase de descubrimiento.



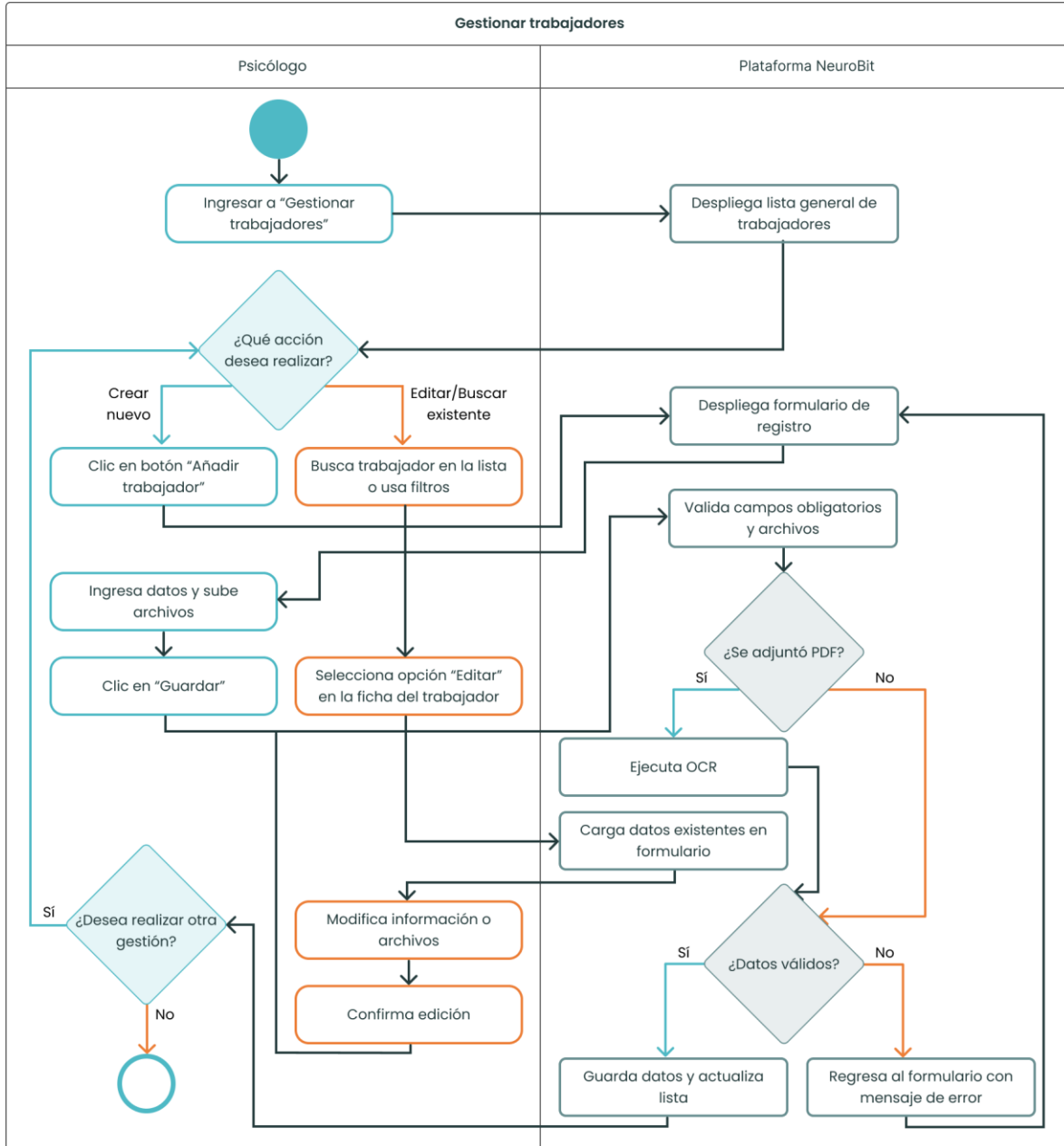
**Figura 2.** Mapa jerárquico de navegación y organización funcional de la plataforma

### 6.2.3 Diseño de la lógica de interacción

Para formalizar la interacción entre el especialista y la plataforma NeuroBit, se modelaron los flujos de trabajo críticos utilizando la notación estándar BPMN 2.0 (Business Process Model and Notation). Esta metodología permite graficar procesos de negocio mediante un conjunto universal de símbolos, facilitando la comprensión lógica entre el diseño conceptual y su implementación técnica. Su aplicación fue fundamental para delimitar con precisión las responsabilidades entre el usuario (carril izquierdo) y el sistema (carril derecho), visibilizando los procesos de automatización y validación que ocurren en el backend.

A continuación, se presenta el flujo de Gestión de Trabajadores, el cual constituye la columna vertebral operativa del sistema al centralizar la ingesta y el procesamiento de los datos clínicos. Este diagrama modela el ciclo de ingreso de nuevos evaluados y la actualización de sus antecedentes. Su importancia estratégica radica en la integración del motor de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) y las reglas de validación de archivos, actuando como el primer filtro de calidad para asegurar la integridad de la información.

Como se observa en la Figura 3, el proceso inicia cuando el psicólogo selecciona la acción a realizar (crear o editar). En respuesta, el sistema despliega el formulario correspondiente y, tras la carga de archivos por parte del usuario, ejecuta una lógica condicional crítica.



**Figura 3.** Diagrama de flujo BPMN – Gestionar trabajadores

1. Validación de integridad: La plataforma verifica que los campos obligatorios y los formatos de archivo sean correctos.
2. Procesamiento inteligente (OCR): Si el sistema detecta que se ha adjuntado un archivo PDF (correspondiente a Nesplora), activa automáticamente el motor de OCR para extraer y estructurar la información. Si el archivo no requiere conversión, el flujo omite este paso para optimizar el rendimiento.
3. Persistencia: Finalmente, si todas las validaciones son exitosas, los datos se almacenan o actualizan en la base de datos centralizada; en caso contrario, se retorna el control al usuario con los mensajes de error específicos, evitando estados inconsistentes.

Adicionalmente, se modelaron los procesos para Generar informe, Exportar datos y *Dashboard*. Estos diagramas detallan la lógica de consulta y visualización, incluyendo los mecanismos de recuperación ante errores (como la navegación hacia la gestión de trabajadores cuando faltan datos).

Debido a su extensión y detalle técnico, los diagramas correspondientes a estos flujos se encuentran disponibles en el Anexo A. A continuación, se describe brevemente su lógica operativa:

1. Generar informes: Describe el flujo mediante el cual el psicólogo selecciona un perfil de salida (Operativo, Supervisor o Gerente). El sistema compila los datos procesados y genera un documento Word estandarizado listo para la descarga.
2. Exportar datos: Detalla el proceso de extracción de información en formatos editables, permitiendo al especialista obtener los datos crudos posterior al procesamiento para el análisis externos.
3. *Dashboard*: Modela la arquitectura de decisión que permite al usuario alternar entre las vistas de Nesplora y Electroencefalograma. Este flujo destaca por su estructura no lineal, permitiendo la exploración dinámica de indicadores y el filtrado en tiempo real respectivamente.

#### 6.2.4 Creación de *wireframes* iniciales

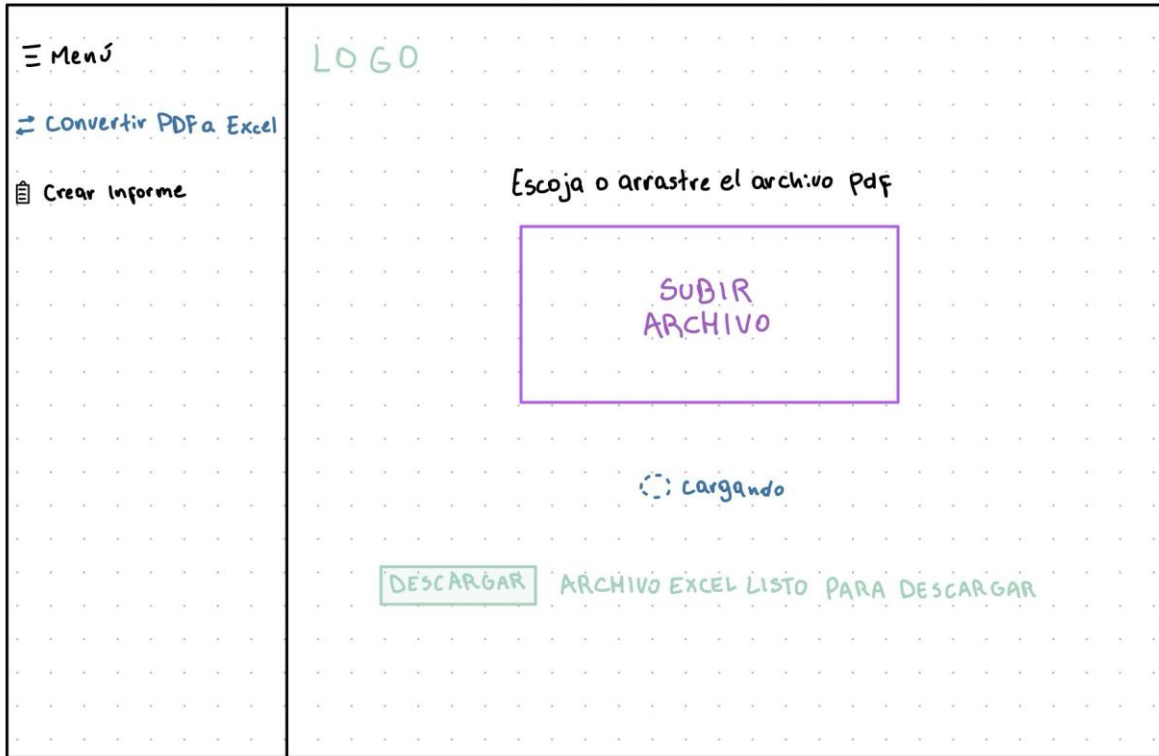
Una vez definida la jerarquía de contenidos, se procedió a la elaboración de *wireframes* en baja fidelidad, con el objetivo de representar visualmente la disposición de los elementos en pantalla y validar la coherencia entre la estructura conceptual y la experiencia de navegación.

Los *wireframes* permitieron explorar distintas formas de presentar la información, priorizando la claridad visual, la accesibilidad y la reducción de carga cognitiva. En la primera versión, se dio protagonismo a las vistas de traspaso de datos y generación de informes, reflejando las tareas más críticas para el usuario. Sin embargo, tras recibir retroalimentación directa, se ajustó el diseño para que el *dashboard* por trabajador se convirtiera en una de las vistas principales, permitiendo un acceso rápido a los indicadores convertidos y una navegación directa por secciones específicas del informe.

Los elementos se organizaron en torno a un menú lateral persistente y un área a su costado para la visualización de gráficos, tablas y resultados. Esta disposición fue validada con el usuario principal, quien destacó la claridad del diseño y la pertinencia de los ajustes realizados.

A continuación, se describen los *wireframes* iniciales principales que fueron incluidos directamente en esta etapa por su relevancia funcional y conceptual:

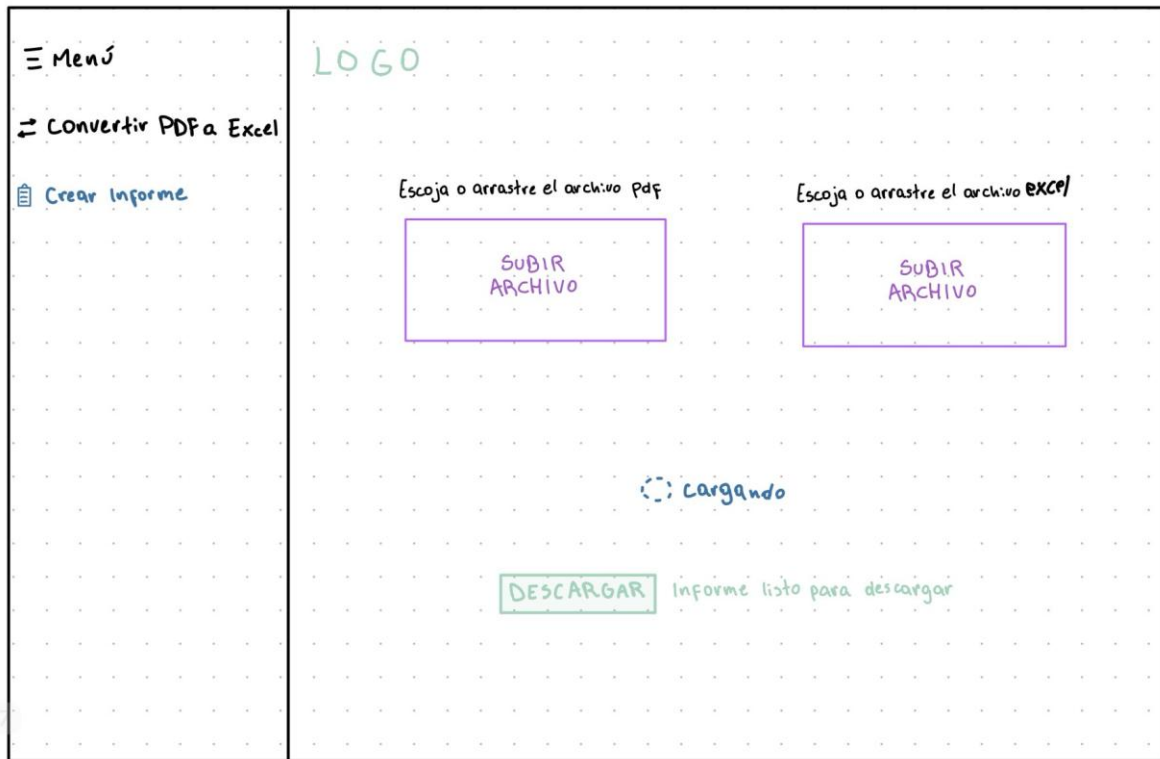
Como se puede ver en la Figura 4, esta vista representa el flujo inicial más crítico del sistema: la automatización del traspaso de datos desde informes PDF a hojas de cálculo. El diseño incluye dos áreas de carga de archivos (PDF y Excel), una barra de progreso y un botón de descarga para obtener el archivo convertido. Esta interfaz fue concebida como solución directa al problema de transcripción manual identificado en la fase de descubrimiento, y sirvió como base para definir la lógica de transformación de datos.



**Figura 4.** Wireframe de baja fidelidad Convertir PDF a Excel

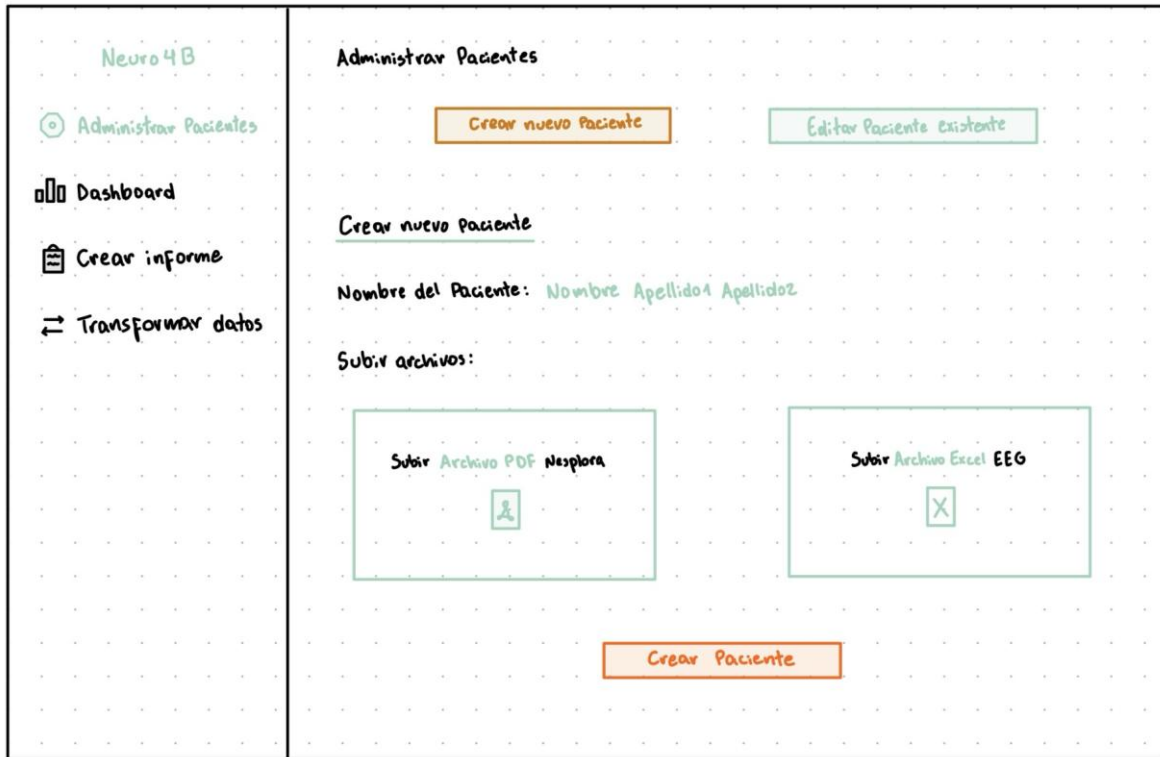
La Figura 5 fue diseñada para permitir la generación de informes preliminares a partir de los archivos cargados por el usuario. El flujo contemplaba la selección manual de los documentos PDF y Excel, replicando el proceso de carga ya presente en la vista de conversión. Aunque esta repetición sería optimizada en etapas posteriores, en esta versión se mantuvo como parte del flujo operativo.

El diseño incluye dos áreas de carga diferenciadas, un indicador de estado que acompaña el procesamiento del informe, y un botón de descarga que aparece una vez completado el proceso. La interfaz se mantuvo simple y directa, enfocada en validar la funcionalidad básica de generación de informes, esta vista fue clave para comprobar la viabilidad técnica del proceso y establecer los puntos de integración con otras secciones del sistema.



**Figura 5.** Wireframe de baja fidelidad Crear informe

La Figura 6 fue concebida como un módulo de gestión que permitiera registrar y editar la información de cada evaluado, junto con sus archivos asociados. A diferencia de versiones posteriores, en esta etapa la creación y edición no se realizaban en pantallas separadas, sino que se activaban dinámicamente dentro de la misma vista mediante dos botones superiores: Crear nuevo Paciente y Editar Paciente existente. Al seleccionar cualquiera de ellos, se desplegaban los campos correspondientes directamente en el área central.



**Figura 6.** Wireframe de baja fidelidad Administrar pacientes

La interfaz incluye campos de identificación estandarizados, secciones para subir archivos Nesplora y EEG, y botones de acción para confirmar la operación. Esta estructura permitió validar la lógica de asociación entre datos personales y archivos clínicos, y sentó las bases para una gestión más organizada y reutilizable en vistas posteriores como el *dashboard* o la generación de informes.

Con el fin de mantener el foco en los flujos principales del sistema, las vistas administrativas secundarias se han trasladado a la documentación complementaria. Específicamente, el *Wireframe* de baja fidelidad corresponde a la funcionalidad de "Editar Paciente" se encuentra disponible para consulta en el Anexo B.

Cabe señalar que el *dashboard* por trabajador, aunque definido conceptualmente en esta etapa, no fue desarrollado en baja fidelidad por su complejidad técnica. Por lo que su diseño se abordó posteriormente en versiones de media fidelidad, donde se exploraron distintas disposiciones visuales y niveles de detalle.

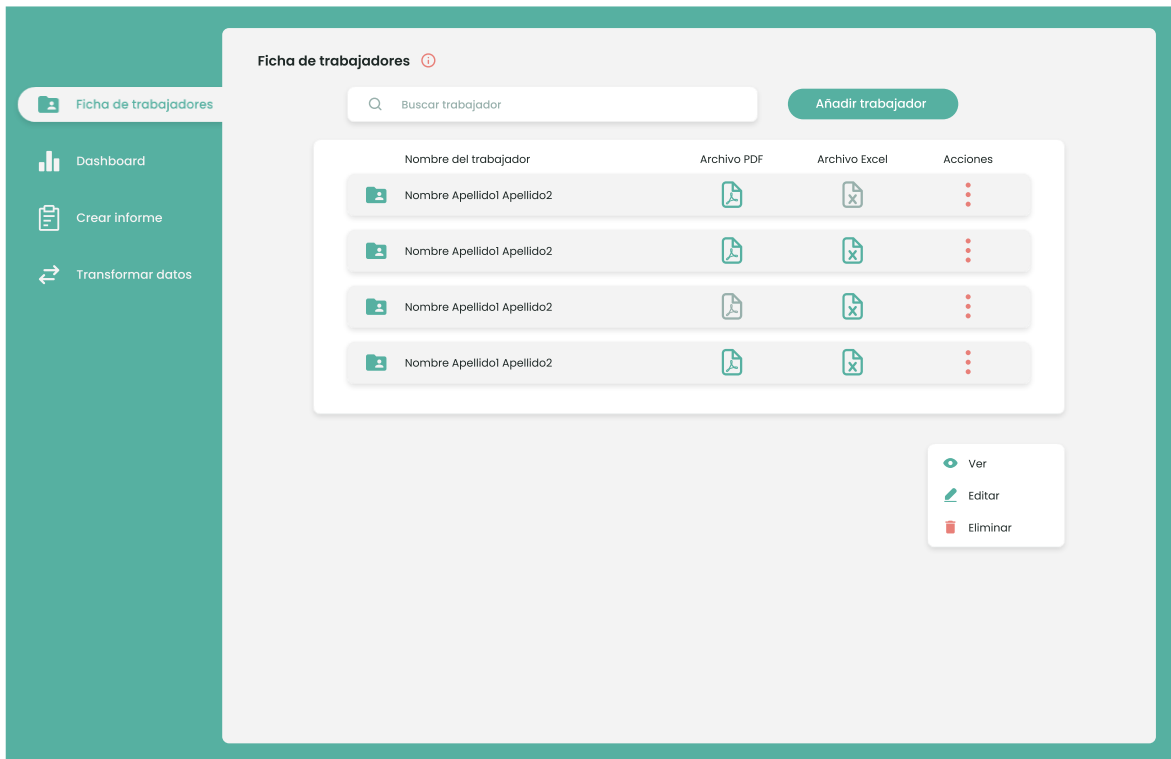
## 6.3 Desarrollo / Prototipado iterativo

### 6.3.1 Prototipados de media fidelidad

En esta fase se elaboraron prototipos de media fidelidad que permitieron validar la disposición visual de indicadores y la navegación directa por secciones. Estos prototipos fueron fundamentales para transformar la arquitectura conceptual definida en el subcapítulo anterior en una experiencia visual más detallada y funcional, acercando el diseño a su implementación final.

Para la interfaz de ficha de trabajadores y la gestión de archivos, se decidió adoptar patrones de navegación y organización visual similares a los utilizados en plataformas de almacenamiento masivo consolidadas (como Google Drive). Esta decisión de diseño busca aprovechar los modelos mentales previos del usuario, reduciendo la curva de aprendizaje y la carga cognitiva al presentar una estructura de carpetas y listados que resulta familiar y predecible desde el primer uso.

La Figura 7 de inicio de la ficha de trabajadores (anteriormente definida como administrar pacientes) fue diseñada como un espacio centralizado para visualizar y gestionar todos los evaluados creados en la plataforma. Su propósito fue ofrecer una interfaz más limpia y organizada, que permitiera al usuario tener una visión general de los registros existentes y acceder rápidamente a las acciones principales.



**Figura 7.** Wireframe de media fidelidad Ficha de trabajadores

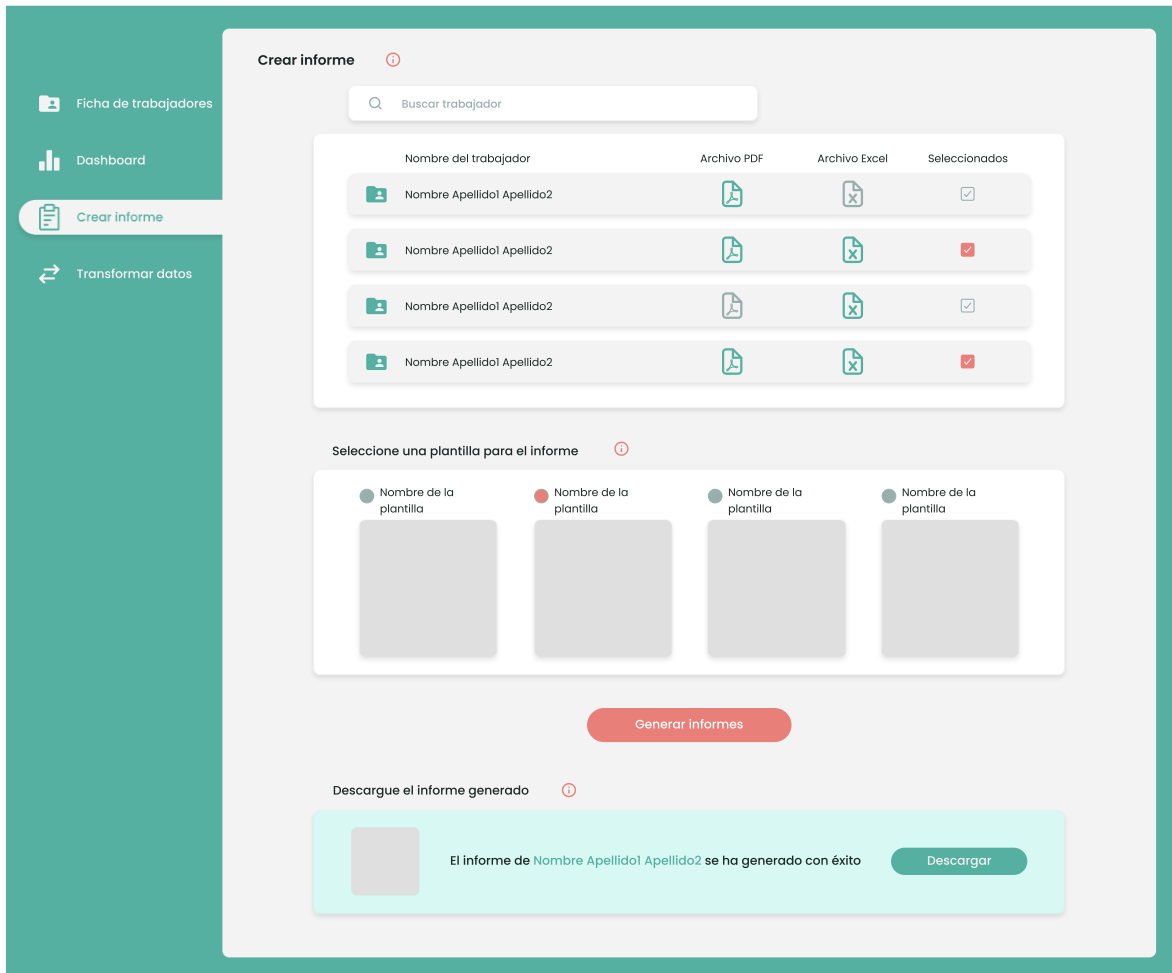
- Tabla general de trabajadores: Se incorporó una vista tabular que muestra los campos esenciales de cada evaluado, incluyendo nombre completo y los dos

archivos asociados (PDF Nesplora y Excel EEG). Esta decisión permitió mejorar la claridad y evitar que la creación y edición estuvieran mezcladas en una misma pantalla, como ocurría en las versiones iniciales.

- Columna de acciones: Se añadieron opciones diferenciadas de ver, editar y eliminar para cada registro dentro de la tabla. Al separar estas funciones, se logró una interacción más intuitiva y se redujo la carga cognitiva del usuario, facilitando la gestión sin necesidad de navegar por múltiples pantallas.

La nueva disposición permitió que el usuario tuviera una visión panorámica de todos los evaluados en un solo lugar, con acceso inmediato a las acciones más frecuentes. Esto mejoró la eficiencia del sistema, redujo redundancias y facilitó la gestión de múltiples registros en entornos laborales donde se manejan grandes volúmenes de datos.

La Figura 8 de crear informe fue diseñada para consolidar la información previamente cargada en la ficha de trabajadores y generar reportes preliminares personalizados según distintos perfiles. A diferencia de las versiones iniciales, en esta etapa se incorporaron elementos que aportan flexibilidad y claridad en la presentación de resultados.

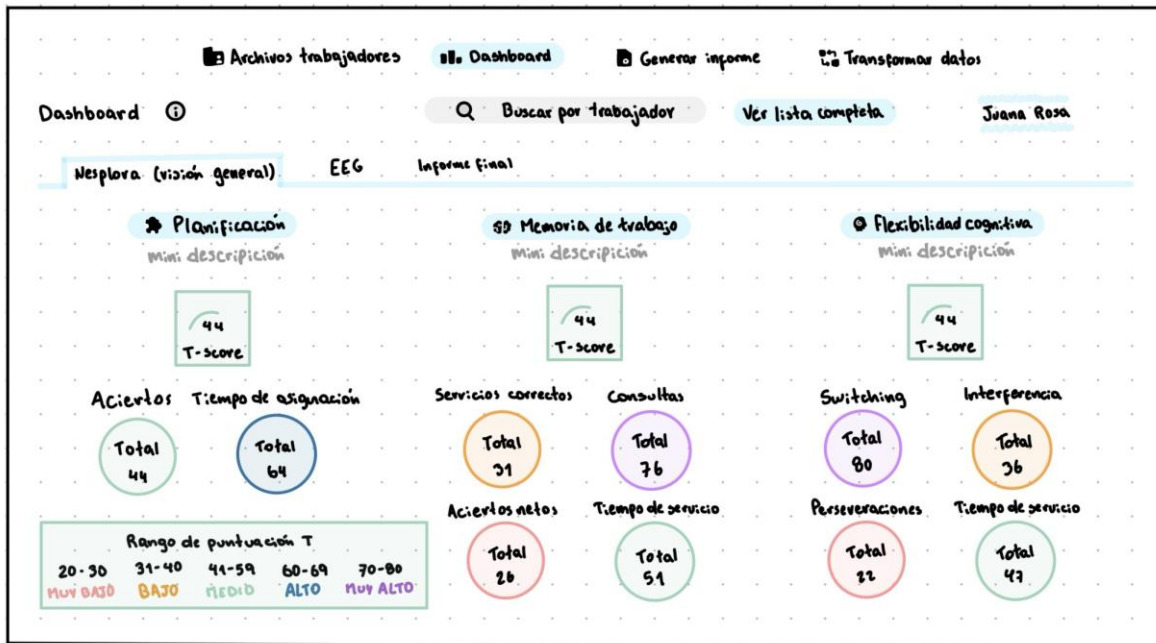


**Figura 8.** Wireframe de media fidelidad Crear informe

- Selección de plantillas según rol: Se agregó una sección que permite elegir el formato del informe según el rol destinatario (operativo, supervisor o gerente). Esta decisión buscó adaptar la información a distintos niveles de análisis sin necesidad de duplicar reportes.
- Integración con la ficha de trabajadores: Los archivos PDF y Excel ya no se suben nuevamente en esta vista, sino que se reutilizan los que fueron centralizados en el perfil del trabajador. Con ello se eliminó la redundancia detectada en los *wireframes* de baja fidelidad y se redujeron pasos innecesarios.
- Selección de múltiples trabajadores: Se añadió la opción de escoger varios evaluados para generar sus informes de forma simultánea, utilizando una misma plantilla. Esta funcionalidad se ideó para escenarios operativos donde se requería procesar grandes volúmenes de evaluaciones con criterios homogéneos, optimizando tiempos y reduciendo interacción manual.

La vista de transformar datos comparte la misma lógica de procesamiento, pero sin la selección de plantillas. Por ello, se considera funcionalmente equivalente y se incluye en los anexos como evidencia del refinamiento visual, ver figura en Anexo C.

En esta etapa se desarrollaron las primeras versiones del *dashboard* por trabajador, organizadas en cuatro secciones cognitivas principales: Nesplora Ice Cream general, planificación, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva. Como se observa en la Figura 9, cada vista presenta indicadores específicos, gráficos interpretativos y puntuaciones estandarizadas (T-score), permitiendo una lectura segmentada del desempeño del evaluado.



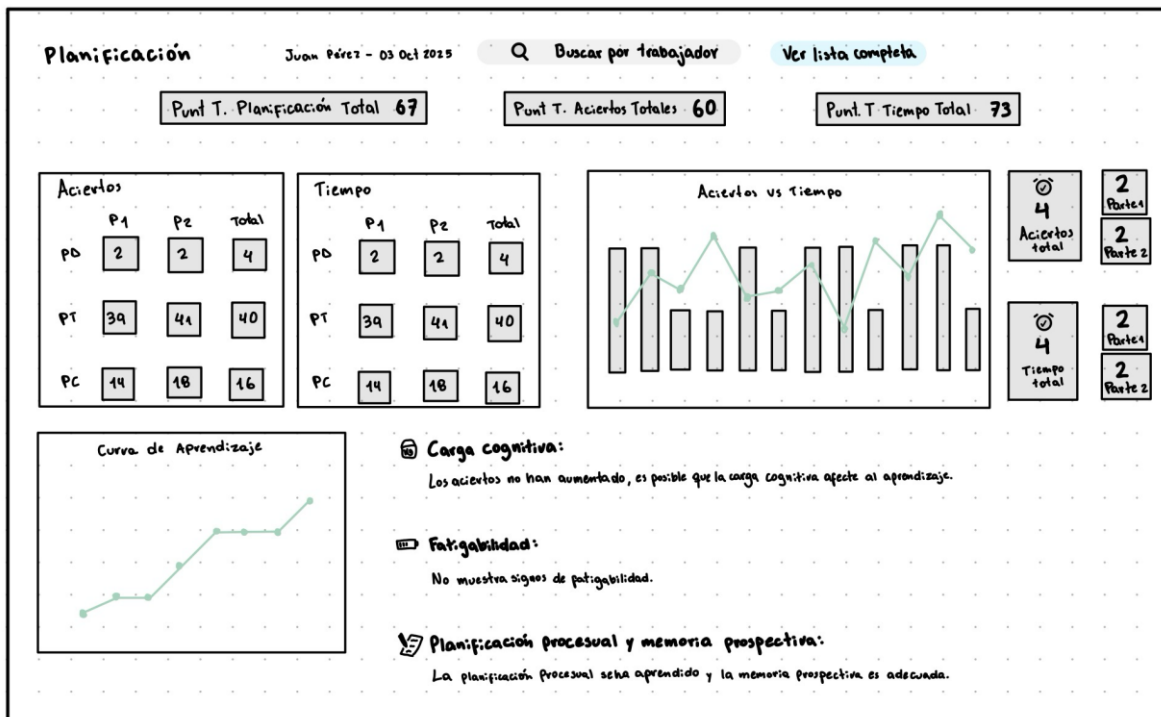
**Figura 9.** Wireframe de media fidelidad *dashboard* vista Nesplora Ice Cream general

Para estructurar esta visualización temprana, se definieron las siguientes áreas de información:

- Nexplora Ice Cream general: Ofrece una visión panorámica del perfil cognitivo, con acceso a las tres áreas evaluadas. Se incorporaron pestañas para navegar entre secciones y un buscador para localizar trabajadores específicos.
- Planificación: Incluye métricas de aciertos, tiempos de asignación y curva de aprendizaje. Se utilizaron gráficos combinados (barras y líneas) para representar la evolución por rondas y facilitar la interpretación.
- Memoria de trabajo: Presenta indicadores como servicios correctos, consultas, aciertos netos y tiempo de servicio. Se añadieron visualizaciones como mapas de calor y gráficos de dispersión para representar la velocidad y precisión por servicio.
- Flexibilidad cognitiva: Muestra datos de *switching*, interferencias y perseveraciones, junto con tiempos de respuesta. Se utilizaron gráficos paralelos para comparar desempeño en tareas de cambio y resistencia a la interferencia.

Esta primera propuesta visual (ejemplificada en la Figura 9) fue diseñada con un enfoque detallado, orientado puramente a la exhaustividad clínica. Sin embargo, tras pruebas de usabilidad exploratorias dentro del equipo de trabajo, se detectó que la alta densidad gráfica podía dificultar la lectura y aumentar la carga cognitiva en contextos operativos de ritmo rápido.

Por ello, se desarrolló una versión simplificada de esta vista, como se expone en la Figura 10. Esta actualización prioriza la claridad y la síntesis visual, manteniendo los indicadores clave, pero reduciendo la cantidad de gráficos simultáneos. Este rediseño se convirtió en la base definitiva para las versiones de alta fidelidad, asegurando una lectura rápida y directa.



**Figura 10.** Wireframe de media fidelidad *dashboard* vista Planificación actualizada

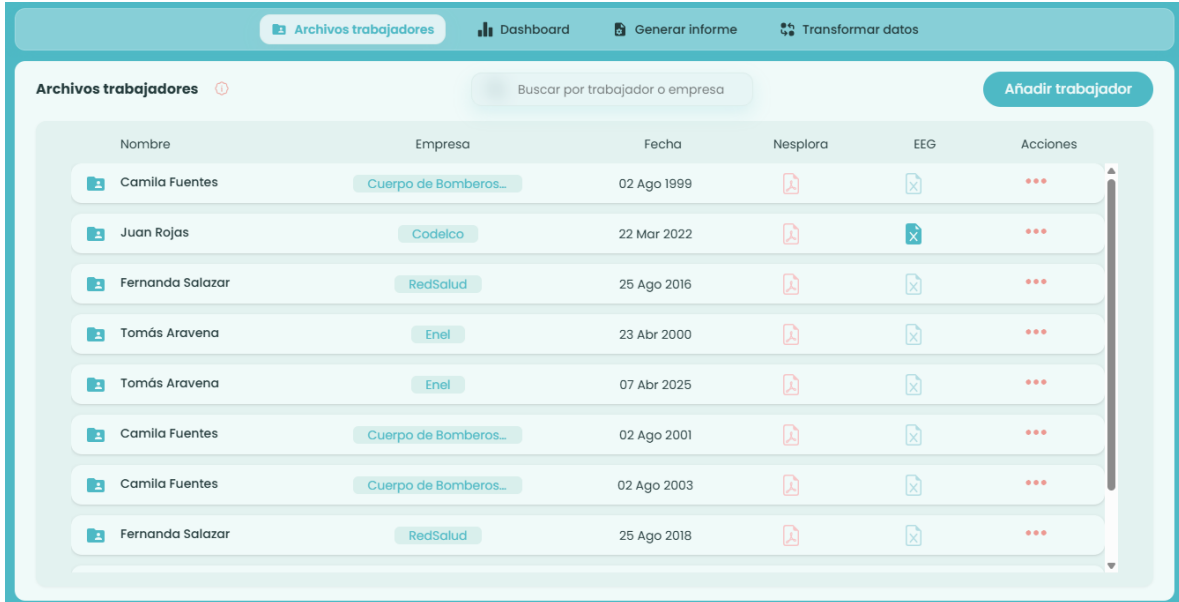
### 6.3.2 Transición al entorno funcional (Prototipado de alta fidelidad)

El traslado de los diseños a un entorno funcional permitió auditar la propuesta bajo condiciones de uso real. Esta etapa se centró en asegurar que la interfaz cumpliera con principios fundamentales de usabilidad que los prototipos estáticos no logran abordar por completo, garantizando que la experiencia fuera fluida más allá del plano visual.

A continuación, se detallan los principios de interacción validados durante esta fase:

- Visibilidad del estado del sistema (*feedback*): Los prototipos estáticos no reflejan los tiempos de espera naturales del procesamiento de datos. La implementación permitió integrar indicadores de estado para gestionar la incertidumbre del usuario durante distintos procesos, asegurando que siempre comprenda si el sistema está trabajando o ha finalizado una tarea.
- Robustez frente a datos dinámicos: Se evaluó la resistencia del diseño al cargar información real, la cual presenta una variabilidad que los textos simulados no contemplan. Se ajustaron las reglas de maquetación para que la interfaz se adaptara flexiblemente a nombres extensos o cifras atípicas sin romper la jerarquía visual ni ocultar información crítica.
- Consistencia y estándares de interacción: Durante la implementación, se unificaron los patrones visuales y de comportamiento en todos los módulos de la plataforma (iconografía, estilos de botones y estructuras de tablas). Esta validación transversal aseguró que la interfaz operara bajo una lógica predecible para el usuario, facilitando la navegación intuitiva y reduciendo la carga cognitiva al eliminar discrepancias entre secciones.
- Legibilidad y jerarquía visual en datos complejos: Al visualizar la información clínica real en el navegador, se realizaron ajustes finos en tipografía, espaciados y contrastes para garantizar una lectura eficiente. Se priorizó un diseño limpio que destacara los indicadores críticos (como puntajes o alertas) sobre el ruido visual, asegurando que el especialista pueda escanear y analizar grandes volúmenes de datos sin fatiga visual.

Como evidencia de la integración de estos principios, se presenta a continuación la Figura 11, una captura del prototipo funcional desplegado. Esta vista sintetiza el estado del sistema tras la validación técnica, demostrando la estabilidad de la maquetación y la operatividad con datos reales. Cabe destacar que esta versión de la interfaz constituyó la base operativa sobre la cual se ejecutaron las pruebas de usabilidad descritas en la fase siguiente.



**Figura 11.** Wireframe de alta fidelidad y funcional Archivos trabajadores

## 6.4 Entrega / Validación de usabilidad

La fase final del ciclo de desarrollo tuvo como objetivo verificar la efectividad de la propuesta en un entorno de uso real. A diferencia de las revisiones preliminares, esta etapa se centró en una evaluación sumativa sobre la plataforma funcional, buscando medir objetivamente la claridad, eficiencia y satisfacción del usuario al interactuar con el sistema implementado.

### 6.4.1 Planificación y protocolo de pruebas

Para garantizar la validez de los resultados, se diseñó un protocolo de pruebas moderadas, ejecutadas directamente sobre el prototipo funcional de alta fidelidad.

- **Participantes:** La muestra total fue de 6 participantes, divididos en 2 usuarios especialistas y 4 usuarios generales, permitiendo evaluar tanto la pertinencia clínica como la intuición de navegación.
- **Modalidad:** Las sesiones combinaron la ejecución de tareas directas con entrevistas de recorrido cognitivo (*cognitive walkthrough*), adaptándose a las condiciones de despliegue y disponibilidad de los participantes.
- **Diferenciación de tareas por perfil:** Si bien ambos grupos interactuaron con toda la plataforma, el objetivo de la evaluación varió en el *dashboard*:
  - **Usuarios Generales:** Se evaluó la capacidad de visualización y navegación, es decir, si lograban localizar los gráficos y elementos sin entender necesariamente su significado clínico.
  - **Especialistas:** Se evaluó la interpretación de datos, verificando si la visualización permitía extraer conclusiones clínicas válidas.
- **Métricas utilizadas:** Se seleccionaron tres instrumentos complementarios para obtener una visión integral de la experiencia:
  - **SEQ (Single Ease Question):** Aplicada inmediatamente después de cada tarea para medir la dificultad específica del flujo (Nivel micro).
  - **SUS (System Usability Scale):** Cuestionario de 10 ítems aplicado al final de la sesión para medir la usabilidad global del sistema (Nivel macro).
  - **UMUX-Lite:** Evaluación breve de dos preguntas para medir la utilidad percibida y la facilidad de uso general.
- **Flujo crítico evaluado:**
  - **Gestionar trabajadores:** Creación, visualización, edición y eliminación de perfiles y acceso centralizado a archivos fuente.
  - **Exportación de datos:** Conversión automatizada de reportes PDF a formatos estructurados y descarga del documento.
  - **Visualización de *dashboard*:** Localización e interpretación de indicadores neuropsicológicos.
  - **Generación de informes:** Selección de plantillas según rol destinatario y descarga del documento preliminar.

### 6.4.2 Resultados cuantitativos: Métricas de usabilidad

La aplicación de las pruebas arrojó resultados numéricos que sitúan a la plataforma en un rango de alta aceptación. A continuación, se presentan los promedios procesados de la muestra total en función de las tres escalas aplicadas. Para consultar el desglose detallado de las respuestas por participante y los datos crudos de cada métrica, véase el Anexo F.

1. Usabilidad global (SUS): El sistema obtuvo un puntaje promedio SUS de 90,83. Según la escala de interpretación de Bangor, Kortum y Miller [30], este resultado posiciona a la plataforma en el rango de "Excelente" (Grado A), superando significativamente el promedio estándar de la industria (68 puntos). Esto indica que la arquitectura propuesta es percibida como robusta, consistente y confiable tanto por usuarios generales como especializados.
2. Utilidad y facilidad percibida (UMUX-Lite): La evaluación mediante UMUX-Lite reforzó la tendencia positiva del SUS. Ante la afirmación "La plataforma me permite realizar mis tareas de forma efectiva", se obtuvo un promedio de 6,67 (sobre 7), mientras que la facilidad de uso "La plataforma es fácil de usar" alcanzó un 6,50. Estos valores validan que el sistema no solo es usable, sino que su mayor fortaleza radica en la efectividad percibida: los usuarios sienten que la herramienta habilita directamente el cumplimiento de sus objetivos laborales.
3. Esfuerzo por tarea (SEQ): Se evaluó la dificultad específica de cada interacción mediante la escala SEQ (1 a 7). Los promedios indican una baja fricción en los flujos principales, con ligeras variaciones según la complejidad de la tarea:
  - a. Visualización en *dashboard* (Promedio: 6,67): Fue la tarea mejor evaluada. Esto sugiere que la estrategia de hibridación visual y la limpieza de la interfaz facilitaron la lectura inmediata de información compleja, logrando el objetivo de reducir la carga cognitiva.
  - b. Exportación de datos y Generar informe (Promedio 6,33): Ambas tareas obtuvieron la misma alta valoración. Este resultado confirma que la automatización de estos procesos reduce drásticamente la fricción percibida en comparación con el flujo manual anterior, validando la solución técnica.
  - c. Gestionar trabajadores (Promedio 6,17): Aunque se mantiene en un rango positivo alto, presentó la calificación más baja del conjunto. Esto es atribuible a la naturaleza de la tarea, que implica la carga inicial de datos y archivos, un paso necesario que requiere mayor esfuerzo motor y tiempo que solo la simple visualización.

#### 6.4.3 Hallazgos cualitativos y fricciones detectadas

Más allá de las métricas, la observación moderada y las entrevistas de recorrido cognitivo revelaron fricciones específicas en la interacción que no eran evidentes en la etapa de diseño, pero que son críticas para la iteración final:

1. Disonancia semántica: Durante la validación con especialistas, se detectó que el término "transformar" generaba confusión sobre el resultado esperado. Uno de los psicólogos señaló explícitamente que la acción mental que buscan es "exportar datos", ya que su objetivo es obtener el archivo Excel para el análisis, no el proceso técnico intermedio.
2. Falsas funcionalidades percibidas en *dashboard*: Se identificó un problema de comunicación visual en las tarjetas de indicadores. Usuarios generales reportaron que "los índices dan la impresión de que son botones" debido a su diseño con sombras y relieves, lo que generaba clics frustrados en elementos que eran meramente informativos.
3. Densidad de información vs. Interpretación rápida: Aunque la visualización gráfica fue valorada, la validación con especialistas reveló que el exceso de gráficos ralentizaba la interpretación clínica inmediata. El usuario experto manifestó que "se demoraba más interpretando" las visualizaciones puras, sugiriendo una preferencia por visualizar el dato numérico escrito para agilizar la toma de decisiones.

4. Vulnerabilidad ante errores de archivos: Algunos usuarios notaron que el sistema permitía cargar cualquier tipo de documento, sugiriendo que “los archivos sean restringidos por su tipo para prevenir errores”, ya que la carga accidental de formatos incorrectos rompía el flujo de exportación.
5. Jerarquía de acciones críticas: Se observó que el botón de “cerrar sesión” carecía de peso visual, siendo percibido como un apartado normal de navegación, lo que aumentaba el riesgo de cierres o salidas involuntarias.

#### 6.4.4 Refinamientos a la solución

Basado en los hallazgos de la evaluación, se ejecutó una última etapa de optimización orientada a resolver las fricciones cognitivas y operativas detectadas. Estos ajustes no fueron meramente estéticos, sino que buscaron alinear la lógica del sistema con el flujo de pensamiento del especialista:

1. Hibridación de la visualización: Para resolver la dificultad de interpretación rápida reportada, se ajustó el diseño del *dashboard* reduciendo la jerarquía de los gráficos puros e incorporando los datos numéricos explícitos. Esto permite que el especialista obtenga el valor clínico exacto de un vistazo, usando el gráfico como apoyo contextual.
2. Capacidad de comparación multivariable: A partir del *feedback* experto, se detectó que la visualización de una sola variable limitaba el análisis. Se evolucionó el módulo de EEG para permitir la comparación simultánea de dos indicadores en gráficos paralelos. Esta mejora facilita la correlación de estados (ej. Atención vs. Relajación) en un mismo intervalo de tiempo, enriqueciendo el diagnóstico.
3. Enriquecimiento del perfil: Se identificó que la vista de detalle del trabajador resultaba redundante respecto al listado general. Para aportar valor contextual, se incorporó un campo de “Observaciones” en el módulo de gestión. Esto permite al psicólogo registrar antecedentes o notas cualitativas que complementan los archivos adjuntos, centralizando todo el historial del evaluado en un solo lugar.
4. Reducción de incertidumbre en formularios: Se intervino el formulario de añadir trabajador para explicitar la obligatoriedad de los datos, un punto de fricción común en los usuarios. Se incorporaron indicadores visuales en los campos críticos, reduciendo la carga cognitiva y los errores por omisión durante el registro.

## 7 Resultados: NeuroBit

La materialización de la propuesta trasciende la mera implementación de interfaces; representa la cristalización de una arquitectura diseñada para soportar la carga cognitiva del especialista. Este capítulo despliega el ecosistema final de NeuroBit (implementado bajo la identidad corporativa Neuro4B), evidenciando cómo los principios de diseño, validados en las fases previas, se traducen en un entorno operativo robusto. En las siguientes secciones se detalla el recorrido crítico del usuario, desde la gestión de datos brutos hasta la síntesis clínica, demostrando la resolución de las fricciones de fragmentación y ambigüedad detectadas al inicio del proyecto. Cabe señalar que la documentación visual aquí expuesta se centra en los flujos nucleares del sistema; las interfaces complementarias de gestión y formularios se encuentran disponibles para consulta en el Anexo E.

### 7.1 Centralización y gestión de expedientes

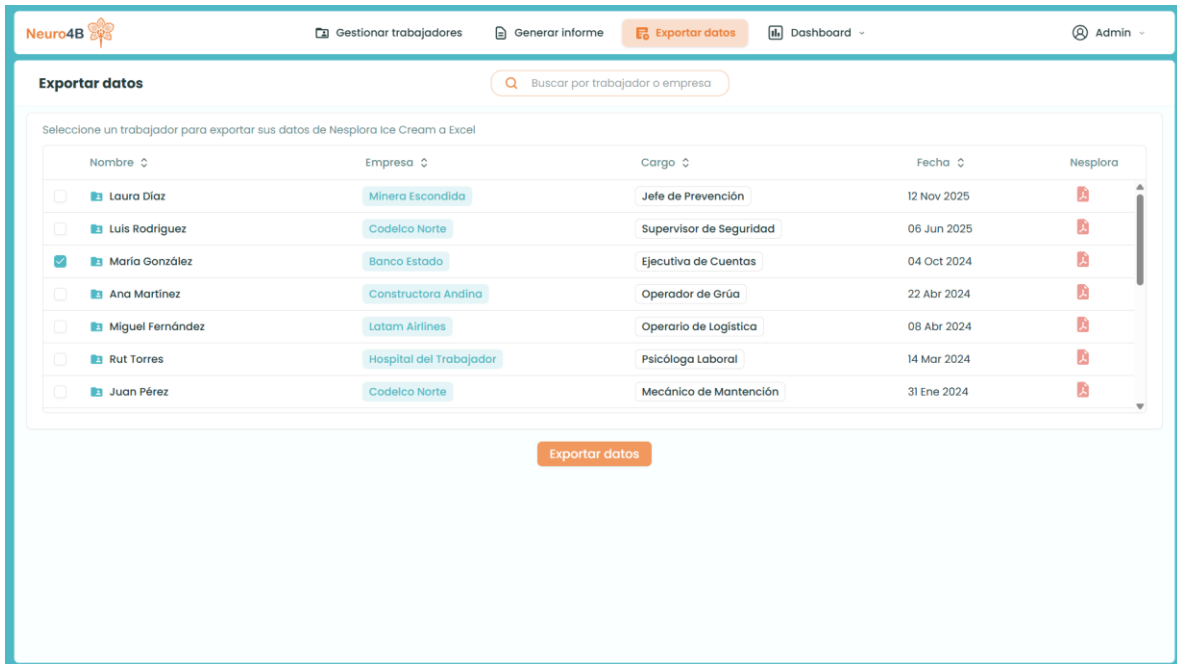
La figura 12 presenta la vista principal, que actúa como el centro de comando del psicólogo. Más que un listado administrativo, se diseñó como un tablero de control de estado. La decisión de utilizar íconos de archivo con código de color semántico (Rojo/PDF, Verde/Excel) permite un escaneo visual inmediato de la completitud del expediente, eliminando la necesidad de entrar a cada perfil para verificar la existencia de datos. Esta pantalla resuelve el problema de la fragmentación, consolidando en una sola fila la identidad del evaluado y sus activos clínicos descentralizados.

Nombre	Empresa	Cargo	Fecha	Nesplora	EEG	Informe	Acciones
Laura Díaz	Minera Escondida	Jefe de Prevención	12 Nov 2025	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]
Luis Rodríguez	Codelco Norte	Supervisor de Seguridad	06 Jun 2025	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]
María González	Banco Estado	Ejecutiva de Cuentas	04 Oct 2024	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]
Ana Martínez	Constructora Andina	Operador de Grúa	22 Abr 2024	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]
Miguel Fernández	Latam Airlines	Operario de Logística	08 Abr 2024	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]
Rut Torres	Hospital del Trabajador	Psicólogo Laboral	14 Mar 2024	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]
Juan Pérez	Codelco Norte	Mecánico de Mantenimiento	31 Ene 2024	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]
Carlos López	Falabella Retail	Jefe de Tienda	11 Nov 2023	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]
Laura Díaz	Minera Escondida	Jefe de Prevención	12 Oct 2023	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]
Elena Sánchez	Banco Estado	Analista de Riesgos	15 May 2023	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]
Luis Rodríguez	Codelco Norte	Supervisor de Seguridad	13 Ene 2023	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]
Ana Martínez	Constructora Andina	Operador de Grúa	17 May 2022	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]
Pedro Gómez	Enel Distribución	Ingeniero Eléctrico	21 Feb 2022	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]

**Figura 12.** Wireframe de alta fidelidad y funcional Gestión de Trabajadores (Vista principal)

## 7.2 Automatización del flujo de datos

La funcionalidad de exportación materializa el cambio de paradigma desde la transcripción manual hacia la validación de datos. La interfaz se diseñó para ser minimalista y directiva, reduciendo la fricción en una tarea que anteriormente consumía horas. Al renombrar la función de Exportar y simplificar los pasos, se alinea el sistema con el modelo mental del usuario, quien busca el *output* (archivo Excel) con la menor cantidad de clics posible, tal como se ilustra en la interfaz de la Figura 13.

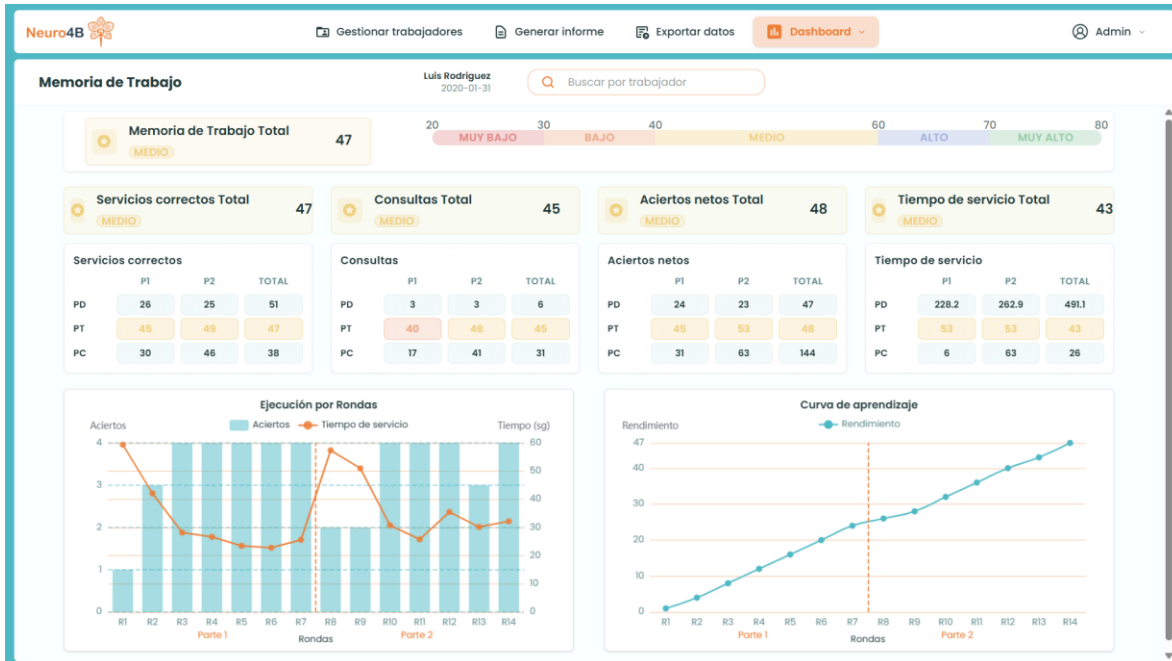


**Figura 13.** Wireframe de alta fidelidad y funcional Exportación de Datos

## 7.3 Hibridación clínica: El *dashboard*

Esta vista es el corazón analítico de la propuesta y responde al hallazgo crítico de la paradoja del experto: la necesidad de ver el dato duro junto a la tendencia gráfica. La composición visual jerarquiza la información en tres niveles de lectura:

1. Diagnóstico rápido: Tarjetas superiores con T-Scores y niveles para una evaluación en segundos.
2. Análisis de tendencia: Gráficos de evolución que contextualizan el desempeño en el tiempo.
3. Detalle métrico: Tablas de datos brutos para la validación clínica profunda. Esta estructura híbrida permite que la herramienta se adapte tanto a una revisión gerencial rápida como a un análisis clínico exhaustivo (ver Figura 14).



**Figura 14.** Wireframe de alta fidelidad y funcional *Dashboard* de Análisis Neurocognitivo (Vista Memoria de Trabajo)

#### 7.4 Profundidad de análisis: Electroencefalograma (EEG)

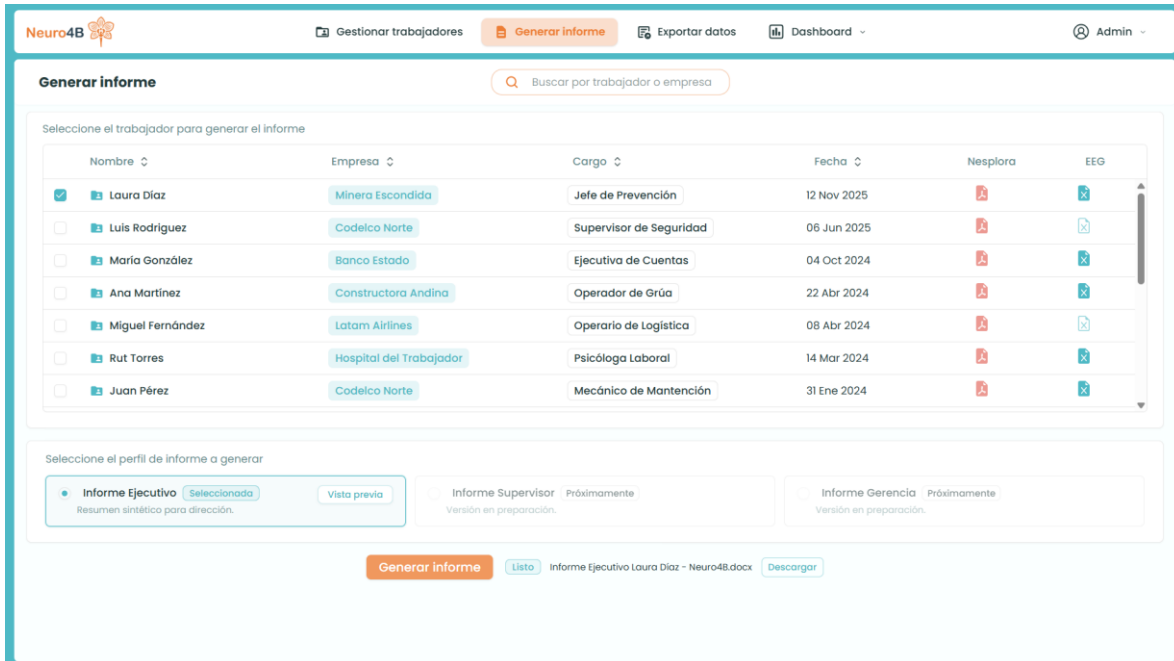
La interfaz de EEG, representada en la Figura 15, constituye el mayor desafío de visualización de datos del proyecto. Se optó por un diseño de alta fidelidad técnica que permite la superposición de variables, transformando datos biométricos abstractos en patrones visuales correlacionables. La inclusión de selectores de rango temporal y promedios automáticos otorga al psicólogo herramientas de exploración que antes requerían de software de terceros, centralizando el análisis fisiológico dentro del mismo ecosistema.



**Figura 15.** Wireframe de alta fidelidad y funcional Visualización Multivariable de EEG

## 7.5 Estandarización de salida: Informes preliminares

Esta vista, detallada en la Figura 16, cierra el ciclo de trabajo; no solo permite descargar un documento, sino que estandariza la entrega de valor de la empresa. Al integrar la selección de perfiles, el sistema asegura que el *output* final mantenga la consistencia clínica y visual de la marca, independientemente de quién genere el reporte. A su vez, otorga al usuario la capacidad de personalizar y verificar el contenido antes de la entrega final, equilibrando la estandarización con el criterio experto.



**Figura 16.** Wireframe de alta fidelidad y funcional Generación de informes

## 7.6 UI Kit (Guía de estilos)

Más que un inventario de componentes gráficos, el UI Kit (Figura 17) desarrollado para Neuro4B constituye la gramática visual del sistema. Este artefacto trasciende la función estética; actúa como un contrato de interacción entre el diseño y el código, garantizando que la escalabilidad de la plataforma no comprometa su coherencia cognitiva.

Al estandarizar átomos críticos —como la semántica del color (naranja para acción, turquesa para identidad) y la iconografía de contorno para reducir el ruido visual) —, el sistema de diseño asegura que cualquier futuro desarrollo mantenga la misma claridad comunicativa que la versión actual. De esta forma, el UI Kit no es solo un entregable de diseño, sino un activo de deuda técnica cero, diseñado para acelerar la implementación de nuevas funcionalidades sin reinventar la rueda en cada iteración.

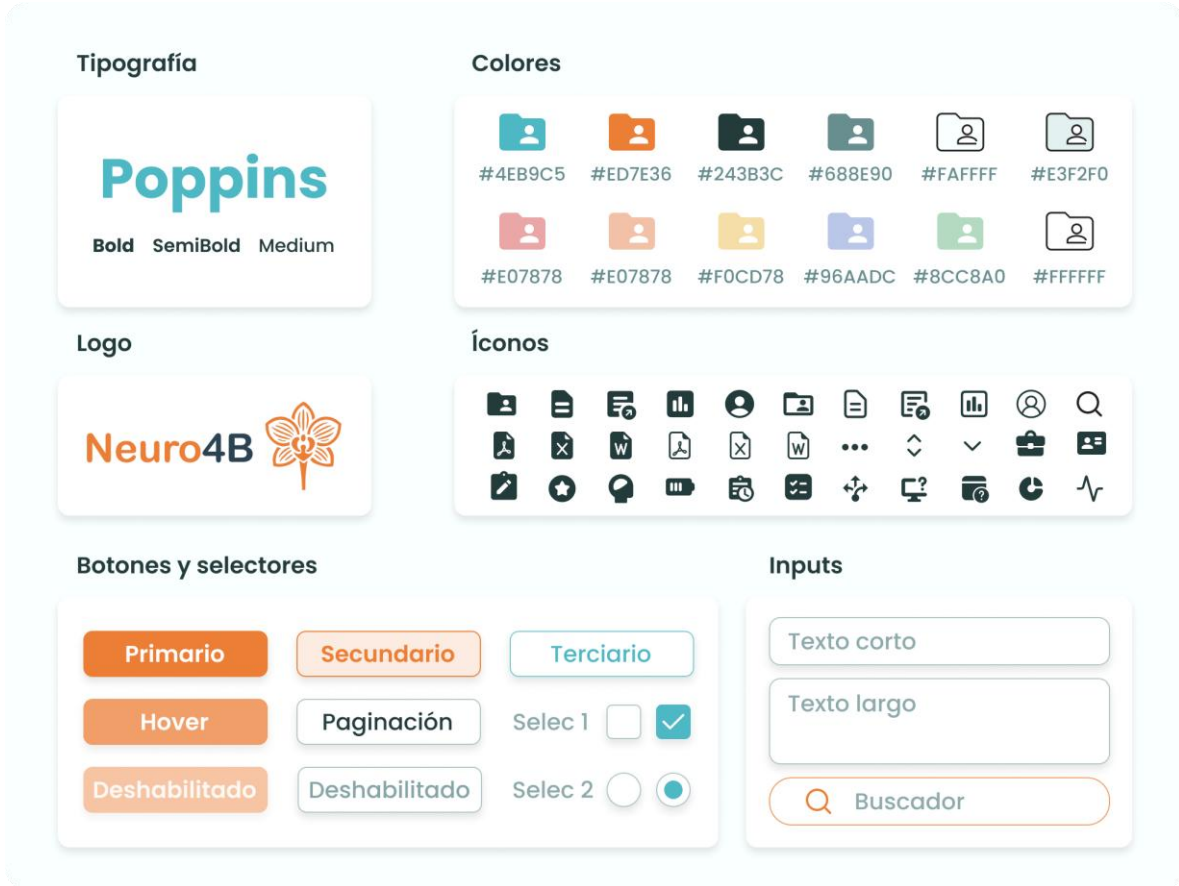


Figura 17. Sistema de Diseño (UI Kit)

## 8 Discusiones

### 8.1 Discusión sobre aspectos y comentarios positivos y negativos obtenidos en las pruebas con usuarios

El análisis de las pruebas de usabilidad reveló una dicotomía interesante entre la facilidad de uso percibida y la precisión semántica requerida por los especialistas.

- Aspectos positivos: La recepción general fue altamente satisfactoria. Los usuarios valoraron la centralización de la información como el mayor aporte de valor, destacando que la unificación de datos en una sola plataforma reduce la carga cognitiva operativa. Asimismo, la tarea de automatización obtuvo calificaciones más altas de eficiencia (SEQ 6,3/7), validando que la solución técnica responde directamente al dolor principal de la transcripción manual. La curva de aprendizaje fue rápida; los usuarios generales mencionaron que “la segunda vez recordaba más fácilmente lo que debía hacer”, lo que confirma la efectividad de los patrones de diseño empleados (Ley de Jakob) [31].
- Aspectos negativos y fricciones: Por otro lado, las críticas se concentraron en la comunicación del sistema. El uso del término “transformar” generó disonancia cognitiva en los especialistas, quienes esperaban una acción de “exportar”. De igual forma, se detectaron problemas de falsa funcionalidad percibida en los elementos del dashboard: el diseño visual de los indicadores con sombras y relieves sugería erróneamente que eran botones interactivos, lo que derivó en intentos de clic frustrados sobre elementos que eran meramente informativos.

### 8.2 Desafíos de diseñar centrado en usuarios con características demográficas y experiencias específicas

El diseño para un perfil especializado (psicólogos laborales) presentó desafíos únicos que difieren del diseño para usuarios de consumo masivo.

- Experticia técnica vs. Competencia digital: El usuario objetivo posee un alto dominio clínico, pero no necesariamente una alta fluidez tecnológica (como se refleja en la Persona “Jeremiah”). El desafío radicó en crear una interfaz que no simplificara el lenguaje técnico, pero que simplificara drásticamente la interacción para acceder a él.
- Modelos mentales rígidos: Los especialistas acostumbrados a reportes en papel o PDF estáticos mostraron resistencia inicial a las visualizaciones interactivas dinámicas. Fue necesario hibridar el diseño para respetar su modelo mental de lectura secuencial y detallada, demostrando que, en el software clínico, la eficiencia de lectura prima sobre la estética.

### 8.3 Impacto de la propuesta en los usuarios

La implementación de la plataforma NeuroBit trasciende la optimización funcional, generando un impacto sistémico en la forma en que los profesionales interactúan con su disciplina y su entorno laboral:

- Revalorización del rol profesional (de operativo a analítico): El impacto más profundo de la propuesta es el cambio en la naturaleza del trabajo diario. Al eliminar la fricción de la transcripción manual, la plataforma no solo ahorra

minutos, sino que modifica la carga cognitiva del especialista. El psicólogo deja de ser un procesador de datos para recuperar su rol de analista clínico. Desde el UX, esto se traduce en una tecnología que dignifica la labor experta, permitiendo que la atención se centre en el diagnóstico y no en la burocracia digital.

- **Habilitación de una cultura de datos:** Antes de la plataforma, los datos residían en sitios aislados (PDF cerrados y Excel locales). La propuesta democratiza el acceso a la información compleja mediante visualizaciones comprensibles. Esto impacta en la organización al fomentar una cultura basada en evidencia. Al hacer que los indicadores neurofisiológicos sean legibles y comparables en un *dashboard*, se facilita la fundamentación de diagnósticos con evidencia clara, transformando la interpretación de resultados en un proceso ágil y trazable donde la información respalda directamente la toma de decisiones clínicas.
- **Estandarización como activo estratégico y ventaja competitiva:** La plataforma impone sutilmente una estructura de trabajo que actúa como un agente de normalización clínica. Este impacto transforma el conocimiento tácito e individual ("cada uno lo hace a su manera") en un activo organizacional explícito y escalable. Al asegurar que todos los especialistas generen resultados bajo el mismo rigor y formato, esta estandarización impulsada por el diseño UX se convierte en un sello diferenciador de la marca. Así, NeuroBit trasciende el ámbito puramente operativo y se posiciona como una herramienta clave para la toma de decisiones estratégicas por parte de la gerencia; permitiendo asegurar la calidad del servicio entregado al cliente final, proyectar el crecimiento de la empresa y escalar el modelo de negocio sobre un estándar de excelencia garantizado.

#### 8.4 Lecciones aprendidas

El desarrollo de este proyecto desafió varias convenciones tradicionales del diseño de experiencia de usuario, cristalizando aprendizajes que van más allá de la interfaz gráfica:

- **La eficiencia clínica supera al minimalismo visual:** Un principio fundamental del UX aboga por la simplicidad. Sin embargo, este proyecto demostró que, en contextos clínicos y especializados, la simplificación puede ser percibida como una pérdida de valor. Al intentar limpiar el *dashboard* dejando solo gráficos abstractos, los especialistas sintieron que perdían el control del dato preciso necesario para el diagnóstico. La lección es que, para usuarios expertos, la interfaz no debe resumir la información para hacerla digerible, sino estructurarla para hacerla accesible sin sacrificar su profundidad técnica.
- **La integración como motor de descarga cognitiva:** Si bien la automatización de tareas ahorra tiempo físico, se descubrió que el mayor valor percibido por el usuario fue la centralización visual. La razón profunda es que la herramienta no solo digitalizó un proceso, sino que resolvió el problema de la "memoria de trabajo". El especialista ya no tiene que retener mentalmente el PDF de Nesplora mientras mira el Excel de EEG. Se concluye que, en dominios de datos fragmentados, el verdadero éxito del diseño UX no reside en la mera optimización estética, sino en la capacidad de unificar contextos aislados para liberar los recursos cognitivos del experto, focalizándolos netamente en el análisis clínico.
- **Prevención de errores como pilar de confianza:** En la teoría, diseñamos para el "camino feliz". En la práctica, descubrimos que la confianza del usuario técnico no se gana cuando todo funciona bien, sino cuando el sistema maneja bien los errores. La falta de validación de archivos al inicio generó inseguridad. Aprendimos que en sistemas que manejan datos sensibles, los mensajes de error claros, las restricciones de formato y las confirmaciones de éxito no son detalles

técnicos, sino componentes emocionales críticos. Un sistema que deja al usuario equivocarse sin avisar es un sistema en el que un profesional no puede confiar.

## 8.5 Limitaciones encontradas

A pesar de los resultados positivos, el estudio presenta limitaciones metodológicas y operativas que deben considerarse para la interpretación de los hallazgos:

- **Tamaño de la muestra:** La validación se realizó con un grupo reducido de posibles usuarios finales, lo que, si bien permitió detectar problemas cualitativos graves y patrones de uso, no ofrece significancia estadística para generalizar los resultados a la totalidad de la población objetivo.
- **Alcance del prototipo:** Las pruebas se realizaron sobre un prototipo funcional de alta fidelidad en un entorno controlado. No se evaluaron factores de infraestructura productiva, como la latencia ante la concurrencia de múltiples usuarios simultáneos o la integración con los servidores de la empresa cliente.
- **Dualidad de roles:** La ejecución del proyecto recayó en un único perfil que asumió simultáneamente los roles de Diseño UX/UI y Desarrollo Frontend. Esta concentración de responsabilidades obligó a acelerar la transición hacia el código para cumplir con los plazos, reduciendo el tiempo dedicado a iteraciones de diseño en media fidelidad y limitando la exploración de soluciones visuales más complejas que hubiesen requerido un mayor esfuerzo de programación.
- **Brecha de conocimiento de dominio:** Dado que el diseño aborda un campo altamente especializado (Neuropsicología laboral), existió una dependencia crítica de la disponibilidad de los expertos para validar la semántica de los datos. La falta de conocimiento clínico previo del equipo implicó que ciertas decisiones de visualización solo pudieran corregirse en etapas avanzadas tras la validación experta, y no por intuición propia del diseñador.

## 8.6 Trabajo futuro

A partir de la visión estratégica de la empresa y las oportunidades detectadas durante el desarrollo, se proyectan las siguientes líneas de evolución, organizadas desde la consolidación metodológica hasta la expansión tecnológica:

### 8.6.1 Consolidación y escalamiento de la validación UX

Esta línea de trabajo busca asegurar la calidad científica y usabilidad de la plataforma mediante procesos de prueba más rigurosos y continuos:

- **Ampliación de la muestra clínica:** Para robustecer los hallazgos exploratorios de este proyecto, se propone una segunda fase de pruebas sumativas con un grupo más extenso de psicólogos especialistas. El objetivo es validar estadísticamente la eficiencia de los flujos actuales y reducir el margen de error en la detección de fricciones de usabilidad.
- **Evaluación continua de nuevas funcionalidades:** Establecer un ciclo de validación iterativa donde los nuevos módulos propuestos no pasen a desarrollo sin antes ser testeados por un panel amplio de expertos. Esto asegura que las futuras implementaciones, como la gestión avanzada del EEG, respondan a la carga cognitiva real del especialista y no solo a supuestos de diseño.

### 8.6.2 Integración de tecnologías para la asistencia cognitiva

Se proyecta la incorporación de tecnologías emergentes que transformen el actual modelo de interacción pasiva actual en un sistema de asistencia activa e inteligente, optimizando aún más la descarga cognitiva del especialista durante el análisis:

- Interacción multimodal (voz y audio): Retomar el diseño de navegación asistida por comandos de voz y *feedback* auditivo, una funcionalidad explorada en la etapa de descubrimiento. Esto no solo potenciaría la accesibilidad universal de la plataforma, sino que permitiría al psicólogo interactuar con los datos en modo manos libres mientras revisa otros documentos físicos o atiende al evaluado, optimizando la ergonomía del puesto de trabajo.
- Asistente clínico inteligente (UI predictiva): Más allá de mejorar la usabilidad actual, se propone evolucionar la interfaz hacia un modelo predictivo. Mediante el reconocimiento de patrones, el sistema podría resaltar automáticamente anomalías en los gráficos o sugerir secciones del informe que requieren mayor atención, actuando como un copiloto clínico que reduce la fatiga por decisión del especialista.

### 8.6.3 Expansión del ecosistema tecnológico

El objetivo final es reducir la dependencia de terceros y aumentar la precisión diagnóstica mediante el desarrollo de herramientas propias e integraciones profundas:

- Sincronización bio-conductual en tiempo real: Implementar una integración profunda que permita reproducir la grabación de la prueba sincronizada al milisegundo con la línea de tiempo del electroencefalograma. Esto permitiría al experto correlacionar un evento conductual específico con su respuesta neurofisiológica exacta, elevando la precisión del diagnóstico a un nivel forense.
- Desarrollo de instrumentos de evaluación propios: Para reducir la dependencia de proveedores externos, se proyecta el desarrollo de un test neuropsicológico en realidad virtual nativo de la empresa. Al controlar tanto la generación del dato como su visualización, se podría diseñar una experiencia de datos *end-to-end* mucho más fluida y personalizada a las necesidades de la industria local.

## 9 Conclusiones

El desarrollo de este proyecto ha permitido constatar que la integración de datos neuropsicológicos en entornos laborales no es solo un desafío técnico de interoperabilidad, sino fundamentalmente un reto de traducción cognitiva. El objetivo general de diseñar y validar una plataforma centrada en el usuario se ha cumplido satisfactoriamente, no solo entregando una herramienta funcional, sino estableciendo un nuevo estándar operativo para la empresa, donde la tecnología deja de ser una barrera burocrática para convertirse en un habilitador del criterio experto.

El cumplimiento de este propósito mayor se cimenta en la consecución articulada de los objetivos específicos trazados al inicio de la investigación:

En primera instancia, el análisis de las necesidades y flujos de trabajo (objetivo específico 1) reveló una fricción: la “carga cognitiva operativa”. Se identificó que el tiempo de los especialistas se diluía en tareas de transcripción manual y consolidación de archivos descentralizados. Este hallazgo fue determinante para reorientar el foco del proyecto, pasando de una simple digitalización a una estrategia de automatización y centralización, validando que la verdadera necesidad no era solo ver datos, sino recuperar tiempo para el análisis clínico.

Consecuentemente, la definición de la arquitectura de información (objetivo específico 2) logró transformar esta fragmentación en un ecosistema coherente. Al estructurar la navegación basándose en los modelos mentales de los psicólogos —priorizando la lógica de expediente clínico sobre la de repositorio de archivos—, se consiguió reducir la curva de aprendizaje y la desorientación. La jerarquía visual implementada demostró que, en contextos de alta especialización, la claridad no significa simplificación excesiva, sino la organización estratégica de la complejidad.

Esta arquitectura se materializó a través de un proceso de prototipado iterativo (objetivo específico 3), donde la evolución desde los *wireframes* hasta la interfaz de alta fidelidad fue guiada por la paradoja del experto. Las iteraciones permitieron descubrir que los usuarios rechazaban las visualizaciones abstractas puras, exigiendo una hibridación entre el gráfico de tendencia y el dato numérico preciso. Este ajuste de diseño fue clave para ganar la confianza del usuario, demostrando que la innovación en la interfaz debe subordinarse siempre al rigor clínico.

Finalmente, la validación de la propuesta (objetivo específico 4) entregó evidencia cuantitativa y cualitativa del impacto de la solución. Los resultados de las pruebas sumativas —con un puntaje SUS de 90,83 (“Excelente”) y una alta eficiencia percibida en tareas críticas como la exportación de datos— confirman que la plataforma NeuroBit resuelve eficazmente la problemática de fragmentación inicial. Más allá de la usabilidad, la validación ratificó que la herramienta aporta valor real al negocio, estandarizando la entrega de informes y reduciendo significativamente el riesgo de error humano en la manipulación de datos sensibles.

En conclusión, este trabajo de título demuestra que la aplicación rigurosa de metodologías de Experiencia de Usuario (UX) en dominios científicos complejos tiene el poder de transformar datos aislados en conocimiento accionable. La plataforma no es solo un repositorio digital, sino un entorno de inteligencia clínica que escala las capacidades del equipo humano, sentando una base tecnológica robusta para la futura integración de análisis predictivos y neurociencia aplicada al bienestar laboral.



**Agradecimientos.** *"Y todo lo que hagáis, hacedlo de corazón, como para el Señor y no para los hombres;"* (Colosenses 3:23). Primeramente, agradezco a Dios, quien hace posible todas las cosas; a Él sea toda la honra y la gloria. A mis padres, por su amor incondicional, sacrificio y esfuerzo constante, pilares fundamentales de mi formación y vida. Agradezco a mi profesor guía y correferente por su valiosa orientación y por desafiar mi crecimiento profesional. Un reconocimiento especial al equipo NeuroBit, por el compromiso y arduo trabajo realizado en este proyecto. Finalmente, a mis compañeros y amigos, gracias por su compañía, paciencia y apoyo genuino a lo largo de estos años y en este cierre de etapa.

## 10 Referencias

- [1] C. Camps, "El conocimiento de la neurociencia aplicado al bienestar de las personas y de las organizaciones," *Neurosciences, WeMind Cluster*, Apr. 2024. [Online]. Available: <https://www.wemindcluster.com/wp-content/uploads/2024/04/brains-12-entorno-laboral-neurosciences.pdf>
- [2] P. Teutsch, "La neurociencia y su impacto en el mundo laboral: el camino hacia una cultura próspera," *RH Management*, Jun. 6, 2023. [Online]. Available: <https://rhmanagement.cl/la-neurociencia-y-su-impacto-en-el-mundo-laboral-el-camino-hacia-una-cultura-prospera/>
- [3] V. Triviño, "Neurorrehabilitación y estimulación de las funciones ejecutivas en el mundo laboral," *NeuronUP*, Apr. 15, 2025. [Online]. Available: <https://neuronup.com/neurociencia/neuropsicologia/funciones-ejecutivas/neurorrehabilitacion-y-estimulacion-de-las-funciones-ejecutivas-en-el-mundo-laboral/>
- [4] Y. Zhang, J. Wang, y H. Li, "Neuropsychological performance and cardiac autonomic function in blue- and white-collar workers," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 20, no. 5, p. 4203, Feb. 27, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/ijerph20054203>
- [5] C. Ware, *Information Visualization: Perception for Design (Interactive Technologies)*, 4th ed. Cambridge, MA, USA: Morgan Kaufmann, 2021.
- [6] T. Munzner, *Visualization Analysis and Design*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2014.
- [7] D. A. Norman, *The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition*. New York, NY, USA: Basic Books, 2013.
- [8] International Organization for Standardization, ISO 9241-210:2019 Ergonomics of human-system interaction—Part 210: Human-centred design for interactive systems, 2019.
- [9] Design Council, "A study of the design process," Design Council, London, UK, 2005. [Online]. Available: <https://www.designcouncil.org.uk/our-work/skills-learning/tools-frameworks/framework-for-innovation-design-council-double-diamond/>
- [10] J. Gothelf and J. Seiden, *Lean UX: Applying Lean Principles to Improve User Experience*. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, 2013.
- [11] J. Brooke, "SUS: A quick and dirty usability scale," in *Usability Evaluation in Industry*, P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, and I. L. McClelland, Eds. London, U.K.: Taylor & Francis, 1996, pp. 189-194.
- [12] J. R. Lewis, B. S. Utesch, and D. E. Maher, "UMUX-LITE: When there's no time for the SUS," in *Proc. CHI Conf. Hum. Factors Comput. Syst.*, Paris, France, Apr. 2013, pp. 2099–2102.



- [13] J. Sauro and J. S. Dumas, "Comparison of three one-question, post-task usability questionnaires," in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Boston, MA, USA: ACM, 2009, pp. 1599–1608.
- [14] M. Hassenzahl and N. Tractinsky, "User experience – a research agenda," in *Behaviour & Information Technology*, vol. 25, no. 2, pp. 91–97, 2006.
- [15] M. Hassenzahl, *Experience Design: Technology for All the Right Reasons*. San Rafael, CA, USA: Morgan & Claypool, 2010.
- [16] J. Nielsen, *Usability Engineering*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann, 1994.
- [17] International Organization for Standardization, *Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts*, ISO 9241-11:2018, 2018.
- [18] J. Sweller, "Cognitive load during problem solving: Effects on learning," *Cogn. Sci.*, vol. 12, no. 2, pp. 257-285, 1988.
- [19] M. Hassenzahl, "The thing and I: Understanding the relationship between user and product," in *Funology: From Usability to Enjoyment*, M. A. Blythe, K. Overbeeke, A. F. Monk, and P. C. Wright, Eds. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003, pp. 31–42.
- [20] *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*, W3C Recommendation, Jun. 2018. [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
- [21] T. Brown, *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. New York, NY, USA: HarperBusiness, 2009.
- [22] IDEO.org, *The Field Guide to Human-Centered Design*, 1st ed. San Francisco, CA, USA: IDEO.org, 2015. [Online]. Available: <https://www.designkit.org/resources/1.html>
- [23] D. Sy, "Adapting usability investigations for agile user-centered design," *J. Usability Stud.*, vol. 2, no. 3, pp. 112–132, May 2007.
- [24] K. Koffka, *Principles of Gestalt Psychology*. New York, NY, USA: Harcourt, Brace and Company, 1935.
- [25] E. R. Tufte, *The Visual Display of Quantitative Information*, 2nd ed. Cheshire, CT, USA: Graphics Press, 2001.
- [26] S. Few, *Now You See It: Simple Visualization Techniques for Quantitative Analysis*. Oakland, CA, USA: Analytics Press, 2009.
- [27] G. A. Miller, "The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information," *Psychol. Rev.*, vol. 63, no. 2, pp. 81–97, 1956.
- [28] M. R. Nassar, J. C. Helmers, and M. J. Frank, "Chunking as a rational strategy for lossy data compression in visual working memory," *Psychol. Rev.*, vol. 125, no. 4, pp. 486–511, 2018.
- [29] E. H. Shortliffe and J. J. Cimino, *Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine*, 4th ed. New York, NY, USA: Springer, 2014.

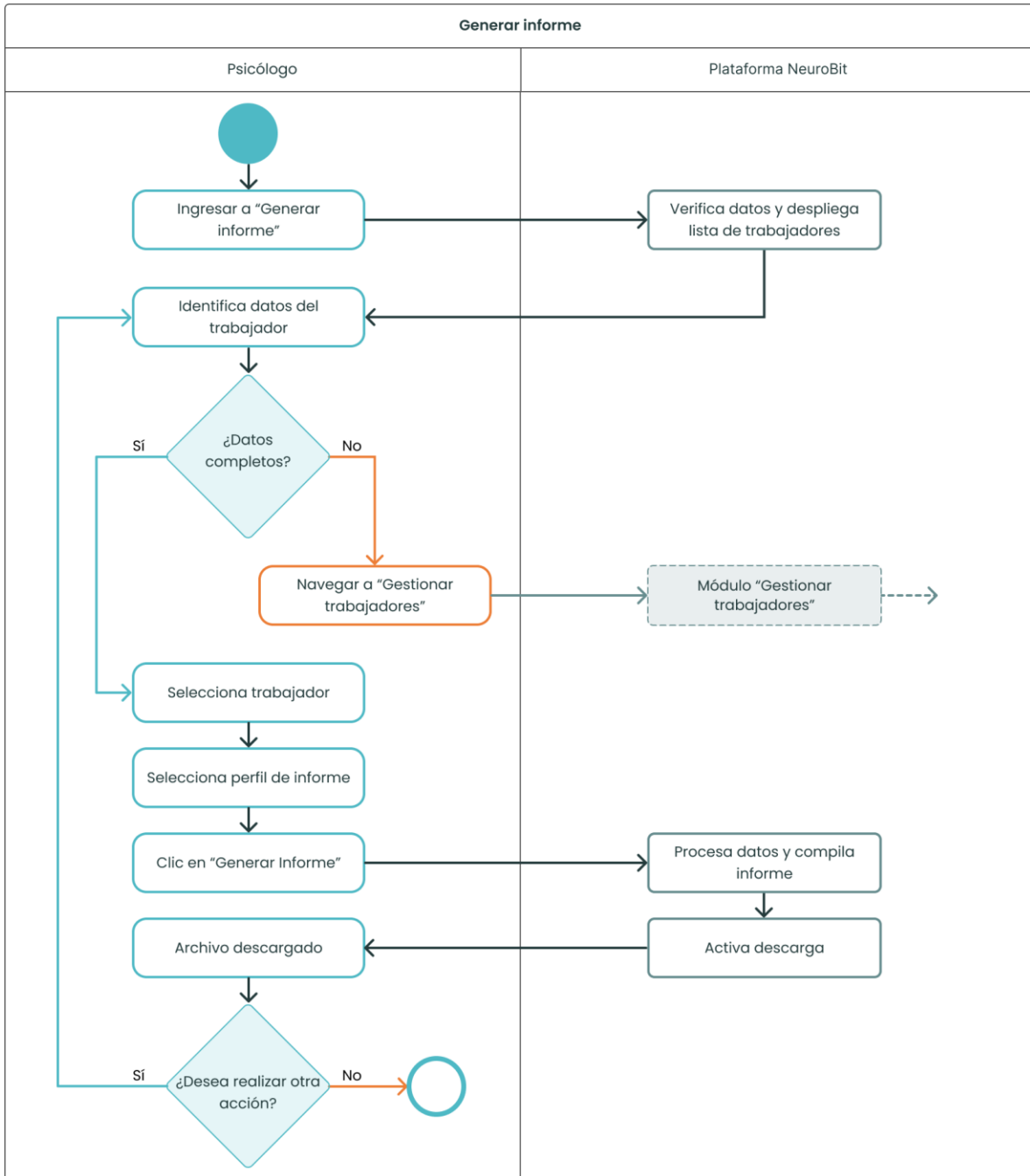


[30] A. Bangor, P. T. Kortum, and J. T. Miller, "An empirical evaluation of the System Usability Scale," *Int. J. Hum.-Comput. Interact.*, vol. 24, no. 6, pp. 574-594, 2008.

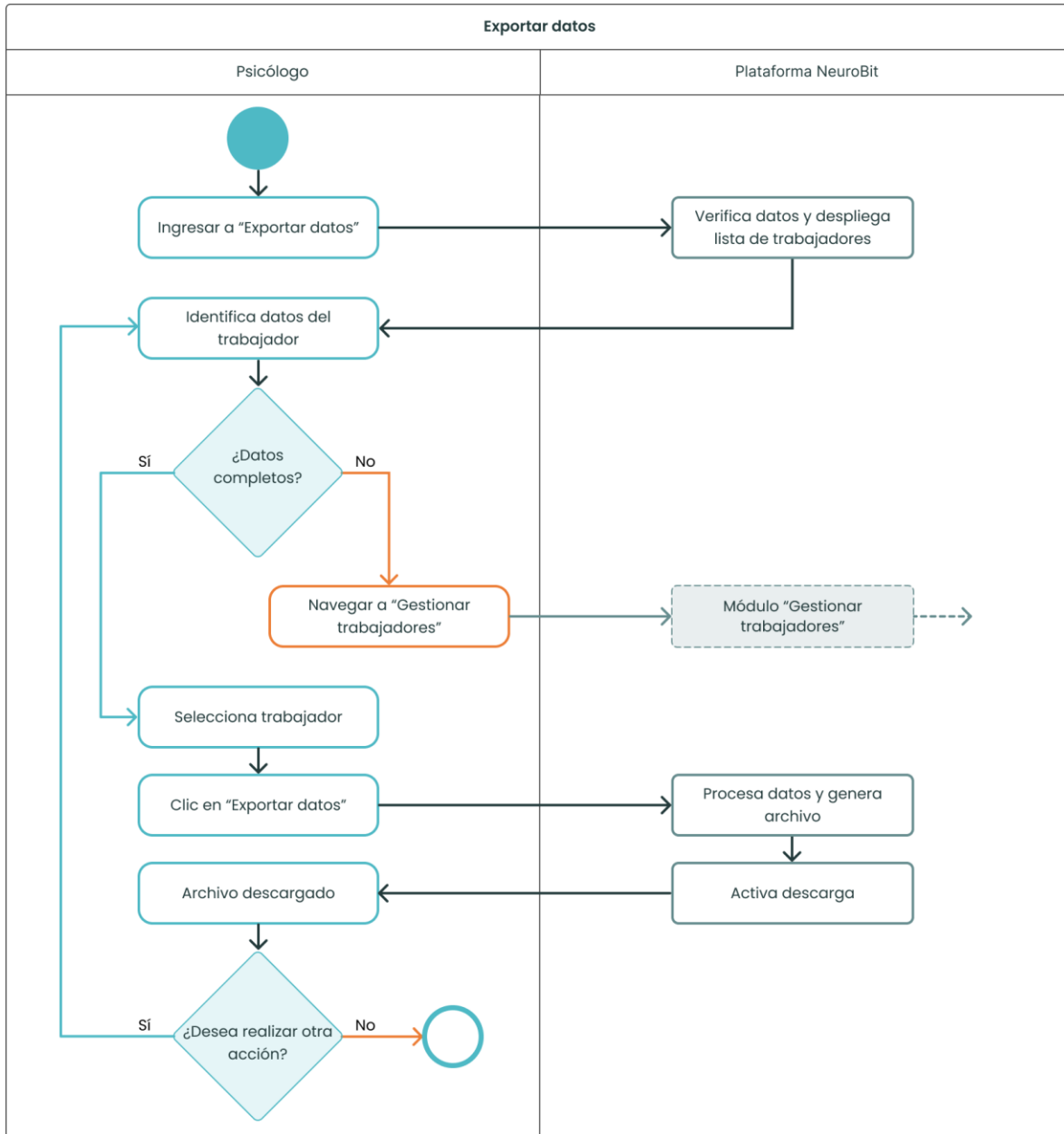
[31] J. Nielsen, "Jakob's Law of Internet User Experience," Nielsen Norman Group, Nov. 2000. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/end-of-web-design/>

## 11 Anexos

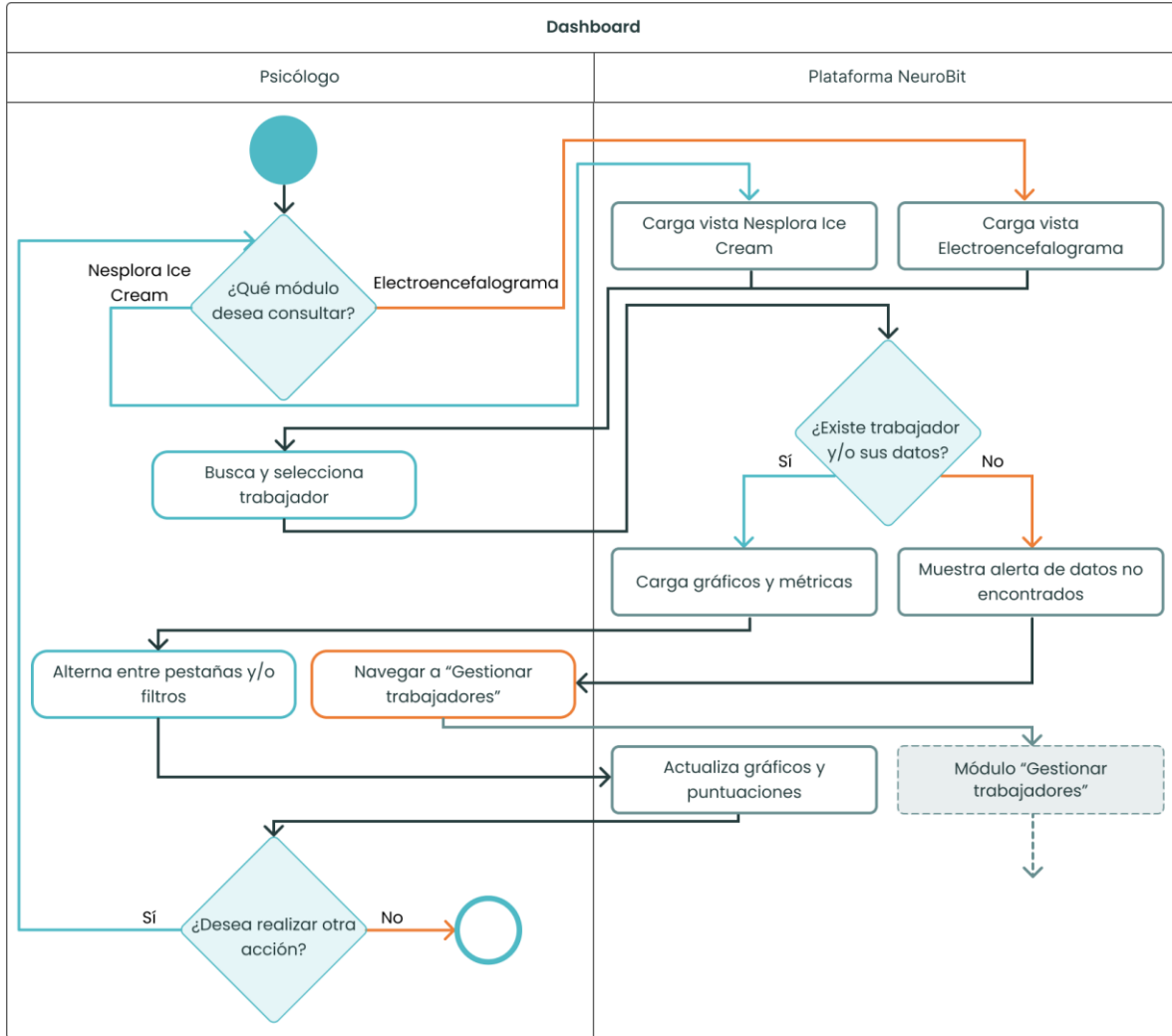
### 11.1 Anexo A: Flujos del usuario



**Figura A1:** Diagrama de flujo BPMN – Generar informe



**Figura A2.** Diagrama de flujo BPMN – Exportar datos



**Figura A3.** Diagrama de flujo BPMN - *Dashboard*

## 11.2 Anexo B: Wireframe de baja fidelidad

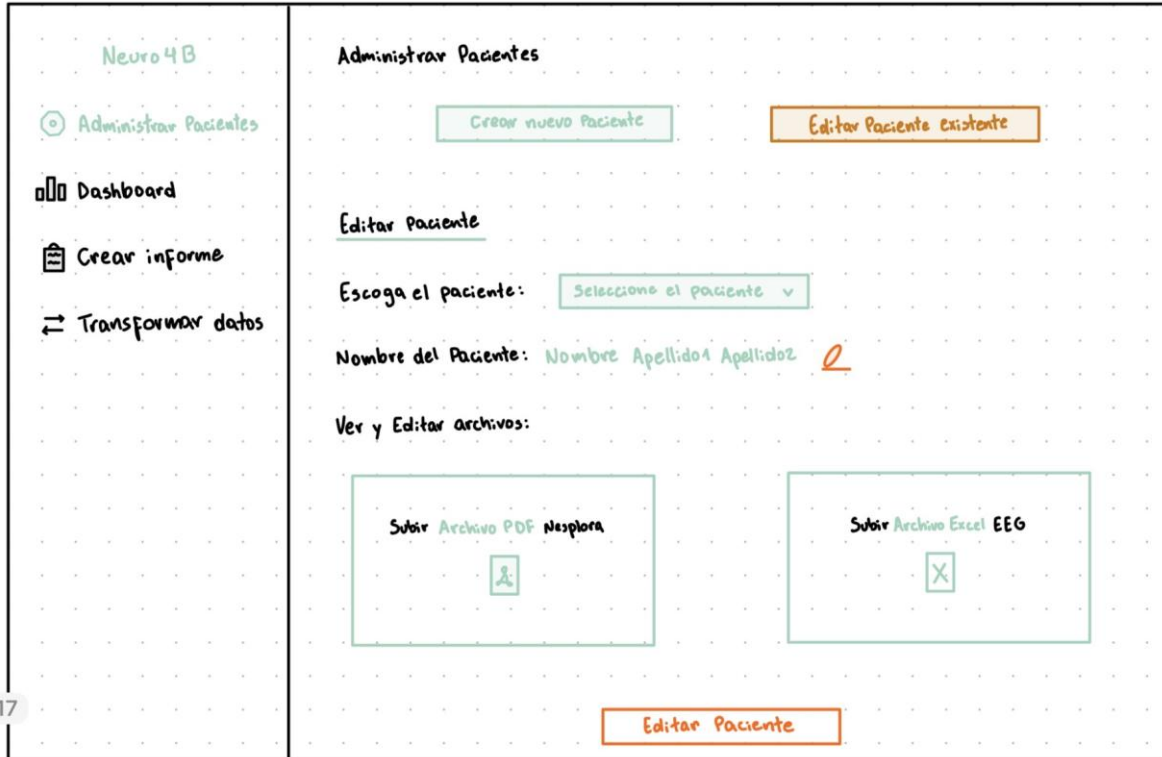


Figura B1. Wireframe de baja fidelidad Editar Paciente

### 11.3 Anexo C: Wireframes de media fidelidad

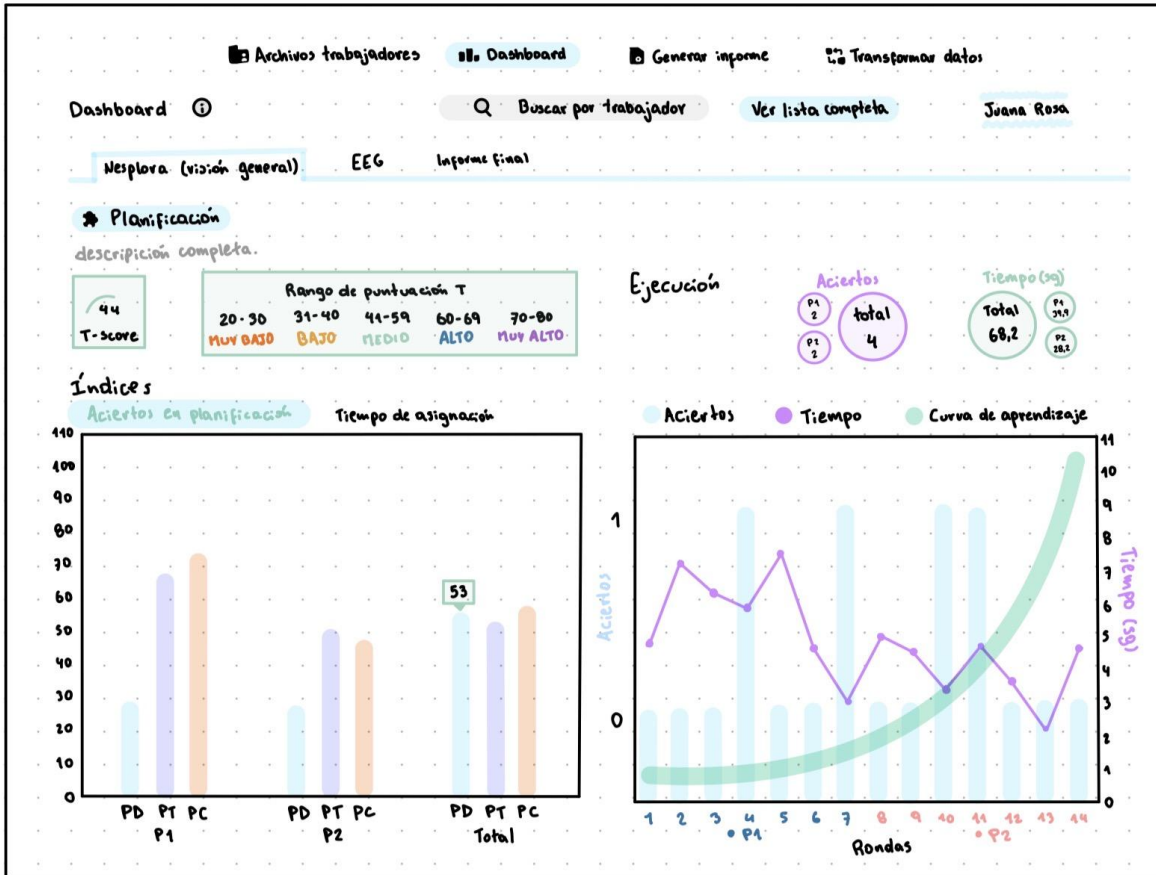


Figura C1. Wireframe de media fidelidad Dashboard vista Planificación

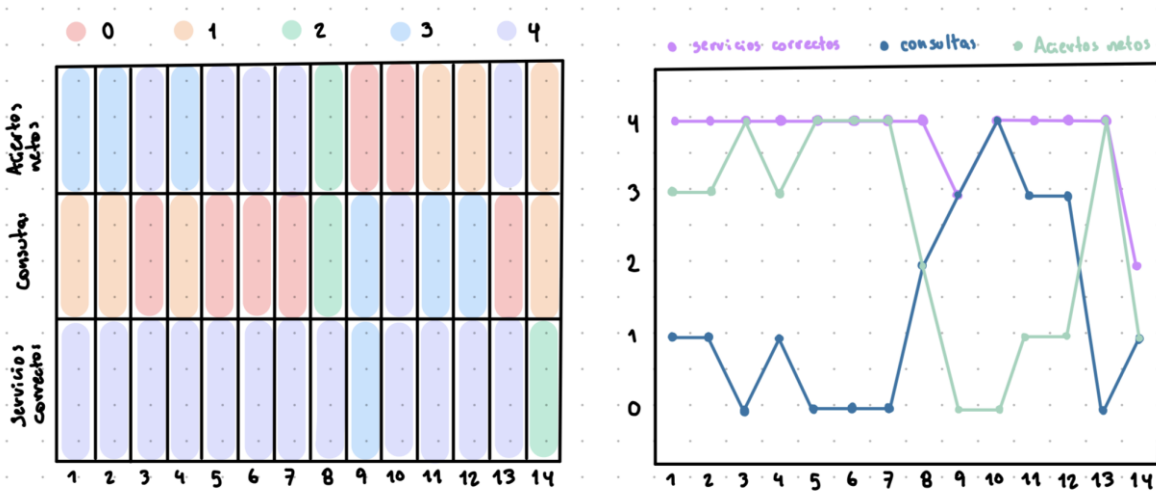
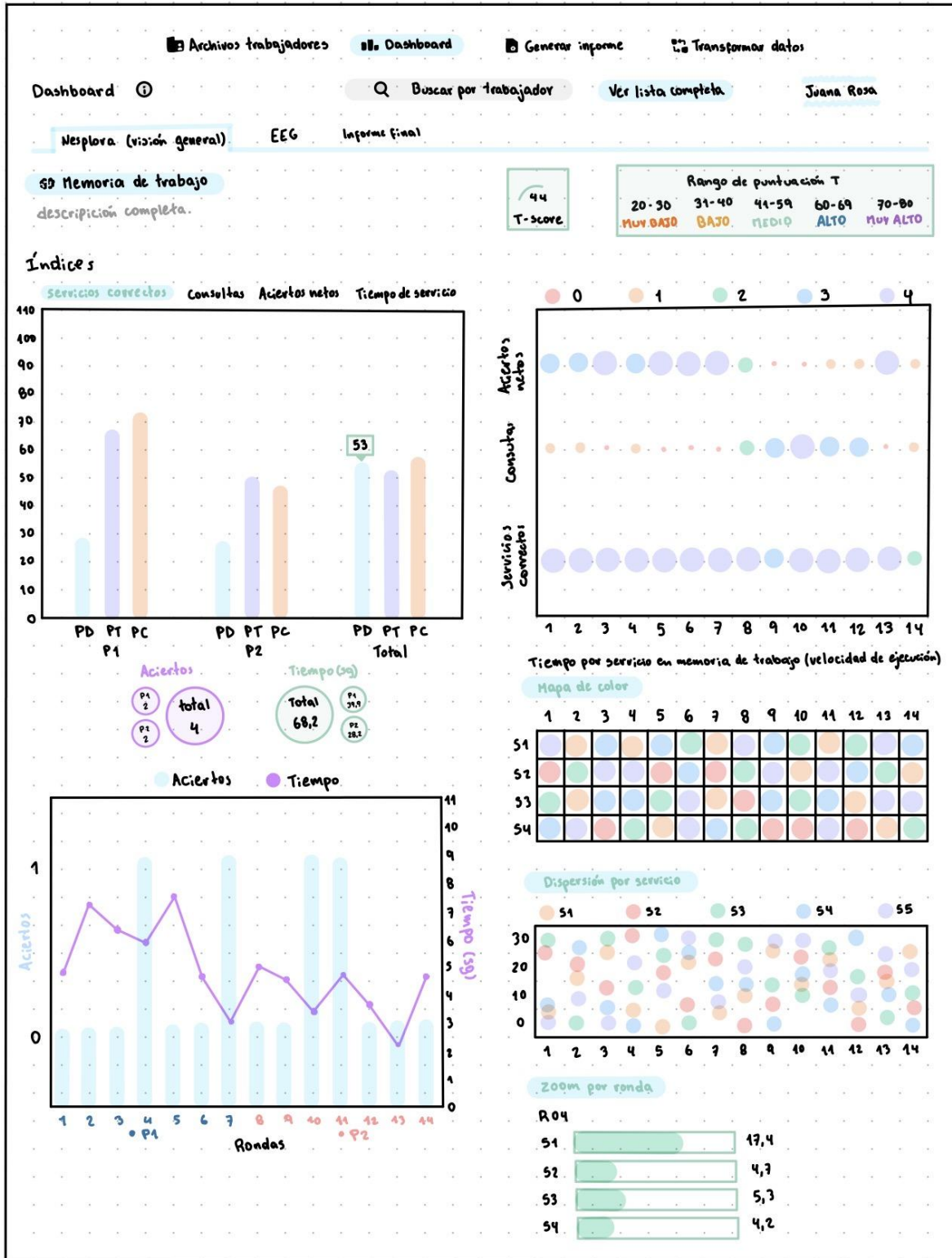


Figura C2. Wireframe de media fidelidad Gráficos Memoria de trabajo



**Figura C3.** Wireframe de media fidelidad Dashboard vista Memoria de Trabajo

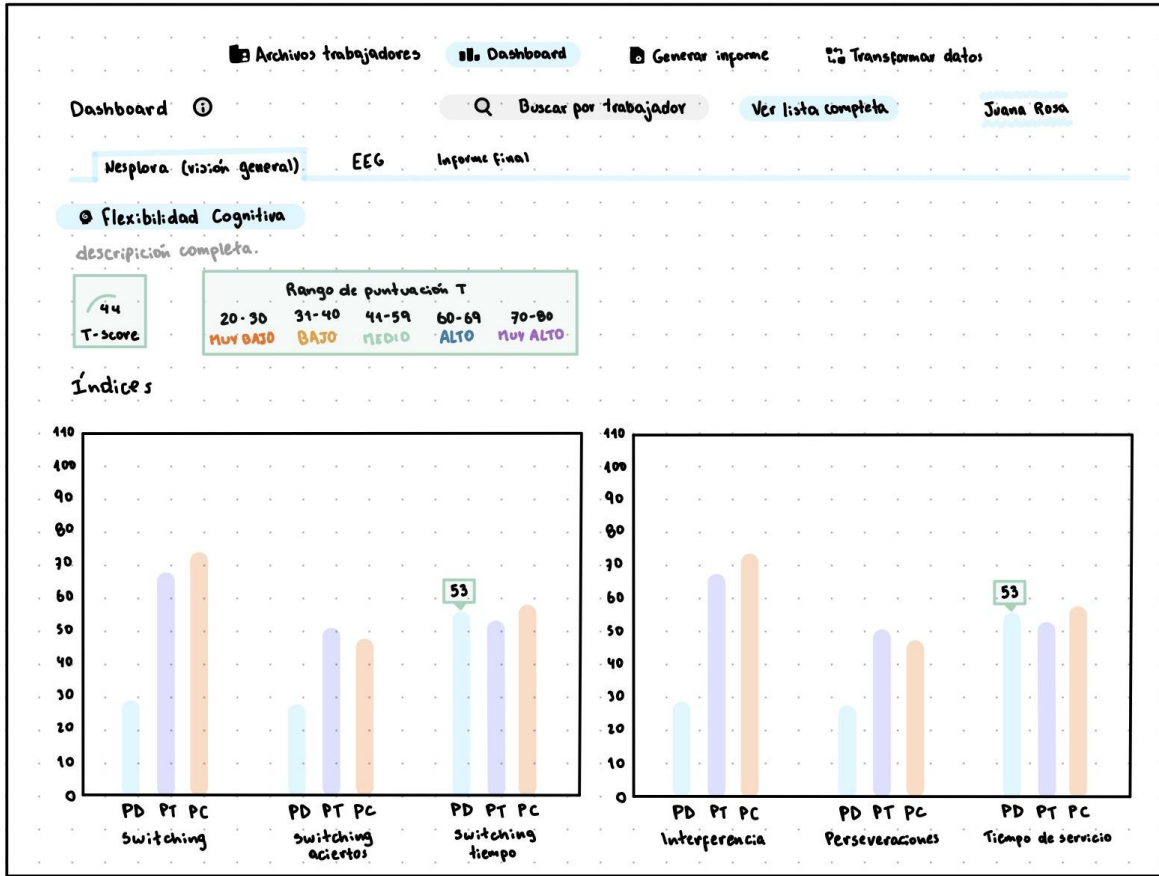


Figura C4. Wireframe de media fidelidad Dashboard vista Flexibilidad Cognitiva

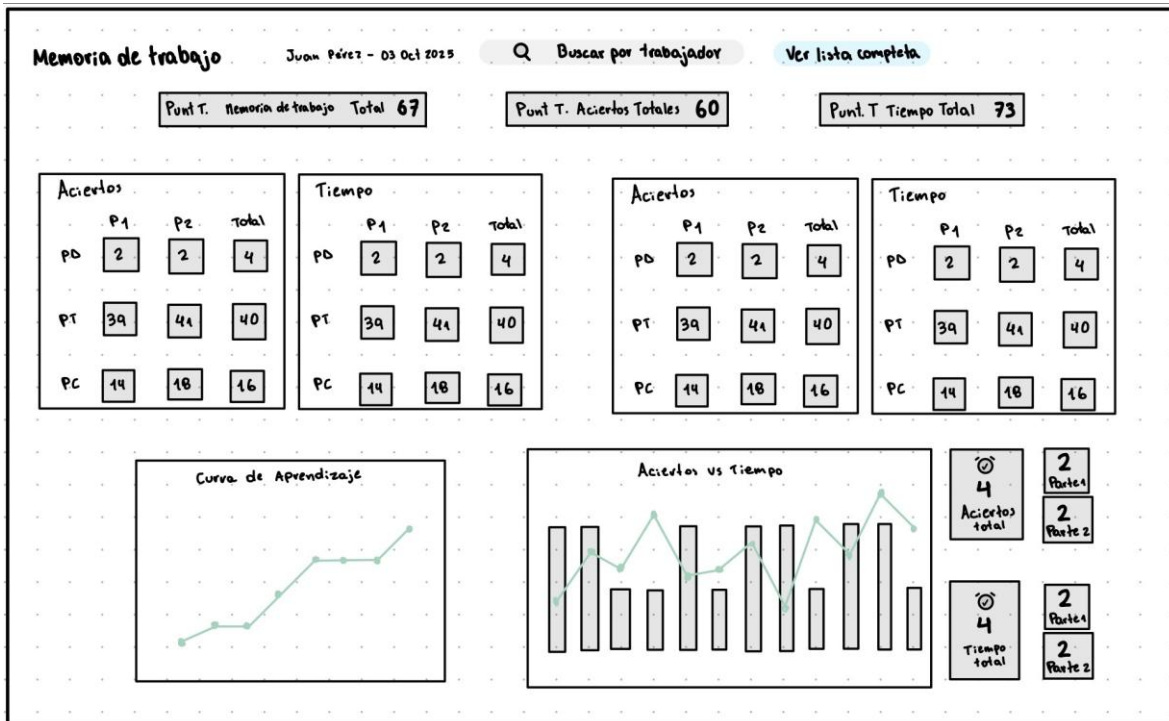


Figura C5. Wireframe de media fidelidad Dashboard vista Memoria de Trabajo v2

## 11.4 Anexo D: Entrevista de Descubrimiento

**Tabla D1.** Preguntas de entrevista a usuario especializado

	<b>Pregunta</b>	<b>Sección</b>
1	¿Cuál es su cargo o rol actual?	Sobre usted
2	¿Cuál es su área de especialidad?	Sobre usted
3	¿Cuántos años de experiencia lleva en su área?	Sobre usted
4	<b>Quando revisa los resultados de una prueba Nesplora, ¿Qué información es la más importante para usted?</b>	Información clave
5	<b>Si solo pudiera ver un resumen breve de esos resultados, ¿Qué 3 datos no podrían faltar?</b>	Información clave
6	<b>Quando revisa los resultados de un EEG, ¿Qué información es la más importante para usted?</b>	Información clave
7	<b>Si solo pudiera ver un resumen breve de esos resultados, ¿Qué 3 datos no podrían faltar?</b>	Información clave
8	<b>Describe los pasos que sigue actualmente para obtener, analizar y visualizar los resultados de Nesplora y EEG</b>	Flujo actual
9	<b>¿Qué parte del proceso actual le resulta más difícil o compleja?</b>	Flujo actual
10	<b>¿Qué parte del proceso actual requiere más de su tiempo?</b>	Flujo actual
11	<b>¿Qué aspectos del proceso actual le gustan o considera positivos?</b>	Dificultades y mejoras
12	<b>¿Qué errores o problemas ocurren con más frecuencia al manejar esta información?</b>	Dificultades y mejoras
13	<b>En su trabajo actual, ¿Qué situaciones hacen que encontrar la información de un trabajador sea más lento o complicado?</b>	Dificultades y mejoras
14	<b>Si pudiera cambiar solo una cosa de cómo accede o revisa la información hoy, ¿Qué sería?</b>	Dificultades y mejoras
15	<b>¿Qué haría que una herramienta digital para ver datos de trabajadores sea realmente útil para su trabajo diario?</b>	Expectativas
16	<b>¿Qué espera encontrar la primera vez que use una herramienta de este tipo?</b>	Expectativas

## 11.5 Anexo E: Wireframes de alta fidelidad y funcionales

Neuro4B Gestionar trabajadores Generar informe Exportar datos Dashboard Admin

### Ver trabajador

**Datos del trabajador**

**Nombre \***  
Laura Diaz

**Cargo**  
Jefe de Prevención

**Empresa**  
Minera Escondida

**Observaciones**  
Observaciones no indicadas

**Archivos**

ARCHIVO PDF NESPLORA  
PDF.pdf

ARCHIVO EXCEL EEG  
EEG.csv

**Figura E1.** Wireframe de alta fidelidad y funcional Ver trabajador

Neuro4B Gestionar trabajadores Generar informe Exportar datos Dashboard Admin

### Añadir trabajador

**Datos del trabajador**

**Nombre \***  
Ingrese nombre completo del trabajador

**Cargo**  
Ingrese cargo del trabajador

**Empresa**  
Ingrese empresa del trabajador

**Observaciones**  
Ingrese observaciones adicionales

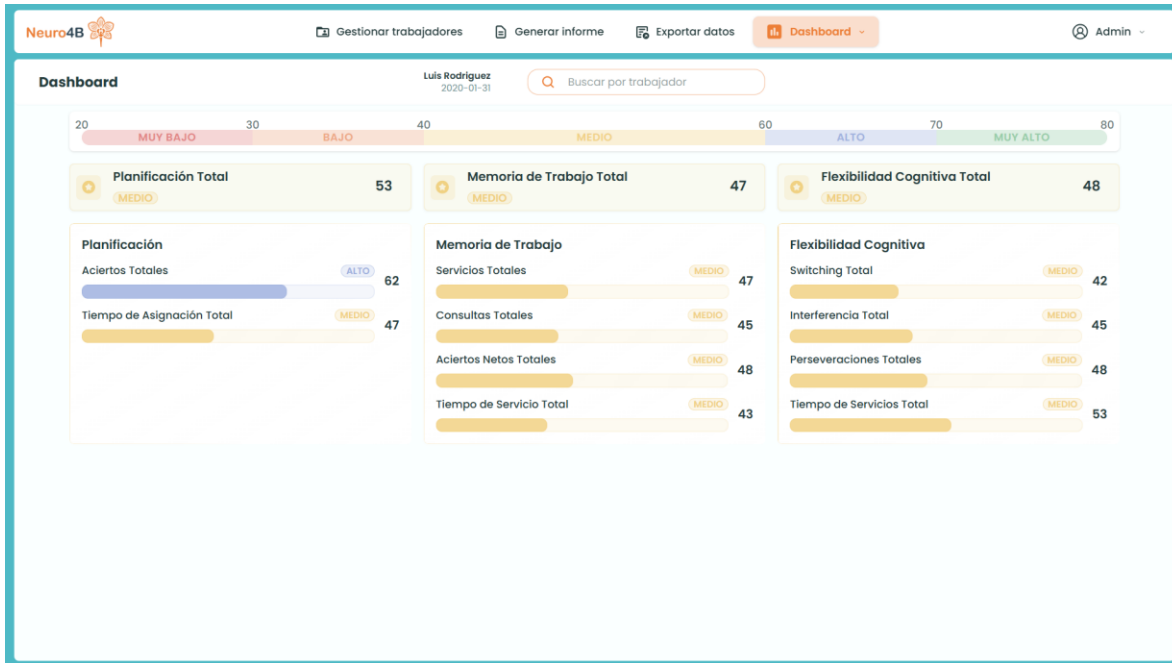
**Archivos**

Suba o arrastre el archivo PDF  
Nesplora

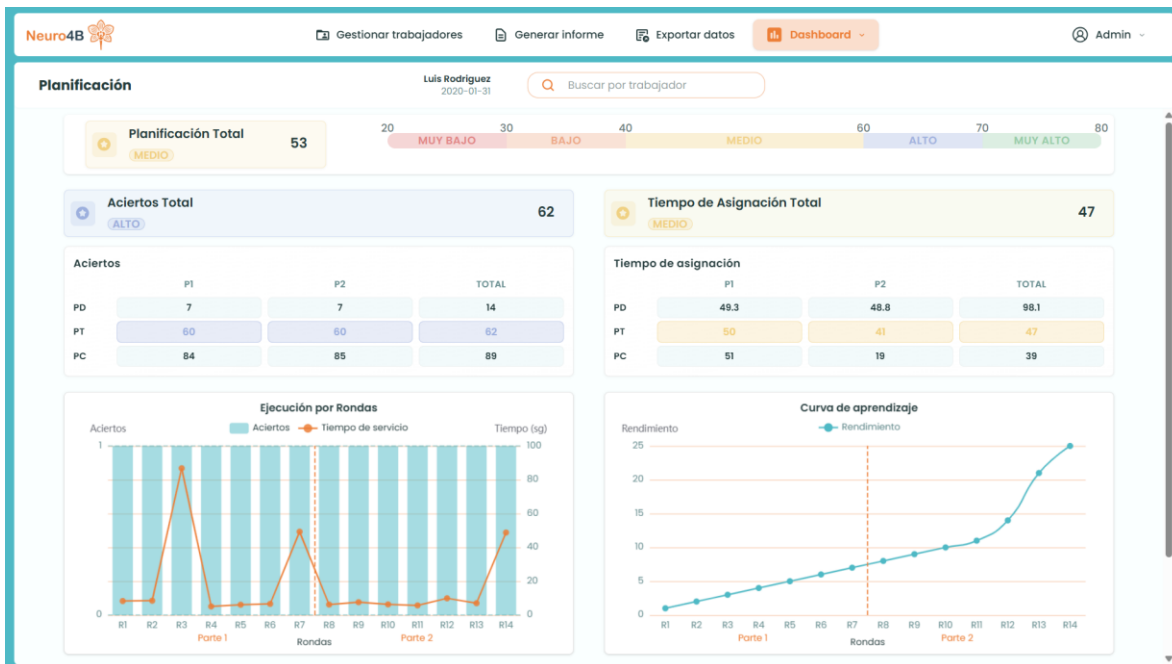
Suba o arrastre el archivo Excel  
EEG

Añadir trabajador

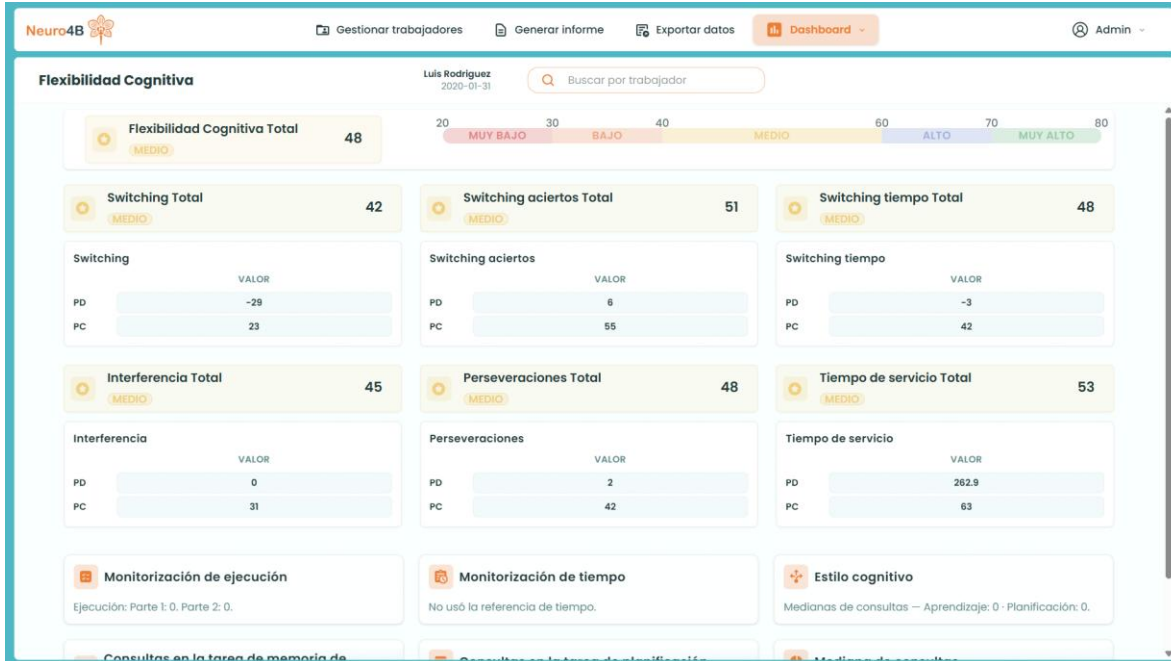
**Figura E2.** Wireframe de alta fidelidad y funcional Añadir trabajador



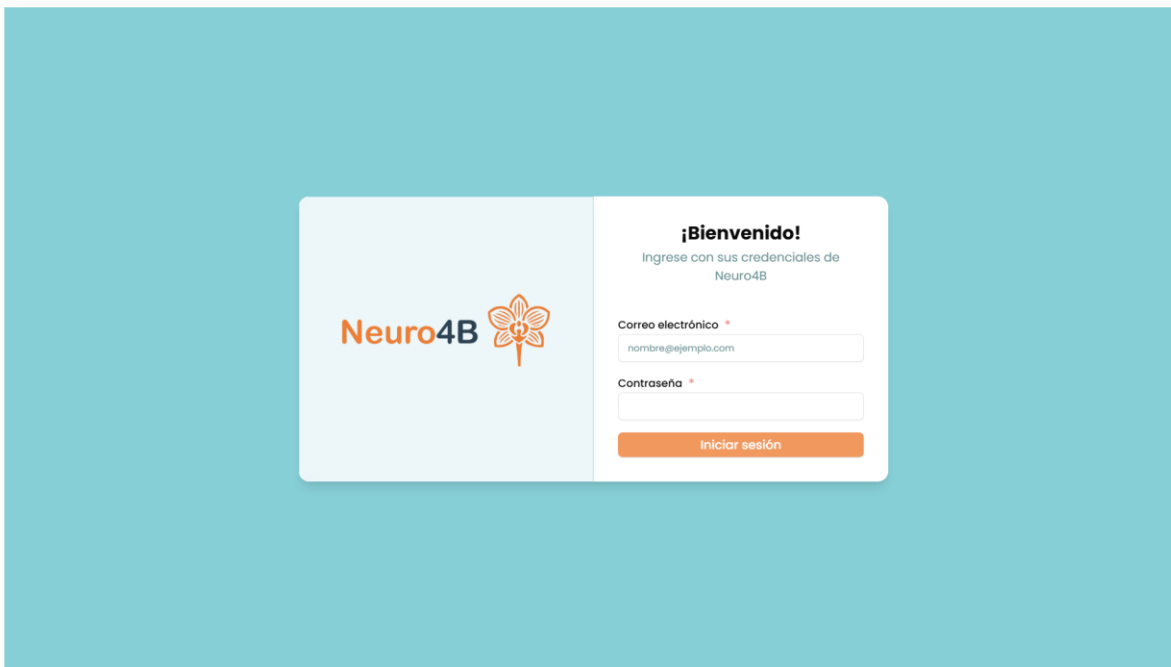
**Figura E3.** Wireframe de alta fidelidad y funcional Dashboard vista Nesplora Ice Cream general



**Figura E4.** Wireframe de alta fidelidad y funcional Dashboard vista Planificación



**Figura E5.** Wireframe de alta fidelidad y funcional Dashboard vista Flexibilidad Cognitiva



**Figura E6.** Wireframe de alta fidelidad y funcional Inicio de sesión

## 11.6 Anexo F: Métricas de validación

**Tabla F1.** Preguntas estandarizadas de encuesta SUS

<b>Pregunta SUS</b>	
P1	Creo que me gustaría usar esta plataforma con frecuencia
P2	Encontré la plataforma innecesariamente complejo
P3	Pensé que la plataforma era fácil de usar
P4	Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para poder usar esta plataforma
P5	Encontré que las diversas funciones de la plataforma estaban bien integradas
P6	Pensé que había demasiada inconsistencia en esta plataforma
P7	Imagino que la mayoría de las personas aprenderían a usar esta plataforma muy rápidamente
P8	Encontré la plataforma muy incómodo de usar
P9	Me sentí muy seguro usando la plataforma
P10	Necesité aprender muchas cosas antes de poder empezar a usar esta plataforma

**Tabla F2.** Resultados de encuesta SUS

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	SUS
<i>Usuario especializado</i>	5	1	5	2	4	1	3	1	4	1	87,5
<i>Usuario especializado</i>	5	1	5	1	5	1	5	1	4	2	95,0
<i>Usuario general</i>	5	1	5	1	5	1	5	1	4	2	95,0
<i>Usuario general</i>	4	1	5	2	5	1	4	1	4	2	87,5
<i>Usuario general</i>	5	1	4	1	5	1	3	1	3	2	85,0
<i>Usuario general</i>	4	1	4	1	5	1	5	1	5	1	95,0

**Tabla F3.** Preguntas estandarizadas de encuesta SEQ

<b>Pregunta SEQ</b>	
P1	¿Qué tan fácil fue gestionar trabajadores?
P2	¿Qué tan fácil fue generar informe?
P3	¿Qué tan fácil fue exportar datos?
P4	¿Qué tan fácil fue visualizar el <i>dashboard</i> ?

**Tabla F4.** Resultados de encuesta SEQ

	P1	P2	P3	P4
<i>Usuario especializado</i>	6	6	6	7
<i>Usuario especializado</i>	6	7	6	7
<i>Usuario general</i>	7	7	7	6
<i>Usuario general</i>	6	7	5	7
<i>Usuario general</i>	6	4	7	6
<i>Usuario general</i>	6	7	7	7
<b>Promedio</b>	<b>6,17</b>	<b>6,33</b>	<b>6,33</b>	<b>6,67</b>

**Tabla F5.** Preguntas estandarizadas de encuesta UMUX-Lite

<b>Pregunta UMUX-Lite</b>	
P1	La plataforma me permite realizar mis tareas de forma efectiva
P2	La plataforma es fácil de usar



**Tabla F6.** Resultados de encuesta UMUX-Lite

	<b>P1</b>	<b>P2</b>
<i>Usuario especializado</i>	6	6
<i>Usuario especializado</i>	7	6
<i>Usuario general</i>	7	7
<i>Usuario general</i>	7	6
<i>Usuario general</i>	6	7
<i>Usuario general</i>	7	7
<b>Promedio</b>	<b>6,67</b>	<b>6,50</b>