

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
VALPARAÍSO - CHILE



“ANÁLISIS DE SUFICIENCIA DE LOS
ESTÁNDARES DE ACCESIBILIDAD WEB
CHILENOS PARA LA AUTONOMÍA DIGITAL
DE PERSONAS MAYORES EN SITIOS DEL
ESTADO”

BENJAMÍN ARTURO VARELA MORALES

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO/A CIVIL EN INFORMÁTICA

Profesor/a Guía: Pedro Godoy Barrera
Profesor/a Correferente: Danaya Carrillo

Julio - 2026



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

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

Título del trabajo: Análisis de suficiencia de los estándares de accesibilidad web chilenos para la autonomía digital de personas mayores en sitios del Estado

Nombre del candidato(a): Benjamín Arturo Varela Morales

Carrera / Grado: Ingeniería Civil Informática

Campus: Campus Casa Central

Departamento: Departamento de Informática

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Pedro Godoy Barrera, 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

☒ 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: 24/07/2026

Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 24/07/2026

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.

DEDICATORIA

Este documento se lo dedico a mi familia, la cual es la razón por la que decidí abordar este tema y que siempre me han apoyado en el trayecto de mi carrera universitaria

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerle a mi familia de la 5ta Región por ayudarme durante el desarrollo de esta memoria, sea al momento de difundir la encuesta para encontrar un enfoque más claro, o ayudarme a organizar las pruebas de usuario gracias a conocidos cercanos. Quiero agradecerle a mi familia cercana por siempre estar ahí cuando pensaba que no podría seguir adelante. Sin ellos este trabajo no hubiera sido posible

RESUMEN

Resumen—La digitalización de trámites estatales en Chile ha intensificado la vulnerabilidad tecnológica de las personas mayores de 60 años . Esta investigación analiza si el cumplimiento de los estándares técnicos de accesibilidad web (WCAG 2.1 y Manual de Accesibilidad Estatal) garantiza la autonomía digital efectiva de este segmento en plataformas críticas como ChileAtiende, el Registro Civil y el Registro Social de Hogares. Para ello, se diseñó una aproximación metodológica mixta que combinó una auditoría técnica mediante una Matriz Heurística Gerontecnológica de 14 puntos críticos con pruebas empíricas de usabilidad en contexto ecológico ($N = 5$). La evaluación cuantitativa consideró la tasa de éxito, la escala SEQ y el Cuestionario SUS adaptado. Los resultados demuestran un descalce entre la norma y la práctica : aunque los portales aprueban parcialmente criterios de código base (hasta 78,5 % de conformidad), presentan hasta un 80 % de fallas por bloqueo en tareas transaccionales. Se identificaron barreras severas como la opacidad del lenguaje institucional, inconsistencias en hipervínculos, patrones confusos de e-commerce y barreras de autenticación con ClaveÚnica. Se concluye que el cumplimiento técnico es necesario pero insuficiente, proponiendo lineamientos de usabilidad enfocados en la reducción de carga cognitiva y resiliencia ante el error

Palabras Clave—Accesibilidad Web, Autonomía Digital, Personas Mayores, Gerontecnología, Usabilidad Estatal, WCAG 2.1.

ABSTRACT

Abstract—The digitization of state procedures in Chile has intensified the technological vulnerability of adults over 60 years old. This research analyzes whether compliance with technical web accessibility standards (WCAG 2.1 and the State Web Accessibility Manual) guarantees effective digital autonomy for this demographic on critical platforms such as ChileAtiende, the Civil Registry, and the Social Registry of Households. To achieve this, a mixed methodological approach was designed, combining a technical audit using a Gerontechnology Heuristic Matrix of 14 critical points with empirical usability tests in an ecological context ($N = 5$). Quantitative evaluation considered task success rate, the SEQ scale, and an adapted SUS Questionnaire. Results demonstrate a mismatch between norm and practice: although portals partially pass base code criteria (up to 78.5 % compliance), they show up to an 80 % failure rate due to interface blockages in transactional tasks. Severe barriers were identified, including opaque institutional language, link inconsistency, confusing e-commerce patterns, and authentication friction with ClaveÚnica. It is concluded that technical compliance is necessary but insufficient, proposing usability guidelines focused on reducing cognitive load and error resilience.

Keywords—Web Accessibility, Digital Autonomy, Older Adults, Gerontechnology, Government Usability, WCAG 2.1

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	IV
ABSTRACT	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1. Contexto y Relevancia	3
1.2. Situación Actual y Actores Involucrados	3
1.3. Dificultades y Justificación Estadística	4
1.4. Consecuencias de la Exclusión Digital	4
1.5. Competencia y Estándares Existentes	4
1.6. Objetivos y Alcances	5
1.6.1. Objetivo General	5
1.6.2. Objetivos Específicos	5
1.7. Pregunta de Investigación e Hipótesis de Trabajo	5
CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL	7
2.1. El Ecosistema Transaccional Digital y sus Actores	7
2.2. Fundamentos de Accesibilidad Web	8
2.2.1. Organismos Internacionales: W3C y WAI	8
2.2.2. Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG 2.1)	8
2.2.3. Principios de Accesibilidad (POUR)	9
2.2.4. Niveles de Conformidad	9
2.3. Marco Normativo y Legal en Chile	10
2.3.1. Legislación y Estándares Técnicos de Accesibilidad	10
2.3.2. Marco para la Alfabetización y Autonomía Digital	10
2.4. Gerontecnología y Factores de Interacción en el Usuario Mayor	11
2.4.1. Barreras Sensoriales y Cognitivas	11
2.4.2. Falta de Confianza, Miedo al Error y Seguridad Percibida	11
2.4.3. Experiencia de Usuario (UX) y Elementos Distintivos de Diseño Gerontecnológico	12
2.5. Gobierno Digital y Ecosistema de Trámites en Chile	12
2.5.1. La ClaveÚnica y el Acceso a Servicios Críticos	13
2.6. Metodologías de Evaluación de Interfaces y Experiencia de Usuario	13
2.6.1. Inspección Experta y Matrices Heurísticas Ad-Hoc	13
2.6.2. Pruebas de Usabilidad Empíricas y Contexto Ecológico	14
2.6.3. Medición de Usabilidad Percibida: Escala Likert y Cuestionario SUS	14
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN	16
3.1. Marco Metodológico de la Propuesta	16
3.2. Diseño del Instrumento de Evaluación: Matriz Heurística	17
3.2.1. Estructura y Componentes del Instrumento	18
3.3. Portales Seleccionados y Escenarios de Tarea	20
3.3.1. Portal ChileAtiende (Pensión Garantizada Universal)	21
3.3.2. Servicio de Registro Civil e Identificación	22
3.3.3. Registro Social de Hogares (RSH)	23

3.3.4.	Definición de Escenarios de Tarea	23
3.4.	Protocolo de Validación Empírica en Contexto Ecológico (Trabajo de Campo)	24
3.4.1.	Criterios de Selección de la Muestra	24
3.4.2.	Entorno Técnico y Consentimiento Informado	25
3.4.3.	Métricas de Autonomía Digital	25
3.4.4.	Evaluación de Usabilidad Percibida y Cálculo del Puntaje SUS Adaptado	26
CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN		29
4.1.	Condiciones de la Auditoría Heurística	29
4.1.1.	Mecanismo de Calificación y Criterios de Conformidad (Nivel A y AA)	30
4.1.2.	Análisis e Interpretación de los Resultados Heurísticos	30
4.2.	Resultados de la Validación Empírica en Contexto Ecológico	31
4.2.1.	Caracterización Anonimizada de la Muestra (Perfiles Sociotécnicos)	31
4.2.2.	Desempeño y Barreras por Tarea	32
4.2.3.	Verbalizaciones y Carga Emocional Observada (Protocolo Think Aloud)	35
4.3.	Cálculo y Resultados Desglosados del Cuestionario SUS Adaptado	36
4.3.1.	Portal ChileAtiende (Tarea T1: Consulta PGU)	36
4.3.2.	Servicio de Registro Civil e Identificación (Tarea T2: Certificado Nacimiento)	36
4.3.3.	Registro Social de Hogares (Tarea T3: Cartola Hogar)	36
4.3.4.	Síntesis Comparativa de Usabilidad Percibida	37
4.4.	Análisis de Carga Cognitiva y Seguridad Percibida	37
CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN DE RESULTADOS		41
5.1.	Discusión respecto del cumplimiento de las WCAG	41
5.2.	Comparación con la geronteología	41
5.3.	Discusión sobre usabilidad gubernamental	42
5.4.	Aporte científico	42
5.5.	Limitaciones	43
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES		45
6.1.	Validación de Objetivos Específicos	45
6.2.	Respuesta al Objetivo General	46
6.3.	Recomendaciones y Trabajo Futuro	47
ANEXOS		49

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Interfaz principal y buscador del portal ChileAtiende.	21
2.	Portal de solicitud de certificados del Registro Civil.	22
3.	Pantalla de acceso al Registro Social de Hogares.	23
4.	Escala de Interpretación del Puntaje SUS y Rangos de Aceptabilidad.	28
5.	Página principal de ChileAtiende: Los enlaces interactivos presentan un subrayado claro (<i>affordance</i> evidente).	33
6.	Resultados de búsqueda de PGU en ChileAtiende: Se elimina el subrayado en los títulos azules y se evidencia alta densidad de siglas (PGU, IPS, PBSI, SD).	34
7.	Listado de certificados en Registro Civil con escaso resalte visual en la tercera casilla, que está activa.	34
8.	Ficha del trámite en RSH con el botón “Guardar en PDF”, el cual genera una exportación de la página explicativa y no del documento oficial.	35
9.	Formulario de datos del solicitante en el Registro Civil con alertas de validación de sintaxis en color rojo, asociadas al temor de cometer errores.	39

ÍNDICE DE TABLAS

1.	Matriz Heurística de Accesibilidad Gerontecnológica (14 Puntos Críticos). Elaboración propia.	18
2.	Cuestionario SUS Adaptado a Perfil Gerontecnológico.	27
3.	Resultados de la Auditoría Heurística por Portal Estatal.	30
4.	Resultados de Ejecución (Res. 1-4) y Dificultad Percibida (Dif. 1-7) por Tarea ($N = 5$).	33
5.	Respuestas Likert brutas, aportes positivos/negativos y puntaje S_i para ChileAtiende (T1).	36
6.	Respuestas Likert brutas, aportes positivos/negativos y puntaje S_i para Registro Civil (T2).	36
7.	Respuestas Likert brutas, aportes positivos/negativos y puntaje S_i para Registro Social de Hogares (T3).	37
8.	Tendencias de Evaluación Cuestionario SUS por Tarea (Moda M_o y Frecuencia f , $n = 5$).	37
9.	Cuestionario SUS Adaptado a Perfil Gerontecnológico.	54

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, Chile atraviesa un acelerado proceso de digitalización estatal que ha transformado el acceso a servicios críticos en plataformas de uso web obligatorio [11]. Frente a este escenario, la población de personas mayores de 60 años enfrenta una profunda vulnerabilidad tecnológica. Existe una contradicción estructural en el presente: aunque el acceso físico a Internet ha aumentado significativamente tras la pandemia [8], la brecha de usabilidad persiste. Datos recientes de la Biblioteca del Congreso Nacional [2] revelan que hoy en día el 69,5 % de los hogares desconectados en Chile están liderados por una persona mayor, y un 40 % de este grupo vive solo, lo que elimina la posibilidad de apoyo intergeneracional inmediato para realizar trámites.

El problema central radica en que el cumplimiento de los estándares técnicos internacionales (Pautas de Accesibilidad Web WCAG 2.1) y su adopción normativa local (Manual de Accesibilidad Web para la Administración del Estado) no garantiza la autonomía digital del usuario mayor. Según el Servicio Nacional del Adulto Mayor [16], el 79 % de las personas mayores presenta una autonomía digital baja o muy baja antes de recibir capacitación. Sitios de alta demanda como ChileAtiende, el Registro Civil y el Registro Social de Hogares [5] presentan barreras que activan el miedo al error y la frustración. A pesar de que el 82 % de las personas mayores manifiesta interés en aprender habilidades digitales [5], la arquitectura de información actual no responde a sus necesidades cognitivas y sensoriales, generando una exclusión que vulnera su privacidad y dignidad.

En esta memoria se planteó determinar si el cumplimiento de los estándares de accesibilidad web chilenos es condición suficiente para garantizar la autonomía digital de este grupo. Para ello, se estableció un marco teórico que integra las pautas internacionales WCAG 2.1 —que contemplan directrices específicas para el envejecimiento [8]—, el Manual de Accesibilidad Web chileno (2022) y principios de gerontología aplicada. El objetivo fue contrastar empíricamente los criterios de cumplimiento técnico exigidos por la normativa vigente con la experiencia de uso real de los adultos mayores, identificando las barreras de interacción que impiden su autonomía en las plataformas evaluadas.

La metodología adoptada fue de carácter mixto, dividida en dos etapas complementarias. En la primera fase, se realizó una evaluación heurística experta de tres portales estatales críticos: ChileAtiende, el Servicio de Registro Civil e Identificación, y el Registro Social de Hogares. En la segunda fase, se ejecutaron pruebas de usabilidad guiadas en un *entorno ecológico*; esto es, sesiones de evaluación realizadas en las condiciones de uso natural del usuario y no en un laboratorio aislado, permitiendo capturar el comportamiento real ante sus propias herramientas tecnológicas. La muestra consistió en personas mayores de 60 años, según la definición del marco institucional chileno [16]. La selección de los participantes se realizó mediante un muestreo por conveniencia, cuyos criterios de inclusión, limitaciones metodológicas y alcance se detallan formalmente en el Capítulo 3. El cotejo de ambos resultados permitió validar si la implementación técnica actual satisface los requerimientos humanos detectados en la práctica.

El **Capítulo 1** presenta la Definición del Problema, profundizando en la justificación estadística de la brecha digital y las dimensiones del desafío de ingeniería.

El **Capítulo 2** aborda el Marco Conceptual, detallando los estándares internacionales de accesibilidad, la normativa chilena vigente y la evidencia sobre la relación entre la tercera edad y la tecnología.

El **Capítulo 3** describe la Propuesta de Solución, especificando el diseño metodológico de la evaluación técnica y el protocolo de las pruebas con usuarios.

El **Capítulo 4** expone la Validación de la Solución, documentando los hallazgos de las auditorías técnicas y los resultados empíricos observados en terreno.

El **Capítulo 5** desarrolla la Discusión de Resultados, contrastando los hallazgos con la teoría gerontecnológica, la normativa internacional y explicitando las limitaciones del estudio.

Por último, el **Capítulo 6** presenta las Conclusiones y Recomendaciones, sintetizando la validación de objetivos y proponiendo lineamientos para la usabilidad estatal futura

CAPÍTULO 1

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Este capítulo aborda la problemática de la accesibilidad digital para la tercera edad en Chile, un desafío que integra tanto la brecha de alfabetización digital como las deficiencias en el diseño de las interfaces estatales. Es fundamental precisar que el problema no radica exclusivamente en la falta de competencias digitales del usuario o en el acceso a la infraestructura, sino en cómo el diseño actual de los portales estatales exacerba estas barreras, volviendo ineficientes los estándares de accesibilidad frente a las capacidades psicofísicas y cognitivas reales de los usuarios mayores frente al computador [2]

1.1. Contexto y Relevancia

En la actualidad, la digitalización progresiva del Estado chileno ha trasladado trámites esenciales a plataformas web de manera obligatoria [11]. Frente a este escenario, la población actual de personas mayores de 60 años enfrenta una profunda vulnerabilidad tecnológica. Si bien es posible que parte de este grupo carezca de competencias digitales avanzadas —variable que se reconoce como una limitante de base en la muestra seleccionada—, el estudio se enfoca en analizar cómo la arquitectura de información estatal actual exacerba esta falta de alfabetización, al estar diseñada bajo el supuesto de que el usuario posee un procesamiento cognitivo y motriz ágil, subestimando las barreras naturales del envejecimiento que afectan a este segmento en el presente [2].

1.2. Situación Actual y Actores Involucrados

Actualmente, la autonomía digital de las personas mayores depende de su capacidad para interactuar con portales gubernamentales de servicios críticos. En este escenario, la experiencia del usuario se ve condicionada por dos factores fundamentales que a menudo se entrelazan: la *alfabetización digital* y la *autonomía digital*. Mientras que la primera representa el conjunto de competencias y habilidades técnicas necesarias para operar dispositivos, la *autonomía digital* —concepto central de esta investigación— se define como la capacidad efectiva del adulto mayor para gestionar sus trámites de forma independiente, sin requerir la mediación constante de terceros, independientemente de su nivel de destreza técnica previa [16]. Si bien la alfabetización facilita la interacción, la autonomía real depende de que el diseño de la interfaz no presente barreras cognitivas que bloqueen al usuario. Los actores clave en esta dinámica son:

- **Personas Mayores:** Ciudadanos que, aun manifestando un alto interés en adquirir habilidades digitales (82 % de interés [5]), enfrentan barreras de diseño que dificultan su capacidad de operar de forma autónoma.
- **Instituciones Públicas:** Organismos que operan bajo el marco de las políticas de inclusión y accesibilidad web [7], pero cuyas interfaces presentan —como se demostrará a lo largo de este diagnóstico— brechas técnicas que impiden una usabilidad real, dificultando el ejercicio de sus derechos ciudadanos.
- **Equipos de Desarrollo:** Profesionales responsables de integrar directrices de accesibilidad en infraestructuras gubernamentales heterogéneas, enfrentando el desafío de eliminar barreras de diseño que persisten en la práctica a pesar de los estándares vigentes.

1.3. Dificultades y Justificación Estadística

La premisa de que el cumplimiento técnico de los estándares de accesibilidad garantiza por sí solo la usabilidad real para el adulto mayor es cuestionada por la evidencia actual. Según datos del SENAMA (2025), el 79 % de las personas mayores presenta una autonomía digital baja antes de recibir capacitación; no obstante, al recibir instrucción técnica, un 90,3 % alcanza niveles altos de autonomía [16]. Estos datos evidencian que, si bien la alfabetización digital es un componente indispensable, existe una brecha de “segundo nivel” donde el usuario, incluso poseyendo conocimientos básicos, encuentra barreras en el entorno digital que le impiden operar con independencia.

Por tanto, el problema que aborda esta investigación no es la falta de interés o capacidad del segmento —que demuestra una alta disposición al aprendizaje—, sino el descalce entre la norma técnica y la experiencia de uso: los estándares actuales se enfocan en criterios de accesibilidad universal (como el contraste o etiquetas), pero omiten barreras críticas de usabilidad para la tercera edad, como la gestión de la carga cognitiva y la seguridad percibida. Esta carencia metodológica en la arquitectura de información estatal es lo que obliga al adulto mayor a la dependencia de terceros, incluso en plataformas que cumplen técnicamente con las pautas vigentes.

Esta realidad es crítica al considerar que la digitalización estatal no es optativa: según la Biblioteca del Congreso Nacional, el 69,5 % de los 491 mil hogares desconectados tiene como jefe de hogar a una persona mayor, y un 40 % vive solo, lo que imposibilita el apoyo intergeneracional inmediato [2]. El hecho de que solo el 15,1 % de este grupo interactúe con servicios del Estado no debe interpretarse como falta de interés, sino como un indicador de la exclusión estructural provocada por la ineficiencia de los canales digitales actuales. El desafío, por tanto, no es simplemente incentivar el uso, sino garantizar que los servicios esenciales del Estado sean accesibles y autónomos para este grupo, cumpliendo así con su derecho constitucional de acceso a la información y protección social.

1.4. Consecuencias de la Exclusión Digital

La exclusión digital implica consecuencias directas en el acceso oportuno a beneficios y servicios. Aunque el Estado mantiene canales de atención presenciales, la creciente migración hacia plataformas web [11] genera una brecha de oportunidad: el adulto mayor que no domina la plataforma digital queda rezagado respecto a quienes pueden gestionar sus solicitudes de manera inmediata y autónoma, profundizando la inequidad en el acceso a la protección social [16].

Es un error común suponer que la brecha se cerrará naturalmente con el relevo generacional. Esta exclusión no disminuye con el tiempo porque el fenómeno responde a factores estructurales y no solo etarios [2]. El entorno tecnológico es dinámico y se actualiza constantemente; cada vez que el Estado implementa nuevas interfaces o procesos de autenticación, se redefine el umbral de “competencia mínima” necesaria. Por tanto, la exclusión es un desafío cíclico: mientras la innovación técnica evolucione a una velocidad superior a la capacidad de adaptación humana, la brecha de usabilidad persistirá, independientemente del grupo etario [5].

1.5. Competencia y Estándares Existentes

Actualmente existen marcos internacionales como las WCAG 2.1, que contemplan criterios de conformidad diseñados para mitigar las barreras visuales, motrices y cognitivas asociadas al envejecimiento de los usuarios [18], junto con normativas nacionales como el Manual de Accesibilidad 2022 [15]. Sin embargo, estas soluciones suelen aplicarse con un enfoque técnico generalista que no captura las particularidades

cognitivas y motrices del adulto mayor chileno en contextos de alta burocracia estatal. Esta investigación se diferencia al proponer un cotejo empírico entre la norma técnica y la experiencia de uso real en los sitios de mayor impacto social.

1.6. Objetivos y Alcances

1.6.1. Objetivo General

Evaluar si los estándares de accesibilidad web vigentes en el Estado de Chile garantizan la autonomía digital de las personas mayores de 60 años en la interacción con plataformas de servicios públicos.

1.6.2. Objetivos Específicos

Para alcanzar dicho objetivo general, se proponen los siguientes objetivos específicos:

- **1:** Analizar el cumplimiento normativo técnico de los portales gubernamentales seleccionados respecto a las Pautas de Accesibilidad Web (WCAG 2.1) y el Manual de Accesibilidad Web para la Administración del Estado.
- **2:** Identificar y categorizar las principales barreras de interacción y carga cognitiva que enfrentan las personas mayores durante el uso de los portales estatales.
- **3:** Contrastar la normativa técnica vigente con la experiencia de uso real observada, identificando el descalce entre el cumplimiento formal y la autonomía efectiva del usuario.
- **4:** Proponer lineamientos de mejora en el diseño de interfaces estatales que respondan a las capacidades psicofísicas y necesidades de autonomía de las personas mayores en Chile.

1.7. Pregunta de Investigación e Hipótesis de Trabajo

A partir de la problemática descrita, y con el propósito de otorgar mayor precisión al diseño investigativo, se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿El cumplimiento de los estándares técnicos de accesibilidad web vigentes en Chile (Manual de Accesibilidad Web para la Administración del Estado) constituye una condición suficiente para garantizar la autonomía digital de las personas de la tercera edad en la interacción con portales transaccionales del Estado?

En coherencia con esta pregunta, y con la evidencia preliminar expuesta en los apartados anteriores (1.3 y 1.5) respecto al descalce entre norma técnica y experiencia de uso, se plantea la siguiente hipótesis de trabajo:

- **H1:** El cumplimiento técnico-normativo de los estándares de accesibilidad web chilenos es una condición necesaria, pero no suficiente, para garantizar la autonomía digital de las personas mayores, debido a que dichos estándares no operacionalizan variables críticas de la interacción en la tercera edad tales como la carga cognitiva, la comprensión del lenguaje institucional y la seguridad percibida frente al error.
- **H2 (complementaria):** Un portal estatal puede alcanzar niveles de conformidad técnica parcial o total sobre la matriz heurística de accesibilidad gerontecnológica y, no obstante, presentar una tasa

de fracaso transaccional elevada y una usabilidad percibida (SUS) por debajo del umbral de aceptabilidad, evidenciando que ambas dimensiones —conformidad y autonomía— no covarían de forma lineal.

Estas hipótesis serán contrastadas en la validación de la solución mediante el cruce entre los resultados de la auditoría heurística (Tabla 3) y los resultados de ejecución y usabilidad percibida obtenidos en terreno, y discutidas en detalle en la discusión de resultados.

CAPÍTULO 2

MARCO CONCEPTUAL

Este capítulo fundamenta la base técnica, normativa y sociodemográfica de la investigación, detallando el estado del arte de los actores clave identificados en el diagnóstico del problema. Para comprender la complejidad de la autonomía digital en la tercera edad, la literatura científica y el marco regulatorio se articulan aquí en torno a tres ejes fundamentales: en primer lugar, las **normas técnicas, marcos de accesibilidad globales y locales** (WCAG 2.1 y el Manual de Accesibilidad Web chileno), que delimitan las obligaciones de diseño; en segundo lugar, el análisis del **usuario mayor**, examinando desde la gerontecnología las barreras psicofísicas y la carga cognitiva que condicionan su interacción; y, en tercer lugar, el rol de las **instituciones públicas y los equipos de desarrollo**, evaluando cómo las plataformas del Estado se configuran actualmente como el entorno transaccional donde operan estos factores.

A nivel internacional, el escenario europeo y, de forma destacada, el caso de España, representan el estándar de madurez en la materia. A través del Real Decreto 1112/2018 y la adopción de la norma UNE-EN 301549, dicho país transitó desde la recomendación técnica generalista hacia un modelo de fiscalización activa, encuestas obligatorias de experiencia de usuario y mecanismos de revisión periódica en los portales públicos [10]. Este contraste global es fundamental para esta memoria, ya que permite examinar bajo una perspectiva crítica si el enfoque regulatorio chileno posee las herramientas operativas necesarias para resguardar la autonomía de la tercera edad, o si adolece de brechas estructurales en comparación con legislaciones más avanzadas.

2.1. El Ecosistema Transaccional Digital y sus Actores

El análisis crítico de la suficiencia de los estándares no puede realizarse de forma aislada a la realidad operativa de quienes interactúan en el ecosistema digital público. En la actualidad, este entorno se configura como un sistema complejo donde coexisten las realidades de cuatro actores fundamentales.

Por una parte, el comportamiento de las plataformas está condicionado por las *normas técnicas*, representadas localmente por el Manual de Accesibilidad Web (2022) y su adopción de las pautas WCAG 2.1 [7, 18]. El estado actual de este marco regulatorio es técnico y procedimental, enfocado en auditar la estructura del código pero desprovisto de mecanismos punitivos o de fiscalización activa de la experiencia de usuario (UX) real en entornos burocráticos [15]. En este contexto normativo, el *usuario mayor* se encuentra en una posición de adopción tecnológica forzada, caracterizada por una alta disposición al aprendizaje que se ve mermada por el declive funcional natural y una profunda inseguridad frente a trámites con implicancias legales [16, 2, 5].

Por otra parte, las *instituciones públicas* actúan bajo el mandato de la Ley de Transformación Digital [11], priorizando una virtualización masiva de servicios para la eficiencia administrativa, lo que muchas veces invisibiliza las necesidades particulares de usabilidad de los segmentos más vulnerables [7]. Finalmente, los *equipos de desarrollo* operan como el brazo ejecutor bajo severas restricciones presupuestarias y de tiempo. Al enfrentar infraestructuras de software heredadas y carecer de formación especializada en Interacción Humano-Computador (HCI) o diseño gerontecnológico, estos profesionales suelen limitar su gestión al cumplimiento formal de listas de verificación automáticas, perpetuando barreras cognitivas que los estándares técnicos vigentes no logran detectar [14, 2].

2.2. Fundamentos de Accesibilidad Web

La accesibilidad web se define formalmente como la práctica de diseñar y desarrollar sitios, herramientas y tecnologías para que las personas con discapacidad puedan percibir, comprender, navegar, interactuar y contribuir a la Web [18]. En el marco de esta investigación, este concepto se extiende de manera directa hacia la población de personas mayores, cuyas capacidades funcionales experimentan modificaciones progresivas debido al proceso natural de envejecimiento, equiparándose en la práctica a las barreras que enfrentan los usuarios con discapacidades permanentes o temporales [16].

2.2.1. Organismos Internacionales: W3C y WAI

Para comprender el origen de las normativas vigentes, es necesario precisar que la accesibilidad web se define formalmente por el consorcio internacional como la condición que asegura que las personas puedan percibir, comprender, navegar e interactuar con la Web, además de contribuir activamente a ella [18]. Al adoptar este enfoque amplio, la definición se centra en la interacción humana global, permitiendo que los criterios de diseño mitiguen las barreras derivadas del envejecimiento al abordar las variaciones en las capacidades funcionales de los usuarios, independientemente de su estatus legal o médico de discapacidad [16].

Este concepto y sus herramientas regulatorias nacieron a mediados de la década de 1990, en respuesta al crecimiento exponencial y comercial de Internet, el cual amenazaba con fragmentar la estructura técnica de la red. Bajo este escenario, el *World Wide Web Consortium* (W3C) fue fundado en 1994 por Tim Berners-Lee —creador de la WWW— con el propósito de establecer protocolos estandarizados que garantizaran la universalidad del entorno digital. Posteriormente, en 1997, el W3C creó la Iniciativa de Accesibilidad Web (*Web Accessibility Initiative*, WAI) como un esfuerzo coordinado junto a administraciones públicas de diversos países y organizaciones civiles. El surgimiento de la WAI respondió a la necesidad política y técnica de unificar directrices globales, evitando que el desarrollo tecnológico avanzara de forma aislada y excluyera estructuralmente a usuarios con limitaciones funcionales, sensoriales o cognitivas [18].

2.2.2. Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG 2.1)

Las pautas *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) constituyen el documento técnico de referencia a nivel global. La versión 2.1, utilizada como base normativa en este estudio, extiende los criterios de la versión 2.0 —publicada originalmente en diciembre de 2008— para incluir, tras una década de avances tecnológicos, parámetros específicos sobre la visualización en dispositivos móviles y, crucialmente, mejoras para personas con baja visión y discapacidades cognitivas [18].

La estructura de las WCAG 2.1 se organiza en cuatro capas jerárquicas:

1. **Principios:** Los fundamentos que guían la accesibilidad.
2. **Pautas:** Objetivos generales que los desarrolladores deben cumplir.
3. **Criterios de Cumplimiento:** Reglas verificables (puntos de prueba) que permiten evaluar si un sitio es accesible.
4. **Técnicas:** Documentación sobre cómo implementar o fallar cada criterio.

Este documento técnico constituye el estándar de facto a nivel global en materia de inclusión digital, siendo adoptado por legislaciones internacionales como el estándar europeo EN 301 549 y, a nivel local, por el Manual de Accesibilidad Web para la Administración del Estado en Chile [7]. Su masiva adopción y principal fortaleza radican en su enfoque agnóstico respecto a la tecnología y en la provisión de métri-

cas de conformidad objetivas, binarias y fácilmente automatizables mediante software de auditoría (como Lighthouse o hachas de validación), lo que facilita el control de calidad estructural del código fuente y asegura la compatibilidad con tecnologías de asistencia tradicionales [18].

Sin embargo, el estándar presenta debilidades críticas cuando se examina bajo el prisma de la geronteología. Al haber sido diseñado con un enfoque biomédico centrado en discapacidades severas y discretas (ceguera total, sordera, inmovilidad motriz), las WCAG 2.1 fallan en modelar el declive funcional sutil, progresivo y multidimensional característico del envejecimiento normal [6]. El usuario mayor raramente experimenta una pérdida total de un sentido, sino una degradación combinada: pérdida simultánea de sensibilidad al contraste, disminución de la memoria de trabajo a corto plazo y reducción en la velocidad de procesamiento motor [6, 2].

Consecuentemente, la mayor debilidad de las WCAG 2.1 es su desconexión con la Experiencia de Usuario (UX) real. Un sitio web gubernamental puede alcanzar una conformidad técnica perfecta (Nivel AA) al carecer de errores sintácticos en su código, pero seguir siendo humanamente inoperable para una persona mayor si el flujo transaccional es excesivamente ramificado, si los mensajes de error inducen ansiedad o si la interfaz plano (*flat design*) carece de pistas visuales explícitas de interacción [14]. Esta insuficiencia estructural es la que determina que el cumplimiento formal de la norma no garantice la autonomía digital efectiva del segmento evaluado [16].

2.2.3. Principios de Accesibilidad (POUR)

El estándar se articula bajo el acrónimo **POUR**, que define cuatro principios esenciales que todo contenido web debe cumplir para ser considerado accesible:

- **Perceptible:** La información y los componentes de la interfaz de usuario deben ser presentados de tal manera que los usuarios puedan percibirlos con sus sentidos. No puede ser invisible para todos sus sentidos (ej. texto alternativo para imágenes).
- **Operable:** Los componentes de la interfaz de usuario y la navegación deben ser operables. La interfaz no puede requerir una interacción que un usuario no pueda realizar (ej. navegación exclusiva por teclado).
- **Comprensible:** La información y el manejo de la interfaz de usuario deben ser comprensibles. El contenido no debe estar más allá del entendimiento del usuario (ej. lenguaje claro y navegación predecible).
- **Robusto:** El contenido debe ser lo suficientemente robusto como para que pueda ser interpretado de manera fiable por una amplia variedad de agentes de usuario, incluyendo tecnologías de asistencia (ej. lectores de pantalla).

2.2.4. Niveles de Conformidad

Para medir el éxito de la implementación, las WCAG definen tres niveles de conformidad:

- **Nivel A:** El nivel mínimo de accesibilidad. Si no se cumple, algunos grupos de usuarios encontrarán imposible acceder al contenido.
- **Nivel AA:** El nivel intermedio y el estándar más aceptado legalmente a nivel global. Elimina las barreras de accesibilidad más comunes.
- **Nivel AAA:** El nivel más alto y exigente. Proporciona una experiencia óptima, aunque es difícil de alcanzar para todo tipo de contenidos.

2.3. Marco Normativo y Legal en Chile

La implementación de la accesibilidad web en Chile no constituye únicamente una recomendación técnica, sino un mandato legal orientado a garantizar la igualdad de oportunidades y la participación ciudadana. Esta sección detalla los pilares jurídicos y técnicos que obligan a los organismos del Estado a proveer interfaces inclusivas.

2.3.1. Legislación y Estándares Técnicos de Accesibilidad

El marco jurídico fundamental se establece en la Ley N° 20.422, la cual establece normas sobre igualdad de oportunidades e inclusión social de personas con discapacidad. Esta normativa determina que los organismos estatales deben asegurar que la información pública y los servicios en línea sean accesibles, eliminando barreras que impidan el ejercicio de derechos por parte de grupos vulnerables, incluyendo a las personas mayores con disminuciones funcionales asociadas a la edad [2].

Para operativizar este mandato legal, la División de Gobierno Digital —dependiente del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (SEGPRES)— publicó el *Manual de Accesibilidad Web para la Administración del Estado* (2022), cuyo cumplimiento es obligatorio para la Administración del Estado [7]. Este documento adapta las pautas internacionales *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG 2.1) al contexto chileno, exigiendo un Nivel de Conformidad AA [7, 18].

El detalle técnico de este Manual se estructura directamente sobre los principios del estándar POUR, pero adaptando sus criterios operativos al contexto de los servicios públicos chilenos mediante tres ejes obligatorios de implementación [7]:

- **Declaración de Conformidad Coherente:** Exige a las instituciones públicas realizar auditorías técnicas y visibilizar explícitamente su nivel de cumplimiento normativo en los accesos principales de sus plataformas oficiales.
- **Estandarización de Componentes Críticos:** Detalla directrices específicas para elementos transaccionales del Estado, tales como la legibilidad y contraste de textos (criterio 1.4.3 de WCAG), la correcta estructuración de etiquetas en formularios de postulación a beneficios y la accesibilidad de documentos descargables como certificados en formato PDF.
- **Mecanismos de Salvaguarda Digital:** Obliga a proveer canales alternativos de asistencia ciudadana en caso de que un flujo web crítico presente fallas técnicas insalvables que impidan la operación autónoma del usuario.

Esta caracterización detallada del Manual constituye el pilar técnico que justifica su uso directo en las secciones posteriores de esta investigación, donde sus métricas operativas son integradas en la matriz heurística utilizada para evaluar la suficiencia de los entornos transaccionales del Estado [7].

2.3.2. Marco para la Alfabetización y Autonomía Digital

El marco institucional para la alfabetización digital en Chile está conducido principalmente por iniciativas del Servicio Nacional del Adulto Mayor (SENAMA) y el Ministerio de Desarrollo Social y Familia, cuyo objetivo formal es transitar desde la reducción de la brecha de primer nivel (acceso físico a infraestructura y conectividad) hacia el desarrollo de competencias digitales críticas que permitan un uso seguro y responsable de las herramientas web [8, 2]. Operativamente, este marco se materializa a través de programas de capacitación presenciales y guías asistidas dirigidas a personas de 60 años o más que mantengan un grado de autovalencia básico [16]. Si bien estas iniciativas se llevan a cabo anualmente a nivel nacional y registran

tasas de éxito locales donde el 90,3 % de los instruidos alcanza niveles altos de autonomía guiada [16], su alcance real es limitado: la cobertura de los talleres es focalizada, comunal y dependiente de la voluntad de asistencia del usuario, dejando desprotegida a la población mayor rural o con movilidad reducida que vive sola y que hoy representa el 40 % de los hogares desconectados del país [2].

Esta limitación operativa enlaza directamente con la problemática central de esta investigación y evidencia un descalce normativo crítico. Mientras las políticas de alfabetización de SENAMA asumen que el desarrollo de capacidades es un deber progresivo del ciudadano, las plataformas transaccionales del Estado —reguladas de forma aislada por el Manual de Accesibilidad Web— imponen interfaces rígidas y flujos de autenticación complejos (como la ClaveÚnica) bajo el supuesto de que el usuario ya posee competencias nativas [2, 7]. Por tanto, el esfuerzo formativo institucional se vuelve insuficiente en la práctica: no existe una articulación que obligue a los órganos públicos a diseñar interfaces que se adapten al nivel real de los usuarios formados por SENAMA. Al no vincularse el avance pedagógico con el estándar técnico de desarrollo de software, la brecha de segundo nivel persiste, forzando al adulto mayor a delegar sus trámites esenciales y anulando la autonomía digital que el propio marco legal chileno busca promover [5, 8].

2.4. Gerontecnología y Factores de Interacción en el Usuario Mayor

La gerontecnología analiza la relación entre el envejecimiento y el diseño tecnológico para fomentar la participación social. En este contexto, la autonomía no depende solo de la capacidad física, sino de la confianza y el entendimiento del entorno digital.

2.4.1. Barreras Sensoriales y Cognitivas

El envejecimiento conlleva alteraciones que impactan en la Interacción Humano-Computador (HCI). Sensorialmente, la disminución de agudeza visual y sensibilidad al contraste dificulta la lectura de textos pequeños o elementos con bajo contraste [5]. Motrizmente, la pérdida de precisión complica tareas como clics en elementos reducidos o el uso de funciones de desplazamiento excesivo [4]. No obstante, la barrera más crítica es la cognitiva; interfaces con alta densidad de información o navegación poco específica aumentan la carga mental, provocando desorientación y una sensación de estar sobrepasado por la tecnología [2].

2.4.2. Falta de Confianza, Miedo al Error y Seguridad Percibida

La principal limitante para la autonomía digital radica en la falta de autoeficacia y el **miedo al error**. Según la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, las personas mayores suelen manifestar inseguridad ante la posibilidad de cometer equivocaciones que tengan consecuencias financieras o legales reales [2]. Este sentimiento se traduce en una desconfianza hacia la legitimidad de los sitios (**temor al fraude**) y en la percepción de que los sistemas son innecesariamente complejos [5].

No obstante, es imperativo señalar que esta barrera psicológica experimentó una contracción significativa impulsada por la crisis sanitaria del COVID-19. La pandemia actuó como un catalizador forzoso que impulsó la adopción tecnológica en este segmento, logrando que una parte considerable de las personas mayores superara la resistencia inicial y el desinterés ante la necesidad crítica de mantener la conectividad y acceder a servicios básicos. A pesar de este avance en la disposición al uso y la disminución del rechazo actitudinal, el temor al error técnico en plataformas transaccionales estatales persiste como un residuo crítico de la brecha de segundo nivel que impide la autonomía plena [8].

Esta inseguridad alimenta la **brecha digital de segundo nivel**, donde el usuario, pese a tener acceso

a internet, opta por la delegación de tareas a terceros para evitar el riesgo percibido [8]. Por lo tanto, la accesibilidad estatal debe entenderse como la creación de entornos seguros que minimicen el temor del usuario y validen su capacidad de operar sin asistencia [16].

2.4.3. Experiencia de Usuario (UX) y Elementos Distintivos de Diseño Gerontecnológico

En el ámbito de la Interacción Humano-Computador (HCI), es imperativo establecer una distinción conceptual: el cumplimiento técnico de los estándares de accesibilidad no equivale inherentemente a una buena Experiencia de Usuario (UX). Mientras que la accesibilidad asegura que las personas mayores puedan percibir y operar físicamente la interfaz (mediante contraste adecuado o compatibilidad con lectores de pantalla), la UX evalúa la carga cognitiva, la confianza y la eficiencia del flujo de tareas durante la interacción, considerando las barreras particulares que imponen los paradigmas de diseño actuales [6].

Para que un portal estatal garantice la autonomía digital de la tercera edad, el estado del arte en gerontecnología exige incorporar elementos distintivos de diseño que mitiguen el declive cognitivo y la ansiedad tecnológica, especialmente ante interfaces móviles y tendencias de diseño plano (*flat design*). Entre los lineamientos críticos actualizados se destacan [6, 14]:

- **Gestión de la Carga Cognitiva y Memoria de Trabajo:** El diseño debe minimizar la cantidad de información que el usuario necesita retener simultáneamente. Se recomiendan flujos de navegación lineales y secuenciales (un concepto por pantalla) en lugar de interfaces con alta densidad de datos o arquitectura de información ramificada.
- **Affordances Explícitas y Etiquetado Textual:** Las personas mayores presentan mayores tiempos de respuesta ante componentes interactivos ambiguos o elementos planos que carecen de pistas visuales de profundidad. Los elementos cliqueables deben parecer físicamente botones interactivos. Asimismo, el uso de iconografía abstracta (como el menú hamburguesa) carece de mapas mentales en este segmento, por lo que todo icono debe estar invariablemente acompañado de una etiqueta de texto descriptiva.
- **Navegación y Orientación Espacial:** El temor a “perderse” dentro de un portal o no saber cómo retroceder es una causa principal de abandono del trámite. La interfaz debe incluir rutas de navegación explícitas (*breadcrumbs*), botones de “Volver al inicio” altamente visibles y evitar la apertura inesperada de nuevas pestañas en el navegador, lo cual desorienta al usuario al deshabilitar el botón de retroceso nativo.
- **Retroalimentación y Prevención de Errores Constructiva:** Ante el profundo miedo a cometer errores con consecuencias legales o financieras, el sistema debe proporcionar confirmaciones claras antes de ejecutar acciones críticas. Si ocurre un error, los mensajes deben evitar el uso de códigos técnicos, ofreciendo en su lugar instrucciones en lenguaje ciudadano sobre cómo solucionar el problema de manera inmediata.

La omisión de estos elementos distintivos en la arquitectura de información gubernamental es lo que transforma un sitio técnicamente accesible bajo la normativa en una plataforma humanamente inoperable para la persona mayor.

2.5. Gobierno Digital y Ecosistema de Trámites en Chile

La digitalización del Estado chileno ha buscado centralizar servicios para aumentar la eficiencia administrativa, sin embargo, esta transición ha generado nuevos desafíos de inclusión para quienes no poseen competencias digitales avanzadas.

2.5.1. La ClaveÚnica y el Acceso a Servicios Críticos

El pilar de la identidad digital en Chile es la **ClaveÚnica**, un sistema de autenticación centralizado que permite acceder a cientos de servicios gubernamentales. Si bien simplifica la gestión para el usuario digitalizado, para la persona mayor constituye una barrera crítica de entrada; la pérdida de la contraseña o la complejidad del proceso de recuperación suelen ser puntos de abandono que anulan la autonomía [2].

Las plataformas seleccionadas para este estudio —**ChileAtiende**, el **Registro Civil** y el **Registro Social de Hogares**— representan el núcleo de la red de protección social y trámites de identidad en el país [5]. Estos sitios no solo deben cumplir con el estándar técnico AA de accesibilidad, sino que deben garantizar que el flujo de trámites críticos sea predecible y seguro, dado que son la vía principal para el ejercicio de derechos ciudadanos fundamentales por parte de la población mayor [16].

2.6. Metodologías de Evaluación de Interfaces y Experiencia de Usuario

Para evaluar de manera integral si el cumplimiento normativo técnico es condición suficiente para la autonomía digital, la literatura en Interacción Humano-Computador (HCI) exige adoptar un enfoque metodológico mixto [6]. Esta aproximación combina dos paradigmas complementarios: la inspección de usabilidad ejecutada por evaluadores expertos y la validación empírica con usuarios finales en su contexto de uso habitual [5, 16]. El cotejo sistemático entre los hallazgos del código base y la experiencia de uso real es lo que permite validar la eficacia sustantiva de los estándares de accesibilidad en el Estado [8].

2.6.1. Inspección Experta y Matrices Heurísticas Ad-Hoc

Las metodologías de inspección de interfaces permiten examinar la calidad del software sin requerir la presencia inicial de usuarios. Entre estas técnicas, la *Evaluación Heurística* —introducida por Jakob Nielsen y Rolf Molich en 1990 y sintetizada en los diez principios generales de usabilidad por Nielsen [12]— se consolida como el método de auditoría sistemático más extendido en la ingeniería de software. Consiste en la revisión exhaustiva de un sistema frente a un conjunto de principios de diseño o reglas de usabilidad preestablecidas (heurísticas).

Los diez principios heurísticos clásicos de Nielsen [12] que guían la usabilidad general son:

1. *Visibilidad del estado del sistema*: Mantener al usuario informado mediante retroalimentación oportuna.
2. *Correspondencia entre el sistema y el mundo real*: Emplear lenguaje y conceptos afines al modelo mental del usuario.
3. *Control y libertad del usuario*: Facilitar salidas de emergencia y acciones de deshacer/rehacer.
4. *Coherencia y estándares*: Mantener patrones visuales e interactivos uniformes en todo el portal.
5. *Prevención de errores*: Diseñar interfaces resilientes que eviten la ocurrencia de equivocaciones.
6. *Reconocimiento en lugar de recuerdo*: Minimizar la carga de memoria de trabajo visibilizando opciones e instrucciones.
7. *Flexibilidad y eficiencia de uso*: Proveer atajos para usuarios experimentados sin entorpecer a novatos.
8. *Diseño estético y minimalista*: Eliminar información irrelevante que compita por la atención visual.
9. *Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores*: Desplegar mensajes claros en lenguaje ciudadano sin códigos técnicos.
10. *Ayuda y documentación*: Proporcionar guías o instrucciones contextuales de fácil búsqueda.

A diferencia de una auditoría automatizada basada exclusivamente en software, la inspección heurística humana permite interpretar la coherencia semántica, la predictibilidad de los flujos y la arquitectura de la información en función del modelo mental del usuario objetivo [6, 14].

Sin embargo, la literatura en Interacción Humano-Computador señala que las diez heurísticas tradicionales de Nielsen constituyen un marco de referencia de alto nivel y propósito general [12]. Si bien estos principios permiten identificar fallas globales de usabilidad, resultan insuficientes para auditar ecosistemas complejos o interfaces dirigidas a poblaciones con requerimientos de interacción específicos, tales como las personas mayores [6, 14].

Para abordar esta limitación, la metodología de evaluación por inspección contempla el diseño de *matrices heurísticas ad-hoc* mediante un proceso formal de *operacionalización* [6]. La operacionalización se define como el procedimiento analítico que traduce principios conceptuales abstractos en indicadores técnicos, concretos y verificables en el código fuente de una plataforma [7, 18]. En el ámbito de la geronteología, esta adaptación resulta indispensable por tres razones fundamentadas en la literatura:

- **Multidimensionalidad del declive funcional:** A diferencia de las auditorías de accesibilidad tradicionales enfocadas en discapacidades severas discretas, el diseño gerontecnológico requiere operacionalizar criterios que evalúen el declive combinado (sensorial, motor y cognitivo) característico del envejecimiento normal [6].
- **Pertinencia del entorno transaccional:** Permite filtrar requisitos normativos de código que carecen de impacto directo en flujos burocráticos o de formularios públicos, focalizando la inspección en los puntos críticos de interacción [7, 15].
- **Verificabilidad y objetividad del control:** Facilita la medición binaria de conformidad (Cumple / No Cumple) respecto a estándares oficiales de desarrollo (como WCAG 2.1), asegurando la replicabilidad de la auditoría técnica previo al trabajo de campo [7, 18].

De este modo, la literatura justifica que la inspección en dominios específicos no debe limitarse a la aplicación ciega de heurísticas genéricas, sino estructurarse sobre instrumentos especializados que triangulen las normas de accesibilidad vigentes con las capacidades y barreras reales del usuario objetivo [6, 15].

2.6.2. Pruebas de Usabilidad Empíricas y Contexto Ecológico

A diferencia de la auditoría técnica, las pruebas de usabilidad empíricas evalúan la interacción directa de las personas mayores con los portales estatales seleccionados [5]. Este enfoque permite registrar métricas objetivas de desempeño (como la tasa de completitud y los tipos de error) y capturar factores cualitativos asociados a la carga mental y el miedo al error [16].

En geronteología, es crítico ejecutar estas sesiones en un *contexto ecológico*, es decir, en las viviendas o entornos naturales cotidianos de los participantes [6]. Evaluar al adulto mayor con sus propios dispositivos, navegadores y conexiones a internet mitiga la “ansiedad de laboratorio” (el estrés psicológico de sentirse examinado en una institución ajena), garantizando que los datos sobre la usabilidad real y la autonomía observada reflejen fidedignamente la experiencia cotidiana del ciudadano frente al Estado [8].

2.6.3. Medición de Usabilidad Percibida: Escala Likert y Cuestionario SUS

Las métricas objetivas de ejecución —tales como la tasa de éxito o los tiempos de completitud— deben complementarse necesariamente con la evaluación de la experiencia subjetiva y la carga percibida por el usuario. Para registrar esta dimensión cualitativa, la investigación en Interacción Humano-Computador

(HCI) recurre a instrumentos psicométricos estructurados sobre la *Escala Likert*, desarrollada por Rensis Likert en 1932.

La escala Likert es un método de medición actitudinal que evalúa el nivel de acuerdo o desacuerdo de una persona frente a una serie de afirmaciones (reactivos). Se caracteriza por ofrecer un rango impar de opciones ordenadas de forma simétrica alrededor de un punto neutro central (por ejemplo, desde 1: *Totalmente en desacuerdo* hasta 5: *Totalmente de acuerdo*). Desde la perspectiva metodológica de HCI y la gerontecnología, el empleo de una escala Likert de 5 puntos presenta ventajas críticas:

- **Cuantificación de la Actitud Subjetiva:** Permite traducir percepciones abstractas —como la frustración, el miedo al error o la confianza en la plataforma— en valores numéricos continuos aptos para el análisis estadístico.
- **Equilibrio Cognitivo para la Tercera Edad:** A diferencia de las escalas de 7 o 10 puntos, la graduación en 5 niveles reduce la fatiga y la carga mental de decisión en adultos mayores, previniendo la dispersión de respuestas sin sacrificar la sensibilidad psicométrica del instrumento.
- **Neutralidad y Expresividad:** La presencia de un punto medio (nivel 3: neutro / indeciso) evita forzar elecciones sesgadas cuando el participante no tiene una postura categórica respecto a un componente visual o funcional específico.

Las métricas objetivas de ejecución deben complementarse con la medición de la satisfacción subjetiva [6]. Para este propósito, el instrumento estandarizado de mayor adopción en la industria y la academia es el *System Usability Scale* (SUS), desarrollado por John Brooke [3].

El SUS es un cuestionario psicométrico de 10 reactivos basado en una escala Likert de 5 puntos, diseñado para evaluar la usabilidad percibida de forma global e independiente del sistema [3]. Su diseño metodológico destaca por tres características:

- **Alternancia de Formulación:** Los reactivos alternan sistemáticamente entre afirmaciones positivas (ítems impares) y negativas (ítems pares), previniendo el sesgo de respuesta aquiescente o la marcación por inercia [3].
- **Estructura Multidimensional:** A pesar de consolidar una nota única (de 0 a 100 puntos), las preguntas cubren la eficacia, la eficiencia y la carga cognitiva percibida por el usuario.
- **Confiabilidad en Muestras Pequeñas:** Mantiene una alta consistencia interna ($\alpha \approx 0,91$) incluso en evaluaciones cualitativas reducidas ($N \geq 5$), permitiendo discriminar con precisión entre interfaces utilizables y plataformas inoperables [13].

En el marco de este estudio, el SUS resulta clave para medir la *autoeficacia percibida* [16]. Dado que el usuario mayor suele culparse a sí mismo ante los fallos del sitio, aplicar el SUS inmediatamente al finalizar la tarea permite registrar la confusión o frustración provocada por el sistema sin interferir con la navegación en vivo.

CAPÍTULO 3

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Este capítulo describe el diseño metodológico para determinar si el cumplimiento de los estándares de accesibilidad web chilenos garantiza la autonomía digital de personas mayores. La solución propuesta se articula en dos fases: una inspección técnica basada en una matriz heurística y una validación empírica mediante pruebas de usabilidad en contexto ecológico.

3.1. Marco Metodológico de la Propuesta

La presente investigación adopta un enfoque metodológico mixto, de alcance descriptivo-evaluativo y diseño secuencial. Esta decisión metodológica responde directamente a la naturaleza del objetivo general del estudio, el cual exige analizar dos dimensiones complementarias, pero no equivalentes, del fenómeno de estudio: por una parte, el cumplimiento técnico de los estándares de accesibilidad web exigidos a los portales del Estado, susceptible de una evaluación objetiva y verificable mediante inspección heurística; y, por otra, la autonomía digital efectiva de las personas mayores, dimensión que sólo puede capturarse mediante la observación directa de su interacción real con dichas plataformas. El carácter secuencial del diseño —primero la inspección técnica y luego la validación empírica— permite que los hallazgos de la primera fase sirvan de marco interpretativo para las barreras observadas en la segunda, posibilitando el contraste sistemático entre norma y práctica que constituye el eje central de esta memoria.

Para garantizar la coherencia del estudio, la estructura metodológica que se detalla a continuación se diseñó como un reflejo directo de los objetivos planteados en esta investigación. De este modo, cada fase del marco metodológico se orienta a dar cumplimiento estricto a las metas propuestas, articulando secuencialmente el diseño de la matriz heurística para la inspección técnica y el protocolo de validación empírica en terreno. Este ordenamiento permite contrastar de forma sistemática la conformidad teórica del código frente a la experiencia real de uso, proporcionando las métricas necesarias para evaluar de manera integral el nivel de autonomía que las plataformas del Estado garantizan al usuario mayor.

1. **Fase de Inspección Técnica (Heurística):** Antes de la interacción con usuarios, se realizará una auditoría a los sitios web seleccionados. Esta evaluación es ejecutada de manera íntegra por el autor de esta investigación en su rol de evaluador único, aplicando el instrumento de forma sistemática. Para mitigar el sesgo individual, los criterios de inspección fueron calibrados bajo la supervisión del profesor guía. Esta fase utiliza una matriz de verificación basada en el *Manual de Accesibilidad Web 2022* y las pautas WCAG 2.1 [18, 2], con el propósito de detectar fallas de diseño y barreras técnicas que la normativa chilena ya exige corregir.
2. **Fase de Validación Empírica (Pruebas de Usabilidad):** De forma independiente y complementaria a la inspección técnica, se ejecutará una evaluación basada en la observación directa de personas mayores interactuando con trámites reales en contexto ecológico. Siguiendo los estándares metodológicos del Laboratorio de Experiencia Usaria (LabUX), esta etapa recopila datos en terreno para analizar cómo factores cualitativos —tales como la carga cognitiva, la frustración y el miedo al error— restringen el éxito de la tarea y la autonomía del usuario, capturando barreras críticas que el cumplimiento formal del estándar técnico no logra registrar [16, 5].

Este orden secuencial asegura que los resultados de la revisión técnica sirvan como base para interpretar las frustraciones o dificultades que los participantes enfrenten durante las pruebas en vivo.

3.2. Diseño del Instrumento de Evaluación: Matriz Heurística

El núcleo operativo de la solución propuesta consiste en el diseño y desarrollo de una *Matriz Heurística de Accesibilidad Gerontecnológica*. Este instrumento fue desarrollado de forma propia ante la ausencia de un marco metodológico estandarizado en Chile que evalúe simultáneamente el cumplimiento del código y la interacción del usuario mayor.

El proceso de construcción y justificación del instrumento se articuló en tres etapas secuenciales:

1. **Extracción y Mapeo Normativo:** Se realizó una revisión exhaustiva de los criterios de éxito de los niveles A y AA de las pautas internacionales WCAG 2.1 [18] y de las directrices de la Guía Técnica SENADIS 2022 [15]. A partir de este universo normativo, se seleccionaron únicamente los requisitos técnicos con impacto directo en interfaces transaccionales y de formularios gubernamentales [7].
2. **Criterios de Selección Gerontecnológica:** La inclusión de cada punto de control se justificó cruzando la norma técnica con la evidencia empírica de la literatura sobre Interacción Humano-Computador. Por ejemplo, el criterio de *Cambio de tamaño de texto* (1.4.4) se incluyó para abordar la barrera de degradación visual de la muestra, mientras que el criterio de *Prevención de errores* (3.3.4) opera como el eje de control para mitigar la ansiedad y el miedo al error detectado en el diagnóstico [6, 14].
3. **Criterios de Exclusión Metodológica:** Para garantizar la viabilidad y especificidad de la auditoría, se aplicó un filtro estricto de exclusión sobre aquellos requisitos de las WCAG 2.1 que no inciden en el flujo de trámites del Estado. Se descartó por completo el Principio 1.2 (Medios temporizados) debido a la carencia de pertinencia transaccional, dado que portales como el Registro Social de Hogares o el Registro Civil operan mediante flujos de texto estático y formularios, prescindiendo de contenido multimedia sincronizado (ej. subtítulos de video, criterio 1.2.2). Asimismo, se excluyeron directrices de hardware avanzado o gestos complejos (ej. gestos de puntero multipunto, criterio 2.5.1), ya que la interacción pública digital en este segmento se reduce a navegación secuencial por teclado y clics simples, evitando desviar el foco del declive cognitivo transaccional [7, 14].

A partir de este marco regulatorio y sociotécnico, se seleccionó un conjunto condensado de 14 puntos críticos de control para estructurar el instrumento. Esta selección constituye el resultado de un proceso analítico de ingeniería de requisitos guiado por tres criterios metodológicos fundamentales: la pertinencia transaccional, el impacto en el declive funcional y la objetividad de la auditoría. En primer lugar, la pertinencia transaccional determinó la inclusión exclusiva de aquellos criterios de las WCAG 2.1 que inciden directamente en el flujo de formularios y la obtención de documentos estatales, justificando la exclusión exhaustiva de pautas asociadas a elementos multimedia sincronizados o restricciones de tiempo, dado que portales como el Registro Civil o ChileAtiende operan sobre interfaces transaccionales estáticas. En segundo lugar, el impacto en el declive funcional vinculó cada punto de control con las barreras psicofísicas de la tercera edad documentadas en la literatura gerontecnológica; esto explica la priorización de los criterios de *Contraste Mínimo* (1.4.3) y *Cambio de tamaño de texto* (1.4.4) para abordar la degradación visual normal, así como el criterio de *Prevención de Errores* (3.3.4) para mitigar de forma directa la ansiedad y el miedo al error procedimental del usuario. Finalmente, el criterio de objetividad garantizó la selección de pautas cuyas métricas de conformidad fuesen binarias y técnicamente verificables. Bajo esta misma lógica de diseño, el instrumento prioriza la resiliencia estructural de la interfaz frente a navegadores comunes por sobre la compatibilidad avanzada con tecnologías de asistencia especializadas —como lectores de pantalla para ceguera total—, dado que la tasa de adopción de estas herramientas es mínima en adultos mayores autoválidos, concentrando los esfuerzos de inspección en la correcta interpretación sintáctica del código estándar y la robustez de los elementos interactivos comerciales que impactan directamente en el uso cotidiano.

Para asegurar la fiabilidad de la matriz antes de su aplicación en los portales seleccionados, el instrumento se sometió a un proceso de **validación por juicio de expertos y prueba piloto**. La estructura de las columnas de análisis y la pertinencia de los 14 puntos críticos seleccionados fueron revisadas y visadas por el profesor guía del proyecto en base a las directrices metodológicas del Laboratorio de Experiencia Usua-

ria (LabUX). Posteriormente, se ejecutó una auditoría piloto sobre una sección aislada de la plataforma ClaveÚnica para calibrar la objetividad de los estados de conformidad (Cumple, No Cumple, No Aplica), garantizando que las evaluaciones posteriores fueran replicables y no dependieran del sesgo subjetivo del evaluador.

3.2.1. Estructura y Componentes del Instrumento

Para asegurar que la inspección sea sistemática y replicable, la matriz se articula en torno a columnas analíticas que permiten trazar de manera directa la falla en el código con su consecuencia en la experiencia del usuario. Las cinco dimensiones de análisis son:

- **ID y Principio de Conformidad:** Identificador oficial trazable al estándar internacional (ej., *1.4.3 Contraste*).
- **Requisito Técnico (Norma Chilena):** Descripción operativa del estándar adaptada al contexto nacional, detallando qué elementos de la interfaz estatal deben verificarse.
- **Impacto en la Autonomía (Usuario Mayor):** Justificación gerontecnológica que explica cómo el incumplimiento técnico margina al adulto mayor (ej. dependencia exclusiva del ratón).
- **Estado de Conformidad:** Registro metódico de cumplimiento (Cumple [C], No Cumple [NC], No Aplica [NA]).
- **Observaciones:** Apartado destinado a documentar la evidencia y capturas de pantalla de la falla específica.

Por otro lado, para garantizar la viabilidad y el enfoque gerontecnológico de la auditoría, se aplicaron estrictos criterios de exclusión para descartar aquellos requisitos normativos de las WCAG 2.1 (Niveles A y AA) que no tienen incidencia directa en el flujo transaccional de un usuario mayor frente al Estado. Los criterios de exclusión aplicados fueron:

- **Carencia de pertinencia transaccional:** Se excluyeron todos los criterios relacionados con contenido multimedia y medios temporizados (Principio 1.2 de WCAG), dado que los ecosistemas de trámites como el Registro Civil o el RSH se basan en arquitectura de formularios estáticos y textos legales, careciendo de contenido de audio o video sincronizado. Un ejemplo de esto es la exclusión del *Criterio 1.2.2 (Subtítulos)*, el cual es obligatorio por norma, pero inaplicable al objeto de estudio.
- **Baja criticidad en la brecha gerontecnológica:** Se omitieron directrices enfocadas en interacciones de hardware avanzado o gestos complejos que rara vez se implementan en las interfaces de gobierno tradicional. Por ejemplo, se descartó el *Criterio 2.5.1 (Gestos del puntero)*, ya que los flujos de ClaveÚnica o descarga de cartolas operan mediante clics simples y navegación secuencial, no requiriendo acciones de arrastre multipunto o trayectorias complejas que afecten de forma exclusiva la motricidad del adulto mayor.

Esta delimitación metodológica asegura que la Matriz Heurística resultante (ver Tabla 1) no sea una simple lista de chequeo de código, sino un instrumento altamente especializado en detectar las barreras que efectivamente destruyen la autonomía digital en la tercera edad.

Tabla 1: Matriz Heurística de Accesibilidad Gerontecnológica (14 Puntos Críticos). Elaboración propia.

Principio	ID	Nivel	Requisito Técnico	Impacto en la Autonomía
Perceptible	1.1.1	A	Todo elemento no textual (imágenes, íconos, botones gráficos) debe tener una alternativa textual que describa su función.	Permite a usuarios que dependen de lectores de pantalla entender la interfaz.

Continúa en la siguiente página...

Tabla 1 – *Continuación de la página anterior*

Principio	ID	Nivel	Requisito Técnico	Impacto en la Autonomía
Perceptible	1.3.1	A	La estructura de la página (títulos, listas, formularios) debe estar marcada correctamente en el código para ser interpretada por tecnologías de asistencia.	Permite que el usuario identifique secciones lógicas de un trámite sin perderse en el diseño visual.
Perceptible	1.4.3	AA	El texto debe tener una relación de contraste de al menos 4.5:1 (o 3:1 para textos de 18pt o 14pt en negrita).	Compensa la pérdida de sensibilidad al contraste cromático propia del envejecimiento.
Perceptible	1.4.4	AA	El sitio debe permitir aumentar el zoom hasta un 200 % sin que los textos se superpongan o se pierda funcionalidad.	Resuelve directamente la barrera de “letra muy pequeña” detectada en la encuesta de caracterización.
Perceptible	1.4.10	AA	Al hacer zoom, el contenido debe reorganizarse en una sola columna para evitar el desplazamiento horizontal (scroll lateral).	Evita la desorientación espacial y reduce el esfuerzo motor para navegar trámites largos.
Operable	2.1.1	A	Todas las funciones (botones, links, campos) deben ser utilizables mediante la tecla Tab y Enter, sin requerir el uso del mouse.	Vital para usuarios con temblores o pérdida de precisión en la motricidad fina.
Operable	2.4.3	A	Al navegar con el teclado, el foco debe seguir un orden lógico (normalmente de izquierda a derecha y de arriba a abajo).	Previene la confusión y el sentimiento de estar “abrumado” al mantener una secuencia predecible.
Operable	2.4.4	A	El texto de los enlaces debe indicar su destino de forma clara (ej. “Descargar Cartola Hogar”) sin depender del contexto.	Elimina la incertidumbre ante links poco específicos, permitiendo una navegación segura.
Operable	2.4.7	AA	El elemento que tiene el foco debe resaltarse visualmente de forma clara (ej. un borde grueso de color contrastante).	Permite que el usuario sepa siempre en qué parte del formulario está posicionado.
Comprensible	3.2.3	AA	Los menús y elementos de navegación que se repiten deben aparecer siempre en el mismo lugar y orden relativo.	Genera un entorno familiar que reduce la frustración y la sensación de inseguridad tecnológica.
Comprensible	3.3.2	A	Los campos de entrada deben tener etiquetas visibles e instrucciones claras sobre el formato esperado (ej. fecha: DD/MM/AAAA).	Guía el proceso de llenado disminuyendo la carga mental y la probabilidad de cometer errores.
Comprensible	3.3.3	AA	Si el usuario comete un error, el sistema debe indicar específicamente dónde está y sugerir cómo corregirlo.	Reduce el estrés y evita que el usuario abandone el trámite por no saber cómo continuar.
Comprensible	3.3.4	AA	Para trámites legales o financieros, el sistema debe permitir revisar y confirmar los datos antes del envío final.	Mitiga el “miedo al error” y la inseguridad ante la posibilidad de consecuencias legales o financieras.

Continúa en la siguiente página...

Tabla 1 – *Continuación de la página anterior*

Principio	ID	Nivel	Requisito Técnico	Impacto en la Autonomía
Robusto	4.1.2	A	Los componentes de la interfaz (botones, campos) deben tener nombres y funciones que las tecnologías de asistencia puedan identificar.	Asegura que el sistema entregue retroalimentación coherente a las acciones del usuario.

3.3. Portales Seleccionados y Escenarios de Tarea

Para la ejecución de la auditoría técnica y las pruebas empíricas en terreno, se seleccionaron tres plataformas gubernamentales de alta demanda ciudadana. Estas interfaces representan puntos de contacto críticos para la autonomía digital de la población mayor en Chile, abarcando trámites esenciales de previsión social, identificación e información socioeconómica.

3.3.1. Portal ChileAtiende (Pensión Garantizada Universal)

La plataforma ChileAtiende constituye la puerta de entrada principal a los beneficios del Estado. Para la evaluación se analizó el flujo de consulta de requisitos e postulación a la Pensión Garantizada Universal (PGU), un trámite crítico de alta concurrencia en la tercera edad.

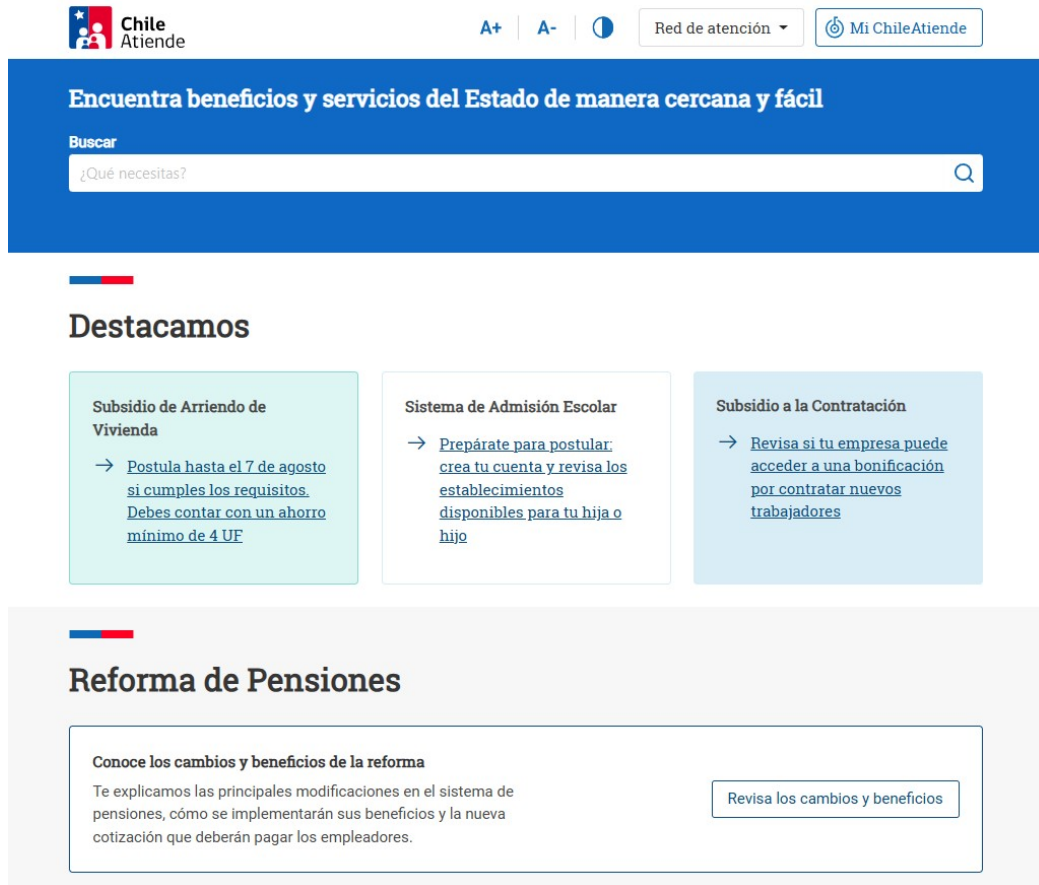


Figura 1: Interfaz principal y buscador del portal ChileAtiende.

Como se aprecia en la Figura 1, la interfaz destaca por el uso de una barra de búsqueda prominente en la cabecera y un diseño con mayor espaciado visual. No obstante, la presentación de noticias institucionales y bloques informativos contiguos puede generar distracciones visuales que ralentizan la localización del buscador principal por parte de usuarios con visión reducida o menor alfabetización digital.

3.3.2. Servicio de Registro Civil e Identificación

El portal del Registro Civil e Identificación se seleccionó por ser la plataforma encargada de proveer certificados oficiales requeridos para trámites de salud, vivienda y asignación familiar. Se evaluó el flujo de obtención y descarga del Certificado de Nacimiento gratuito.



Figura 2: Portal de solicitud de certificados del Registro Civil.

Fuente: Captura obtenida durante la evaluación.

En la Figura 2 se observa una interfaz con alta densidad cromática y tipográfica. La plataforma emplea el patrón de interfaz del “Carro de Certificados” situado a la derecha del menú, un mecanismo propio de plataformas de comercio electrónico (*e-commerce*) que no se ajusta al modelo mental del usuario mayor para un trámite gubernamental, dificultando la detección de los pasos requeridos para finalizar el proceso.

3.3.3. Registro Social de Hogares (RSH)

El Registro Social de Hogares, dependiente del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, es la plataforma de caracterización socioeconómica determinante para acceder a la mayoría de los subsidios estatales. La evaluación se centró en el proceso de autenticación mediante ClaveÚnica y la descarga de la Cartola Hogar.



Figura 3: Pantalla de acceso al Registro Social de Hogares.

Como ilustra la Figura 3, la página de inicio antepone avisos informativos extensos (como el de la Ficha Básica de Emergencia) por sobre los botones de acción para autenticarse e ingresar a la cartola. Esta disposición introduce una carga cognitiva adicional, obligando al usuario a filtrar información secundaria antes de ubicar la funcionalidad requerida.

3.3.4. Definición de Escenarios de Tarea

Para la evaluación empírica, se diseñaron escenarios de tarea que emulan necesidades reales. En cada portal, el usuario deberá completar un flujo transaccional de extremo a extremo:

- **ChileAtiende:** Localizar, verificar y comprobar si se cumplen los requisitos de acceso a la Pensión Garantizada Universal (PGU).
- **Registro Civil:** Gestionar la obtención y descarga de un certificado de nacimiento gratuito para trámites de asignación familiar.
- **Registro Social de Hogares:** Ingresar mediante ClaveÚnica y descargar la Cartola Hogar actualizada.

Para la ejecución de cada escenario, las indicaciones entregadas a las personas mayores se estructuraron bajo un guión de moderación estandarizado que empleó un lenguaje cotidiano, libre de tecnicismos e instrucciones orientativas sobre la interfaz. A cada participante se le presentó una situación hipotética de la vida real (por ejemplo, la necesidad de obtener un certificado o consultar un beneficio) y se le indicó la meta final de la tarea, permitiendo que la navegación ocurriera de forma autónoma y sin guiar sus clics. Con el fin de mitigar la ansiedad frente al sistema, se enfatizó previamente que la evaluación medía la usabilidad de la plataforma gubernamental y no sus capacidades personales. El detalle completo del protocolo de bienvenida, las instrucciones verbales exactas para cada tarea y la pauta de entrevista se encuentran documentados en el [Anexo B](#).

3.4. Protocolo de Validación Empírica en Contexto Ecológico (Trabajo de Campo)

La fase final de la propuesta consiste en la ejecución de pruebas de usabilidad guiadas con usuarios. Si bien estas evaluaciones tradicionalmente se desarrollan en laboratorios controlados, para esta investigación se adoptó un diseño de *contexto ecológico*. En el ámbito de la Interacción Humano-Computador (HCI), esto significa evaluar el software en el entorno real y cotidiano del usuario [6]. En la práctica de esta memoria, las pruebas se realizaron directamente en las viviendas de los participantes, obligándolos a interactuar con los portales del Estado usando sus propios computadores, sus mouses y teclados habituales, sus conexiones a internet domésticas y enfrentando la iluminación y distractores comunes de sus hogares [17].

Esta aproximación es crítica en gerontecnología porque mitiga la “ansiedad de laboratorio”, un fenómeno psicológico que altera el rendimiento cognitivo y motor del adulto mayor cuando se siente observado en un entorno institucional ajeno [6]. De este modo, el enfoque ecológico permite capturar las barreras de usabilidad reales del mundo público digital, manteniendo el rigor métrico mediante la aplicación estricta de los guiones de moderación y estándares de medición del Laboratorio de Experiencia Usaria (LabUX) [17].

3.4.1. Criterios de Selección de la Muestra

El perfil de los participantes se ha definido estrictamente en base a los resultados obtenidos en la *Encuesta de Caracterización del Usuario* ($n = 18$) [17]. Para la ejecución de las pruebas en el laboratorio, se reclutará una muestra presencial de $N = 5$ usuarios mayores. Esta cifra se fundamenta en el modelo matemático de Nielsen y Landauer [13], el cual verifica que en pruebas cualitativas de usabilidad, un grupo de 5 evaluadores permite descubrir aproximadamente el 85 % de los problemas de una interfaz, optimizando la relación entre costo, tiempo y hallazgos relevantes.

Se priorizaron perfiles que representan los puntos críticos de exclusión, aplicando además un filtro de viabilidad técnica:

- **Contacto Tecnológico Base (Alfabetización Funcional):** Los participantes deben poseer conocimientos computacionales básicos (uso de navegador web, teclado y ratón). Se excluyen deliberadamente perfiles con analfabetismo digital absoluto (para no desviar el objeto de estudio hacia la falta de alfabetización) y perfiles expertos que no representarían la brecha gerontecnológica transaccional.
- **Dependencia de Asistencia:** Identificada en la encuesta inicial ($M = 18$), donde el 38,9 % declaró no haber podido completar su último trámite de forma autónoma.
- **Baja Autoeficacia Percibida:** Participantes autocalificados entre los niveles 1 y 3 de autonomía digital (44,4 % de los encuestados).
- **Barreras Emocionales Activas:** Individuos que manifestaron explícitamente “inseguridad” o “miedo a equivocarse”.

Consideraciones Éticas y Privacidad de Datos: Dado que los participantes interactuarán con entornos

transaccionales reales (como el Registro Social de Hogares), todo el proceso de grabación audiovisual y recopilación de métricas se realizará bajo estricto cumplimiento de la Ley N° 19.628 sobre Protección de la Vida Privada. Los datos serán anonimizados, su uso será exclusivamente académico y requerirán la firma del Consentimiento Informado (disponible en el Anexo A) previo a la sesión. El guion de moderación de tareas se detalla en el Anexo B.

Tamaño de la muestra: Es necesario precisar el alcance inferencial de los datos cuantitativos recabados en esta fase. La muestra de $N = 5$ participantes, seleccionada por conveniencia y fundamentada en el criterio de Nielsen y Landauer[13] para la detección temprana de problemas críticos de usabilidad, resulta adecuada para identificar barreras de interacción recurrentes, pero no sustenta generalizaciones estadísticas hacia el total de la población de personas mayores en Chile. En consecuencia, las métricas de ejecución, la escala SEQ y el puntaje SUS adaptado presentados en el Capítulo 4 deben interpretarse con una función descriptiva y complementaria a los hallazgos cualitativos, y no como estimadores poblacionales representativos del segmento etario estudiado.

3.4.2. Entorno Técnico y Consentimiento Informado

Previo a la interacción, se realizará una entrevista inicial de contextualización para medir la autoeficacia percibida. Posteriormente, se procederá a la lectura y firma del consentimiento informado, el cual asegura al participante que la evaluación medirá exclusivamente la calidad de los portales del Estado y que su desempeño no afectará sus beneficios sociales.

Para el levantamiento de datos en terreno, se configuró un entorno de evaluación portátil homologado a las condiciones del LabUX. Las pruebas se realizaron utilizando un computador portátil estándar, procurando un entorno físico tranquilo y familiar para el participante. Durante la ejecución de las tareas, se aplicó el protocolo *Think Aloud* (Pensar en voz alta). Las interacciones, la navegación del ratón y las verbalizaciones de frustración o duda fueron registradas íntegramente mediante un software de grabación de pantalla y captura de audio en segundo plano. Esto permitió documentar las barreras cognitivas en tiempo real sin requerir la infraestructura física de un laboratorio tradicional.

Para asegurar la rigurosidad, estandarización y replicabilidad del experimento, se elaboró un documento de Planificación de Pruebas con Usuarios enfocado en la autonomía digital de personas mayores de 60 años frente a plataformas gubernamentales chilenas. Este instrumento detalla las tres tareas principales, los objetivos específicos de la sesión y el guion estructurado para la moderación. El detalle íntegro de esta planificación operativa se encuentra disponible en el Anexo B. Asimismo, para la evaluación de la experiencia subjetiva, se aplicará el Cuestionario SUS adaptado al perfil gerontecnológico, detallado en el Anexo C.

3.4.3. Métricas de Autonomía Digital

Para evaluar objetivamente la autonomía digital en cada portal, se establecieron umbrales de desempeño cuantitativos y cualitativos adaptados a las capacidades del usuario mayor. Definir estos rangos de referencia antes del análisis permite contrastar el comportamiento observado frente a metas de diseño explícitas:

- **Tasa de Éxito en la Tarea (Efectividad):** Mide la capacidad de completar el flujo transaccional de extremo a extremo. La exigencia del 100% de autonomía para el rango aceptable responde a que los trámites estatales (como la postulación a la PGU o la descarga de la Cartola Hogar) son procesos binarios habilitantes donde la asistencia obligada de terceros vulnera la privacidad y la autodeterminación del ciudadano.

- **Bueno (Autónomo):** Tasa de éxito del 100 % sin requerir asistencia externa ni indicaciones orientativas sobre la interfaz.
- **Regular (Autonomía Asistida):** Completitud de la tarea requiriendo 1 o 2 intervenciones menores para destrabar bucles de navegación, justificable en usuarios con menor alfabetización digital.
- **Malo (No Autónomo / Fracaso):** Abandono de la tarea por frustración, error irrecuperable en el flujo o necesidad de delegar la ejecución total en el evaluador.
- **Satisfacción Percibida (Escala SUS Adaptada):** Evaluada mediante la escala estandarizada de 0 a 100 puntos a partir de la metodología de Brooke [3]. Los umbrales de interpretación adoptados por el laboratorio ($S \geq 68$ para nivel Aceptable, $51 \leq S \leq 67$ para Marginal y $S < 50$ para Inaceptable) se fundamentan en la categorización psicométrica y el estudio empírico de Bangor et al. [1], donde 68 puntos representa la media histórica global del instrumento que determina la aceptabilidad de la interfaz.
 - **Bueno (Aceptable):** Puntaje ≥ 68 puntos. Indica una usabilidad adecuada que no genera fricción cognitiva ni inseguridad en el usuario.
 - **Regular (Marginal):** Puntaje entre 51 y 67 puntos. Denota una interfaz funcionalmente utilizable pero con barreras de navegación que generan dudas y desaceleran el trámite.
 - **Malo (Inaceptable):** Puntaje < 50 puntos. Representa una experiencia de uso altamente frustrante que incentiva el abandono y perpetúa la dependencia digital.
- **Conformidad Técnica de Accesibilidad (Matriz de 14 Puntos Críticos):** Evaluación basada en el cumplimiento de la matriz de inspección de 14 criterios. Los rangos porcentuales corresponden a la distribución directa de los puntajes sobre la masa total de ítems evaluados ($N = 14$):
 - **Bueno ($\geq 85,7\%$):** Corresponde al cumplimiento de 12 a 14 puntos de la matriz. Garantiza que la interfaz cumple con la resiliencia requerida ante barreras de accesibilidad.
 - **Regular (64,2 % a 78,5 %):** Corresponde al cumplimiento de 9 a 11 puntos de la matriz. Refleja fallas puntuales que obligan al usuario a realizar un esfuerzo compensatorio para superar barreras de interacción.
 - **Malo ($< 64,2\%$):** Corresponde a un cumplimiento menor o igual a 8 puntos de la matriz (8/14), evidenciando un incumplimiento severo que compromete el uso independiente del sitio.

3.4.4. Evaluación de Usabilidad Percibida y Cálculo del Puntaje SUS Adaptado

Para medir la experiencia subjetiva y la carga cognitiva del usuario al finalizar los escenarios, se utilizó el *System Usability Scale* (SUS). Dado que el instrumento estándar utiliza terminología técnica que genera sesgos de comprensión en la tercera edad, el cuestionario fue adaptado al lenguaje ciudadano (Ver Tabla 2), manteniendo intacta la estructura de los 10 reactivos para asegurar la validez psicométrica de la escala.

Tabla 2: Cuestionario SUS Adaptado a Perfil Gerontecnológico.

Nº	Afirmación a evaluar (Escala Likert 1 a 5)
1	Me sentiría cómodo/a usando esta página web si tuviera que hacer el trámite de nuevo.
2	Sentí que la página era demasiado enredada o complicada sin necesidad.
3	Me pareció que los pasos a seguir eran claros y fáciles de entender.
4	Siento que necesitaría la ayuda de un familiar o alguien más joven para hacer este trámite.
5	Encontré que la información y los botones de la página estaban bien ordenados.
6	Sentí que la página me confundía porque las cosas cambiaban de lugar o no tenían sentido.
7	Creo que cualquier persona de mi edad podría aprender a usar esta página rápidamente.
8	Me dio miedo equivocarme y hacer algo malo que no pudiera deshacer mientras usaba la página.
9	Me sentí seguro/a y tranquilo/a al ingresar mis datos personales en esta página del Estado.
10	Siento que necesito saber mucho más de computación antes de poder usar esta página solo/a.

Fuente: Elaboración propia en base a Brooke (1996) y directrices de LabUX.

Mecanismo de Transformación y Cálculo del Puntaje Final SUS (S): Para convertir las respuestas individuales de la escala Likert (1: Totalmente en desacuerdo a 5: Totalmente de acuerdo) en una calificación numérica estandarizada de 0 a 100 puntos según el modelo de Brooke[3], se aplica la siguiente regla de conversión sobre los reactivos de cada participante i :

1. **Aporte de preguntas impares (formulaciones positivas: 1, 3, 5, 7, 9):** Se resta 1 a la puntuación asignada por el usuario ($X_k - 1$).
2. **Aporte de preguntas pares (formulaciones negativas: 2, 4, 6, 8, 10):** Se resta el valor seleccionado a 5 ($5 - X_k$).
3. **Escalamiento global (0 a 100 puntos):** Se suman las 10 puntuaciones individuales (cuyo rango bruto es de 0 a 40) y la suma se multiplica por el factor de corrección de 2,5:

$$S_i = \left[\sum_{k \in \text{impares}} (X_k - 1) + \sum_{k \in \text{pares}} (5 - X_k) \right] \times 2,5 \quad (1)$$

La puntuación final S de cada portal estatal corresponde al promedio de los puntajes transformados obtenidos por los participantes ($N = 5$). Este resultado se interpreta bajo los umbrales de usabilidad del laboratorio: nivel **Bueno / Aceptable** ($S \geq 68$), **Regular / Marginal** ($51 \leq S \leq 67$) e **Inaceptable / Deficiente** ($S < 50$).

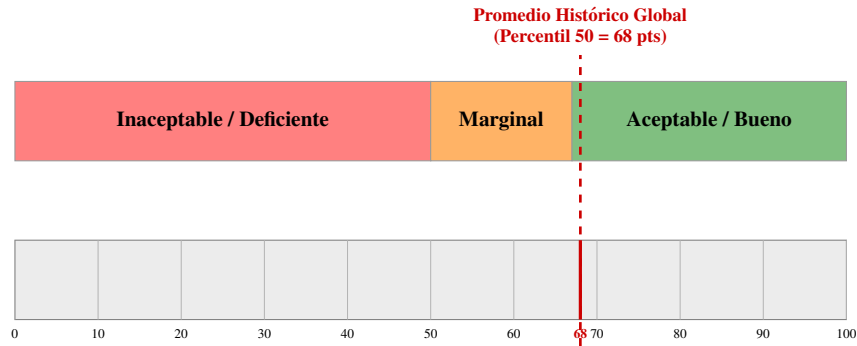


Figura 4: Escala de Interpretación del Puntaje SUS y Rangos de Aceptabilidad.

Fuente: Elaboración propia en base a Bangor et al. [1], Sauro (2011) y directrices de LabUX.

CAPÍTULO 4

VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos tras la aplicación de los instrumentos de evaluación diseñados. El objetivo es contrastar empíricamente el nivel de cumplimiento de las normativas de accesibilidad en los ecosistemas digitales del Estado y determinar si este cumplimiento técnico se traduce en autonomía real para los usuarios mayores.

4.1. Condiciones de la Auditoría Heurística

La primera fase de validación consistió en la ejecución de una inspección técnica estructurada sobre los tres portales estatales transaccionales seleccionados: ChileAtiende, el Servicio de Registro Civil e Identificación, y el Registro Social de Hogares (RSH). La evaluación técnica fue realizada íntegramente por el autor de esta investigación en su rol de evaluador único de accesibilidad, rigiéndose estrictamente por los 14 puntos de control críticos de la **Matriz Heurística de Accesibilidad Gerontecnológica**.

Esta matriz de cotejo fue construida ad-hoc para la investigación mediante la triangulación de los criterios de conformidad A y AA de las pautas WCAG 2.1, las exigencias de la Guía Técnica de Accesibilidad Digital de SENADIS y los principios de diseño de interfaces para adultos mayores definidos en la literatura gerontecnológica [6]. De los 78 criterios de las WCAG 2.1, se seleccionaron los 14 con mayor impacto en el declive sensorial, motor y cognitivo propio de la tercera edad.

Para abordar este diagnóstico se adoptó una aproximación técnica mixta que combina el análisis automatizado de software con la evaluación experta en vivo. Esta dualidad metodológica responde a que, si bien la auditoría automatizada aporta velocidad y objetividad matemática al evaluar el código base, resulta incapaz de medir la usabilidad semántica o la coherencia transaccional. Por ejemplo, un software puede verificar la existencia de un texto alternativo en una imagen, pero no determinar si su redacción es comprensible para una persona mayor o si la arquitectura del sitio resulta lógica durante la ejecución del trámite.

En términos operativos, las dos vertientes de esta aproximación mixta se ejecutaron de la siguiente manera:

- **Análisis Estático Automatizado:** Se utilizó la herramienta de auditoría *Lighthouse* para medir parámetros estructurales verificables a nivel del código interno de la página (Modelo de Objetos del Documento o DOM), tales como la presencia de etiquetas descriptivas para lectores de pantalla, las relaciones de contraste de color base (Criterio 1.4.3) y el orden lógico de los elementos.
- **Inspección Manual Experta:** Para levantar las barreras operativas que el software automatizado no puede detectar, el evaluador ejecutó los escenarios de tarea verificando el comportamiento técnico de la interfaz. Esto contempló la navegación de los flujos de inicio a fin utilizando exclusivamente el teclado (Criterios 2.1.1 y 2.4.7), la ampliación visual de las páginas con un acercamiento (zoom) forzado del 200 % (Criterios 1.4.4 y 1.4.10) y la activación intencional de validaciones de formulario para comprobar si el sistema orienta al usuario al cometer errores (Criterios 3.3.3 y 3.3.4).

Para mitigar el sesgo individual derivado de la inspección manual experta, las pautas de evaluación y los criterios de corte fueron previamente calibrados bajo la supervisión del profesor guía durante la prueba piloto en la plataforma ClaveÚnica.

4.1.1. Mecanismo de Calificación y Criterios de Conformidad (Nivel A y AA)

En el marco normativo de las pautas WCAG 2.1, la conformidad técnica es un requisito jerárquico estricto y no promediable. Para que una plataforma alcance la acreditación oficial de Nivel AA (exigida por la Guía Técnica SENADIS), el portal debe cumplir obligatoriamente con el 100% de los criterios de Nivel A y Nivel AA evaluados; el incumplimiento de un solo criterio de Nivel A invalida por completo el nivel de conformidad.

En la Matriz de 14 Puntos Críticos ($N = 14$), la calificación final de cada portal se determina según los rangos de cumplimiento sobre el total de ítems aplicables definidos en el marco metodológico: Rango Bueno ($\geq 85,7\%$, 12 a 14 puntos), Regular ($64,2\%$ a $78,5\%$, 9 a 11 puntos) y Malo ($< 64,2\%$, ≤ 8 puntos).

Los hallazgos extraídos mediante esta metodología permiten establecer una radiografía técnica profunda del código de las plataformas, identificando las fallas de accesibilidad desde su origen estructural (Ver Tabla 3).

Tabla 3: Resultados de la Auditoría Heurística por Portal Estatal.

ID	Criterio Evaluado (WCAG 2.1)	ChileAtiende	Reg. Civil	RSH
1.1.1	Alternativa Textual (A)	NC	NC	NC
1.3.1	Información y Relaciones (A)	NC	NC	NC
1.4.3	Contraste Mínimo (AA)	C	NC	C
1.4.4	Cambio de Tamaño de Texto (AA)	C	NC	C
1.4.10	Reflujo (Zoom 200%) (AA)	C	NC	C
2.1.1	Teclado (A)	C	NC	C
2.4.3	Orden del Foco (A)	C	NC	C
2.4.4	Propósito de los Enlaces (A)	C	C	NC
2.4.7	Foco Visible (AA)	C	NC	C
3.2.3	Navegación Coherente (AA)	C	C	C
3.3.2	Etiquetas o Instrucciones (A)	C	NC	C
3.3.3	Sugerencias ante Errores (AA)	C	C	C
3.3.4	Prevención de Errores (AA)	C	C	C
4.1.2	Nombre, Función, Valor (A)	NC	NC	NC

* C: Cumple, NC: No Cumple, NA: No Aplica.

4.1.2. Análisis e Interpretación de los Resultados Heurísticos

La auditoría técnica revela una marcada disparidad entre los ecosistemas estatales evaluados:

- **Servicio de Registro Civil e Identificación:** Presenta el desempeño técnico más crítico, reprobando 10 de los 14 puntos evaluados ($28,5\%$ de conformidad), ubicándose ampliamente en el rango de usabilidad **Mala / Inaceptable**. Falla en principios básicos de operabilidad (imposibilidad de navegar por teclado, Criterio 2.1.1) y perceptibilidad (falta de contraste y bloqueo de zoom al 200%, Criterios 1.4.3 y 1.4.4), lo que genera un bloqueo infranqueable desde el código.
- **ChileAtiende y Registro Social de Hogares (RSH):** Ambos portales alcanzan un cumplimiento del $78,5\%$ (11/14 puntos) y $71,4\%$ (10/14 puntos) respectivamente, situándose en el rango Regular. Aunque muestran una arquitectura responsiva y navegable por teclado, ambos reprueban de forma transversal tres criterios base de Nivel A: Alternativa Textual (1.1.1), Información y Relaciones

(1.3.1) y Nombre, Función, Valor (4.1.2). El RSH presenta adicionalmente una falla en el criterio Propósito de los Enlaces (2.4.4, Nivel A), lo que explica su puntaje ligeramente inferior respecto a ChileAtiende. Dado que la conformidad WCAG exige el 100 % de Nivel A y no permite compensar fallas con promedios, ningún portal logra certificar el Nivel AA de accesibilidad.

4.2. Resultados de la Validación Empírica en Contexto Ecológico

Tras la ejecución de las sesiones de campo con los cinco participantes (P_1 a P_5), se procedió a la sistematización de los datos cualitativos obtenidos mediante observación directa de la interacción, y de los datos cuantitativos levantados a través del Cuestionario SUS Adaptado y la escala de dificultad percibida. A continuación, se detallan las características sociotécnicas de la muestra y el desempeño registrado en cada escenario transaccional.

4.2.1. Caracterización Anonimizada de la Muestra (Perfiles Sociotécnicos)

Para comprender el origen de las métricas de desempeño y la carga cognitiva detectada en las pruebas, es fundamental contextualizar el perfil sociodemográfico y técnico de los participantes. En estricto cumplimiento de la Ley N° 19.628 sobre Protección de la Vida Privada, los datos identificatorios de la muestra ($N = 5$) han sido omitidos.

Descripción estadística de los participantes: La muestra presentó una media de edad de 76,8 años (rango etario entre 71 y 82 años), compuesta por 3 mujeres (60 %) y 2 hombres (40 %). Respecto al nivel educativo, el 80 % posee educación secundaria completa y un 20 % estudios técnicos superiores, encontrándose la totalidad de los participantes en condición de jubilados o pensionados. Todos cumplen con el criterio de inclusión de alfabetización digital funcional básica (capacidad de encender el equipo, operar la interfaz del navegador web y manipular ratón y teclado convencional).

Convocatoria y justificación del subgrupo etario: La convocatoria inicial del estudio consideró como criterio de inclusión general a personas mayores de 60 años. No obstante, el grupo de participantes que concretó la prueba en terreno se concentró naturalmente en un subgrupo etario de 75+ años (con una media de 76,8 años y un rango entre 71 y 82 años). Lejos de constituir un sesgo que invalide el levantamiento, en investigación gerontecnológica este escenario se alinea con la estrategia de *muestreo por caso crítico / extremo* [6]. Dado que el segmento de 75+ años sintetiza la mayor convergencia de declive sensorial, motor y brecha de alfabetización digital histórica, su evaluación permite poner a prueba la resiliencia de la interfaz en el punto de mayor vulnerabilidad: si un portal estatal no garantiza la autonomía para este subgrupo, la plataforma fracasa estructuralmente como un canal inclusivo para el total de la población mayor.

Conocimiento de tecnologías de interacción alternativas: Al consultarles previo a la sesión sobre el conocimiento de tecnologías de asistencia o periféricos adaptativos (como lectores de pantalla, teclados ergonómicos o configuraciones avanzadas del puntero), el 100 % de la muestra declaró desconocer su existencia. Su interacción digital se limita de forma exclusiva al uso del ratón comercial estándar y el teclado físico, confirmando que las interfaces del Estado deben ser accesibles “de fábrica” sin delegar la usabilidad en herramientas especializadas que el usuario mayor desconoce.

A partir de la observación en terreno, se consolidaron cinco perfiles sociotécnicos anónimos:

- **P1 – Perfil Dependiente con Fricción Motriz (78 años, Mujer):** Posee conocimientos básicos de navegación, pero el declive natural de la motricidad fina asociado a la edad le dificulta la ejecución de movimientos precisos. Esto se evidencia en la manipulación del ratón (diferenciación entre posicionar el cursor y hacer clic, o el uso coordinado de la rueda de desplazamiento). Esta barrera física interfiere

con la interfaz, incrementando su frustración y el temor a cometer errores involuntarios.

- **P2 – Perfil Voluntarioso con Desorientación Visual (76 años, Hombre):** Usuario que intenta realizar sus trámites de forma autónoma haciendo uso de sus nociones básicas del computador. No obstante, los cambios visuales y la rigidez cognitiva propios del envejecimiento le dificultan decodificar las convenciones abstractas del diseño web moderno; por ejemplo, no logra distinguir visualmente que los textos azules son hipervínculos interactivos o que las cajas grises son espacios de escritura, requiriendo asistencia externa.
- **P3 – Perfil Híbrido con Fricción de Memoria (82 años, Mujer):** Familiarizada con el uso del teclado y de dispositivos para comunicación básica. Su principal barrera operativa radica en la disminución natural de la memoria a corto y mediano plazo. Este factor fisiológico convierte la gestión, retención y recuperación de credenciales alfanuméricas complejas (como la ClaveÚnica) en un obstáculo tecnológico insalvable sin el apoyo de un familiar.
- **P4 – Perfil con Ansiedad Tecnológica y Sobrecarga Cognitiva (71 años, Mujer):** Posee alfabetización digital base, pero experimenta una alta susceptibilidad a la sobrecarga cognitiva debido a la edad. Se desorienta rápidamente ante la densidad de información visual, la apertura inesperada de ventanas múltiples o los flujos de navegación no lineales. Esta saturación mental deriva en una severa ansiedad tecnológica, llevándolo a dudar de sus propias capacidades previas frente al computador.
- **P5 – Perfil Operativo con Bloqueo de Seguridad (77 años, Hombre):** Usuario capaz de operar herramientas digitales de forma autónoma (ej. transferencias bancarias), evidenciando un manejo claro del entorno. Sin embargo, frente a las plataformas transaccionales del Estado, la disminución de sus reflejos y velocidad de procesamiento mental lo excluyen de los estrictos protocolos de seguridad (como los tiempos limitados de sesión o la validación rápida de credenciales), mermando su autonomía.

4.2.2. Desempeño y Barreras por Tarea

Para analizar cuantitativamente el rendimiento en terreno, se registraron dos métricas complementarias por cada escenario de tarea en la totalidad de los participantes: la **Efectividad en la Ejecución (Res.)** y la **Dificultad Percibida (Dif.)**.

La Efectividad (Res.) se midió mediante una escala ordinal de 1 a 4 derivada de la observación directa del evaluador, cuyos códigos operativos se definen a continuación:

- **Código 1 (Éxito Autónomo):** El participante completa la tarea sin requerir intervención ni pistas del evaluador.
- **Código 2 (Falla por Barrera de Interfaz / Bloqueo):** El usuario no logra avanzar debido a un obstáculo directo del diseño o código del portal (ej. confusión con el carro de compras, bloqueos de credenciales o errores sintácticos de entrada).
- **Código 3 (Éxito Asistido):** El usuario logra el objetivo final del trámite, pero requiere 1 o más intervenciones del moderador para orientarlo ante desorientación en la página.
- **Código 4 (Abandono):** El usuario desiste de continuar debido a frustración severa o saturación cognitiva.

Por su parte, la Dificultad Percibida (Dif.) se evaluó inmediatamente al finalizar cada tarea mediante la escala estandarizada SEQ (*Single Ease Question*) en un rango de 1 a 7 puntos, donde 1 corresponde a “Extremadamente Fácil” y 7 a “Extremadamente Difícil”.

La Tabla 4 sintetiza las mediciones obtenidas para los cinco participantes en los tres escenarios evaluados.

Tabla 4: Resultados de Ejecución (Res. 1-4) y Dificultad Percibida (Dif. 1-7) por Tarea ($N = 5$).

Participante	T1 (ChileAtiende - PGU)		T2 (Reg. Civil - Nacimiento)		T3 (RSH - Cartola Hogar)	
	Res. (1-4)	Dif. (1-7)	Res. (1-4)	Dif. (1-7)	Res. (1-4)	Dif. (1-7)
P1	3	6	2	5	2	6
P2	3	4	2	5	1	5
P3	2	6	2	6	2	7
P4	3	5	2	4	2	2
P5	1	1	1	1	1	2
* Escala Res. (Efectividad): 1: Éxito autónomo, 2: Falla por bloqueo/interfaz, 3: Éxito asistido, 4: Abandono. * Escala Dif. (SEQ): 1: Extremadamente fácil → 7: Extremadamente difícil. * Valores considerados ideales/buenos: Res = 1 (Éxito autónomo) y Dif ≤ 2.						

La evaluación empírica reveló que la tasa de éxito disminuye drásticamente ante obstáculos cognitivos, de arquitectura de información y de diseño de interacción. A continuación, se detallan los hallazgos y barreras críticas identificadas mediante la observación directa en cada escenario de tarea:

- **T1: Búsqueda de Requisitos PGU (ChileAtiende):** Aunque no se registraron abandonos totales, tres de los cinco participantes (P_1, P_2 y P_4) obtuvieron un resultado de Éxito Asistido (Código 3), requiriendo orientación constante del moderador. Se identificaron tres barreras principales:
 1. *Lenguaje e institucionalidad opaca:* Uso intensivo de siglas gubernamentales sin glosario explicativo directo en la tarjeta del resultado (como “PGU”, “IPS”, “PBSI” o “SD”; Ver Figura 6), lo que obligó a los usuarios a detener la navegación para consultar el significado de dichos conceptos.
 2. *Inconsistencia de affordance en hipervínculos:* Como se observa al comparar las Figuras 5 y 6, el portal incurre en una falta de consistencia interna. En la página principal (Figura 5), los hipervínculos presentan un subrayado explícito que orienta al usuario; sin embargo, al ingresar a los resultados de búsqueda de la PGU (Figura 6), se remueve el subrayado y los enlaces se despliegan como texto azul plano. Esta ruptura del patrón visual impidió que usuarios con desorientación visual (P_2) identificaran intuitivamente que las tarjetas eran elementos clicables.
 3. *Fricción motriz:* Definida como el conflicto operativo cuando la interfaz exige alta precisión física a usuarios con declive en la motricidad fina o temblor. El uso de selectores desplegables con áreas de toque reducidas derivó en clics fallidos fuera del control.

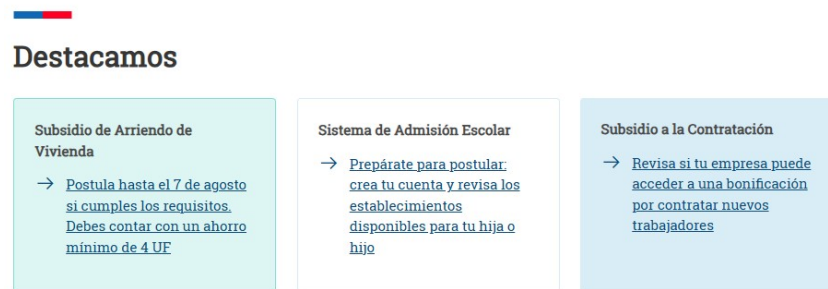


Figura 5: Página principal de ChileAtiende: Los enlaces interactivos presentan un subrayado claro (*affordance* evidente).

Figura 6: Resultados de búsqueda de PGU en ChileAtiende: Se elimina el subrayado en los títulos azules y se evidencia alta densidad de siglas (PGU, IPS, PBSI, SD).

- **T2: Obtención Certificado de Nacimiento (Registro Civil):** Representó la tarea con la mayor tasa de fallo por bloqueo de interfaz, afectando a cuatro de los cinco participantes (Código *Res* = 2 en el 80% de la muestra). La causa estructural principal fue la adopción del patrón de diseño del “carro de compras”, propio del *e-commerce*, en un portal gubernamental para un trámite gratuito. Los usuarios no lograron conceptualizar por qué debían “agregar al carro” un documento sin costo. Asimismo, el listado de opciones presentó un escaso resalte visual al seleccionar un certificado (Ver Figura 7), violando la percepción clara de estado e induciendo a usuarios como P_2 a dudar si la opción realmente había quedado marcada. Finalmente, se evidenció la **barrera de la “última milla”** (discontinuidad del flujo al derivar el documento al correo electrónico personal), impidiendo a P_1 y P_3 finalizar la tarea de forma autónoma.

Figura 7: Listado de certificados en Registro Civil con escaso resalte visual en la tercera casilla, que está activa.

- **T3: Descarga de Cartola Hogar (Registro Social de Hogares):** Registró un 60% de fallas por bloqueo (*Res* = 2 en P_1, P_3 y P_4), registrando además las puntuaciones de dificultad percibida más severas de todo el estudio en los usuarios bloqueados (alcanzando el máximo de 7 en la escala SEQ). Además de las barreras de autenticación con ClaveÚnica, se detectó una seria inconsistencia en la arquitectura de información: al ingresar a la sección informativa “Obtener Cartola Hogar”, la interfaz despliega de forma prominente la opción “Guardar en PDF” (Ver Figura 8). Esto indujo a una **falsa expectativa de descarga**: los participantes asumieron de forma lógica que dicho botón descargaría su cartola de hogar oficial; sin embargo, la acción solo exporta un archivo PDF de la página web descriptiva que están visualizando. Esta falla en la respuesta esperada del sistema generó profunda

confusión y desorientación en los usuarios, quienes creyeron haber completado el trámite cuando en realidad continuaban fuera del sistema transaccional.



Figura 8: Ficha del trámite en RSH con el botón “Guardar en PDF”, el cual genera una exportación de la página explicativa y no del documento oficial.

4.2.3. Verbalizaciones y Carga Emocional Observada (Protocolo Think Aloud)

Para respaldar de manera cualitativa las calificaciones registradas en la Tabla 4 (Res. 1 a 4 y SEQ 1 a 7), la grabación de audio y pantalla permitió transcribir los testimonios espontáneos de los participantes durante la navegación. Las verbalizaciones capturan la causa exacta de los bloqueos (Res. 2) y asistencias (Res. 3) documentados:

Participante P_1 (78 años) en T2 - Registro Civil (Resultado: Falla por Bloqueo Res = 2, SEQ 5):

«¿Por qué me pide 'Agregar al carro de compras'? Si el certificado de nacimiento es gratis, pensé que me iban a cobrar algo o que tenía que ingresar una tarjeta bancaria. Me dio miedo seguir y no sé cómo continuar.»

Participante P_2 (76 años) en T1 - ChileAtiende (Resultado: Éxito Asistido Res = 3, SEQ 4):

«Leo 'PGU', 'IPS', 'PBSI'... no entiendo qué significan todas estas letras juntas. Además, presiono el título azul y no pasa nada porque no parece botón... ¿tengo que hacer clic en el texto o al lado?»

Participante P_3 (82 años) en T3 - RSH (Resultado: Falla por Bloqueo Res = 2, SEQ 7):

«Se me olvidó la ClaveÚnica... si no está mi hija acá para buscarla en la libreta, de aquí no puedo pasar. Esta clave siempre me traba los trámites del Estado.»

Participante P_4 (71 años) en T3 - RSH (Resultado: Falla por Bloqueo Res = 2, SEQ 6):

«Apreté el botón 'Guardar en PDF' y me descargó una hoja con texto que explica el trámite, pero no es mi Cartola Hogar. Pensé que ya había terminado.»

Estas transcripciones confirman empíricamente que la fricción operativa deriva inmediatamente en una pérdida de autoeficacia percibida, forzando la delegación del trámite y justificando la necesidad de rediseñar las alertas hacia tonos instructivos y no punitivos.

4.3. Cálculo y Resultados Desglosados del Cuestionario SUS Adaptado

Para evaluar la usabilidad percibida y contrastarla con la tasa de éxito observada en terreno, se aplicó el procedimiento de transformación escalar del modelo de Brooke [3] descrito en la Sección 3.4.4. A continuación se detalla la matriz de respuestas Likert brutas ($X_k \in [1, 5]$) recolectadas para cada participante i en los tres portales, mostrando de forma transparente el aporte de las preguntas de formulación positiva (impares: $X_k - 1$), el aporte de las preguntas de formulación negativa (pares: $5 - X_k$) y el puntaje final transformado S_i .

4.3.1. Portal ChileAtiende (Tarea T1: Consulta PGU)

Para ChileAtiende, la muestra ($N = 5$) reflejó una percepción positiva de la estructura visual, pero castigada por la necesidad de asistencia:

Tabla 5: Respuestas Likert brutas, aportes positivos/negativos y puntaje S_i para ChileAtiende (T1).

Part.	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Ap. Pos.	Ap. Neg.	Puntaje S_i
P_1	4	2	4	4	4	2	3	3	4	4	14	10	60,0
P_2	3	2	3	5	4	2	3	4	3	5	11	7	45,0
P_3	3	3	3	5	3	3	2	4	3	5	9	5	35,0
P_4	4	2	4	4	4	2	3	3	4	4	14	10	60,0
P_5	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	20	20	100,0
Promedio Global Portal ChileAtiende ($\bar{S}_{T1}$):													60,0 (Marginal)

Cálculo del Promedio T_1 : $\bar{S}_{T1} = \frac{60,0+45,0+35,0+60,0+100,0}{5} = 60,0$ pts. El portal se ubica en la zona **Marginal / Regular** ($51 \leq S \leq 67$), quedando por debajo del promedio histórico de aceptabilidad (68 pts) [1].

4.3.2. Servicio de Registro Civil e Identificación (Tarea T2: Certificado Nacimiento)

El patrón del “carro de compras” y la barrera de confirmación por correo redujeron significativamente las puntuaciones de confortabilidad:

Tabla 6: Respuestas Likert brutas, aportes positivos/negativos y puntaje S_i para Registro Civil (T2).

Part.	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Ap. Pos.	Ap. Neg.	Puntaje S_i
P_1	2	3	2	5	3	3	2	4	3	5	7	5	30,0
P_2	2	4	2	5	2	4	2	4	2	5	5	3	20,0
P_3	2	4	2	5	2	3	2	4	2	5	5	4	22,5
P_4	3	2	3	4	3	2	3	3	3	4	10	10	50,0
P_5	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	20	20	100,0
Promedio Global Servicio Registro Civil ($\bar{S}_{T2}$):													44,5 (Inaceptable)

Cálculo del Promedio T_2 : $\bar{S}_{T2} = \frac{30,0+20,0+22,5+50,0+100,0}{5} = 44,5$ pts. El portal obtiene una calificación de usabilidad **Inaceptable / Deficiente** ($S < 50$).

4.3.3. Registro Social de Hogares (Tarea T3: Cartola Hogar)

Presentó la peor evaluación subjetiva producto de la desorientación con el botón “Guardar en PDF” y el bloqueo con ClaveÚnica:

Tabla 7: Respuestas Likert brutas, aportes positivos/negativos y puntaje S_i para Registro Social de Hogares (T3).

Part.	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Ap. Pos.	Ap. Neg.	Puntaje S_i
P_1	2	4	2	5	2	4	2	5	2	5	5	2	17,5
P_2	2	4	2	5	2	4	2	4	2	5	5	3	20,0
P_3	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	0	0	0,0
P_4	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	15	15	75,0
P_5	4	2	4	3	4	2	3	3	4	3	14	12	65,0
Promedio Global Portal RSH ($\bar{S}_{T3}$):													35,5 (Inaceptable)

Cálculo del Promedio T_3 : $\bar{S}_{T3} = \frac{17,5+20,0+0,0+75,0+65,0}{5} = 35,5$ pts, posicionándose en el rango **Inaceptable / Deficiente** ($S < 50$).

4.3.4. Síntesis Comparativa de Usabilidad Percibida

Al contrastar los puntajes transformados promedios con los umbrales de aceptabilidad de Bangor et al. [1], se evidencia que **ninguno de los tres portales estatales alcanza la cota mínima aceptable de 68 puntos**:

- **ChileAtiende** ($\bar{S} = 60,0$ pts): Nivel Marginal / Regular.
- **Registro Civil** ($\bar{S} = 44,5$ pts): Nivel Inaceptable / Deficiente.
- **Registro Social de Hogares** ($\bar{S} = 35,5$ pts): Nivel Inaceptable / Deficiente.

4.4. Análisis de Carga Cognitiva y Seguridad Percibida

Para medir el esfuerzo mental y la ansiedad tecnológica que experimentan los adultos mayores, se tabuló el Cuestionario SUS Adaptado. A nivel metodológico, para mitigar el agotamiento en la muestra, se utilizó un instrumento físico unificado donde cada participante evaluó simultáneamente las tres tareas asignando el número de la tarea dentro de la escala Likert.

En la Tabla 8 se presentan las tendencias agregadas —expresadas mediante la **Moda** (M_o) o valor más repetido, junto a su **frecuencia** (f) de coincidencia sobre los $N = 5$ participantes— para las afirmaciones críticas del instrumento, reflejando el consenso general de la muestra frente a los portales evaluados.

Tabla 8: Tendencias de Evaluación Cuestionario SUS por Tarea (Moda M_o y Frecuencia f , $n = 5$).

Afirmación Crítica (Escala Likert 1 a 5)	T1 (PGU)	T2 (Reg. Civil)	T3 (Cartola RSH)
2. Sentí que la página era demasiado enredada o complicada sin necesidad.	2 ($f = 3$)	4 ($f = 2$)	4/2 ($f = 2$ c/u)
4. Siento que necesitaría la ayuda de un familiar para hacer este trámite.	4/5 ($f = 2$ c/u)	5 ($f = 3$)	5 ($f = 3$)
8. Me dio miedo equivocarme y hacer algo malo que no pudiera deshacer.	3/4 ($f = 2$ c/u)	4 ($f = 3$)	5 ($f = 2$)
10. Siento que necesito saber mucho más de computación antes de usarla solo/a.	4/5 ($f = 2$ c/u)	5 ($f = 3$)	5 ($f = 3$)

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo y cuestionarios SUS.

Hallazgos Subjetivos Relevantes:

Los datos recabados muestran diferencias prácticas entre la estructura de los portales y la experiencia de los usuarios mayores. En ChileAtiende y el Registro Civil, la percepción de complejidad visual fue baja o mixta (Afirmación 2), mientras que en el Registro Social de Hogares se observó una tendencia más marcada hacia el desacuerdo con la simplicidad del sitio (moda 4, $f = 2$), producto de la saturación visual y la apertura inesperada de ventanas.

Respecto a la necesidad de asistencia de terceros (Afirmaciones 4 y 10), si bien no se registró unanimidad total en ninguna de las tres tareas, se observa una tendencia mayoritaria hacia el acuerdo (valores 4 o 5) en al menos 3 de los 5 participantes por tarea, siendo esta tendencia más consistente en el Registro Civil y el RSH (moda 5, $f = 3$) que en ChileAtiende, donde las respuestas se dividieron de forma pareja entre los niveles 4 y 5 ($f = 2$ cada uno).

Respecto al “miedo al error” (Afirmación 8), se observa que el cumplimiento técnico no necesariamente asegura la confianza del usuario. Esta percepción contrasta directamente con la evaluación heurística previa: si bien los tres portales cumplen con el Criterio 3.3.4 (Prevención de Errores Legales/Financieros) al incluir alertas o resúmenes antes del envío de datos (Ver Tabla 3), la interfaz del Registro Civil abrumba al usuario al desplegar múltiples mensajes de error en rojo frente a cualquier fallo sintáctico en campos como el RUN, número de documento o correo (Ver Figura 9). Esta severidad visual genera un estado de ansiedad tecnológica que se refleja en la tendencia mayoritaria hacia el temor (moda 4, $f = 3$ en T2), alcanzando su punto más crítico en el RSH, donde el miedo al error convive con la barrera de autenticación de ClaveÚnica. De hecho, durante las pruebas en terreno, la presión por la precisión en estos campos llevó a que un participante solicitara explícitamente al evaluador que digitara sus datos personales por él “para no equivocarse y acelerar el proceso”, evidencia directa de cómo la interfaz inhibe la autonomía operativa del usuario mayor.

Datos del Solicitante

Run Solicitante

Ej: 12345678k

* Debe ingresar un RUN válido

N° Documento Solicitante

Ej: 111222333 o A1234567890

* Debe ingresar un número de documento

Correo Electrónico

Ej. usuario@mail.cl

Debe ingresar un correo válido

Reingrese su correo electrónico

Ej. usuario@mail.cl

+ Agregar otro correo electrónico

Si necesita presentar los documentos en el extranjero, apostille aquí

☐

Si, apostillar

Continuar

Figura 9: Formulario de datos del solicitante en el Registro Civil con alertas de validación de sintaxis en color rojo, asociadas al temor de cometer errores.

Finalmente, frente a las dificultades de usabilidad, los participantes tendieron a atribuir los problemas a sus propias capacidades en lugar de cuestionar el diseño de la página. Al consultarles sobre posibles mejoras, la mayoría indicó preferir ayuda externa en lugar de sugerir cambios en el sitio web, manifestando expresiones como “*esto es muy moderno para mi edad*” o “*yo no sirvo para los computadores*”. Esta auto-culpabilización refleja cómo las barreras de diseño terminan reforzando la exclusión y la dependencia tecnológica del segmento.

Síntesis de Hallazgos Empíricos: En conclusión, tras analizar los datos de ejecución en terreno y la percepción subjetiva de la muestra, la triangulación entre la conformidad del código y la usabilidad observada demuestra que las normativas técnicas actuales (WCAG 2.1) son insuficientes por sí solas para garantizar

la autonomía digital en la tercera edad. Un portal estatal puede aprobar formalmente criterios de código y, sin embargo, presentar barreras de arquitectura de información, lenguaje institucional y autenticación que excluyen operativamente al usuario mayor.

CAPÍTULO 5

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Este capítulo analiza y discute los hallazgos obtenidos en la validación a la luz del marco conceptual y la literatura sobre accesibilidad web, gerontecnología y usabilidad gubernamental. El objetivo es evaluar el significado de los resultados frente a las hipótesis planteadas, examinando las causas del descalce entre la norma técnica y la práctica real, junto con las limitaciones metodológicas del estudio.

5.1. Discusión respecto del cumplimiento de las WCAG

Los resultados obtenidos no confirman que el cumplimiento de las WCAG 2.1 sea suficiente para garantizar la autonomía digital de las personas mayores; por el contrario, la evidencia recolectada refuerza la hipótesis H1 planteada al inicio de esta tesis. La auditoría heurística mostró que ChileAtiende y el Registro Social de Hogares alcanzaron un cumplimiento parcial de 78,5 % y 71,4 % respectivamente (Tabla 3), cifras que podrían sugerir, a primera vista, un desempeño técnico aceptable. Sin embargo, estos mismos portales registraron tasas de fracaso transaccional de hasta un 60 % y puntajes de usabilidad percibida muy por debajo del umbral de aceptabilidad de 68 puntos definido por Bangor et al. [1] (60,0 y 35,5 puntos respectivamente).

Esta disociación entre conformidad de código y autonomía real dialoga directamente con la advertencia teórica expuesta en la sección 2.2.2: las WCAG 2.1 fueron concebidas bajo un paradigma técnico-biomédico orientado a discapacidades severas y discretas, y no a la degradación combinada y progresiva propia del envejecimiento normal [18, 6]. El caso del Servicio de Registro Civil ilustra el límite opuesto de esta misma disociación: su bajísima conformidad técnica (28,5 %) sí se tradujo en el peor desempeño empírico del estudio (80 % de bloqueo en la Tarea 2 y $\bar{S} = 44,5$ puntos), lo que indica que el incumplimiento severo de criterios de Nivel A —como la operabilidad por teclado (2.1.1) o el contraste mínimo (1.4.3)— continúa siendo una barrera estructural insoslayable. En conjunto, ambos extremos permiten sostener que el cumplimiento técnico opera como una condición de piso necesaria, pero, una vez superado ese piso mínimo, deja de predecir por sí solo la autonomía efectiva del usuario mayor, tal como anticipaba el marco conceptual de esta investigación.

5.2. Comparación con la gerontecnología

Carga cognitiva y memoria de trabajo (Tareas T1 y T3): La literatura gerontecnológica señala que el envejecimiento normal reduce la capacidad de la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento, favoreciendo el uso de flujos lineales y de bajo volumen informativo [6, 14]. Los hallazgos de esta memoria confirman empíricamente esta premisa. En la Tarea T1 (ChileAtiende), la alta densidad de siglas gubernamentales sin glosario (“PGU”, “IPS”, “PBSI”) obligó a tres de los cinco participantes a interrumpir su navegación para descifrar el lenguaje institucional, verbalizando confusión de forma espontánea (P_2 : “no entiendo qué significan todas estas letras juntas”). En la Tarea T3 (RSH), la saturación visual generada por avisos informativos extensos antepuestos a los botones de acción produjo el mayor porcentaje de bloqueo del estudio (60 %) y las puntuaciones SEQ más severas (hasta 7/7). Ambos escenarios ilustran que la carga cognitiva, y no la mera presencia de errores sintácticos en el código, es el factor que con mayor frecuencia interrumpe la autonomía del usuario mayor, confirmando lo previsto por Czaja et al. [6]

Miedo al error y seguridad percibida: La teoría revisada en la sección 2.4.2 sostiene que la inseguridad frente a consecuencias legales o financieras constituye la principal limitante psicológica para la

autonomía digital de la tercera edad [2, 16]. Esta memoria encuentra evidencia directa de este fenómeno, aunque con un matiz relevante: los tres portales evaluados cumplen formalmente con el criterio WCAG 3.3.4 (Prevención de Errores), incorporando pantallas de confirmación antes del envío de datos. No obstante, la afirmación 8 del Cuestionario SUS Adaptado (“Me dio miedo equivocarme...”) registró una moda de 4 en el Registro Civil y de 5 en el RSH, y la transcripción de P_1 (“Me dio miedo seguir y no sé cómo continuar”) frente al patrón de “carro de compras” del Registro Civil ejemplifica cómo un mecanismo de *e-commerce*, ajeno al modelo mental de un trámite gratuito, puede gatillar temor al error incluso cuando el criterio normativo formal se cumple. Esto sugiere que la prevención de errores exigida por la norma opera sobre la sintaxis del formulario, pero no sobre la coherencia semántica del flujo transaccional completo, que es donde efectivamente se origina la ansiedad tecnológica descrita por la literatura.

En síntesis, las barreras observadas durante las pruebas no estuvieron asociadas únicamente a limitaciones visuales o motrices —aunque estas estuvieron presentes en perfiles como P_1 y P_3 —, sino principalmente a procesos cognitivos y emocionales: la desorientación ante arquitecturas de información no lineales, el miedo al error y la inseguridad frente a consecuencias administrativas. Este hallazgo es consistente con los planteamientos centrales de la gerontecnología, según los cuales la autonomía digital depende tanto del diseño objetivo de la interfaz como de la percepción subjetiva de autoeficacia del usuario [6, 16], dimensión que, por definición, escapa a lo que una auditoría de código puede medir.

5.3. Discusión sobre usabilidad gubernamental

El contraste internacional resulta pertinente para situar estos hallazgos. España, a través del Real Decreto 1112/2018 y la norma UNE-EN 301549, transitó desde la recomendación técnica generalista hacia un modelo de fiscalización activa que contempla auditorías periódicas y mecanismos de retroalimentación directa de la experiencia de usuario en los portales públicos [10]. Los resultados de esta memoria sugieren que el modelo chileno, representado por el Manual de Accesibilidad Web 2022 [7], aún privilegia la declaración de conformidad normativa —auditable de forma puntual y estática— por sobre la evaluación continua del desempeño real del ciudadano. Ninguno de los tres mecanismos obligatorios que define el Manual (declaración de conformidad, estandarización de componentes críticos y salvaguarda digital, ver sección 2.3.1) contempla explícitamente la medición periódica de la experiencia de usuario mediante pruebas con población objetivo, vacío que esta investigación evidencia como crítico.

Esta ausencia de fiscalización de la experiencia real permite responder afirmativamente a la interrogante sobre el modelo de usuario subyacente al diseño estatal: la evidencia empírica de esta investigación —en particular el patrón de “carro de compras” del Registro Civil, el botón “Guardar en PDF” ambiguo del RSH y la dependencia irrestricta de la ClaveÚnica alfanumérica— indica que las instituciones públicas continúan diseñando bajo el supuesto implícito de un usuario “digitalmente competente”, es decir, familiarizado con convenciones de interacción propias de plataformas comerciales y con una memoria de trabajo sin deterioro asociado a la edad. Este supuesto institucional no encuentra respaldo en el perfil sociotécnico de los cinco participantes caracterizados en la sección 4.2.1, ninguno de los cuales conocía tecnologías de asistencia y todos los cuales manifestaron algún grado de fricción cognitiva, motriz o emocional frente a dicho modelo de usuario esperado.

5.4. Aporte científico

El aporte principal de esta memoria radica en su diseño metodológico mixto y secuencial. Gran parte de la literatura y de la práctica institucional en materia de accesibilidad —incluyendo las auditorías que exige el propio Manual de Accesibilidad Web chileno [7]— evalúa el cumplimiento normativo exclusivamente a partir de la inspección del código fuente, ya sea mediante software automatizado (Lighthouse) o mediante

checklists heurísticas de propósito general [12]. Esta investigación se distancia de ese enfoque unidimensional al triangular dicha auditoría técnica con una validación empírica en contexto ecológico, ejecutada directamente en los hogares y con los dispositivos habituales de los participantes [6].

Este diseño permitió evidenciar, con datos de campo, que variables ausentes en las matrices de conformidad técnica tradicionales —la carga cognitiva, la opacidad del lenguaje institucional y la seguridad percibida— son las que en la práctica determinan el éxito o el fracaso de una interacción transaccional. En este sentido, el principal aporte científico de la memoria es de carácter metodológico y diagnóstico: propone y valida una Matriz Heurística de Accesibilidad Gerontecnológica de 14 puntos críticos que opera como puente entre el estándar técnico internacional y las necesidades específicas de la tercera edad, y demuestra empíricamente que dicho puente es indispensable, dado que la sola fiscalización del código —como hoy la exige la normativa chilena— es estructuralmente incapaz de detectar las barreras que efectivamente excluyen al usuario mayor.

5.5. Limitaciones

Reconocer las limitaciones metodológicas de este estudio es necesario para delimitar con precisión el alcance interpretativo de sus hallazgos.

- **Tamaño y tipo de muestra ($N = 5$):** La validación empírica se realizó con una muestra reducida ($N = 5$), seleccionada mediante un muestreo por conveniencia. Si bien este tamaño muestral resulta consistente con las recomendaciones de Nielsen y Landauer [13] para estudios exploratorios de usabilidad orientados a la identificación de problemas críticos de interacción, no permite realizar inferencias estadísticas ni generalizar los resultados a toda la población de personas mayores chilenas. En consecuencia, los hallazgos deben interpretarse como evidencia exploratoria sobre barreras de usabilidad presentes en los portales analizados, y no como una medición representativa de la población objetivo.
- **Evaluador heurístico único:** La auditoría técnica de los 14 puntos críticos fue ejecutada por un único evaluador (el autor de esta memoria). Aunque los criterios de inspección fueron calibrados con el profesor guía mediante una prueba piloto (sección 3.2), la ausencia de una segunda codificación independiente impide calcular un índice de concordancia entre evaluadores, por lo que no puede descartarse un grado de subjetividad residual en los criterios de calificación “Cumple/No Cumple” que exigen interpretación cualitativa, como la coherencia semántica del texto alternativo (1.1.1) o la claridad del propósito de los enlaces (2.4.4).
- **Número acotado de portales evaluados:** El estudio circunscribió su alcance a tres plataformas estatales (ChileAtiende, Registro Civil e Identificación y Registro Social de Hogares). Si bien estos portales fueron seleccionados por representar trámites críticos de alta demanda para la población mayor (sección 3.3), sus hallazgos no pueden extrapolarse automáticamente al conjunto completo del ecosistema de servicios digitales del Estado chileno, que incluye decenas de plataformas sectoriales adicionales con arquitecturas y equipos de desarrollo propios.
- **Alcance geográfico nacional:** El estudio se circunscribe exclusivamente al ecosistema normativo y transaccional chileno. La comparación con el caso español (sección 5.3) tiene un propósito ilustrativo y contextual, no equivalente a un análisis comparado sistemático, por lo que las conclusiones sobre la suficiencia regulatoria no deben proyectarse sin matices hacia otros marcos jurídicos o realidades sociotécnicas nacionales distintas a la chilena.
- **Alcance conceptual de la “autonomía digital” medida:** El estudio evalúa la autonomía digital durante la ejecución de tareas transaccionales específicas y acotadas (consulta de la PGU, obtención de un certificado de nacimiento y descarga de la Cartola Hogar), lo cual significa que no mide ni pretende medir todas las dimensiones de la autonomía digital ni el nivel general de alfabetización digital de las personas mayores. En consecuencia, los resultados deben interpretarse como evidencia del desempeño de los participantes en estos contextos específicos de interacción con plataformas

gubernamentales, y no como una caracterización integral de las competencias digitales del segmento etario estudiado.

Estas limitaciones no invalidan los hallazgos centrales de la investigación, pero delimitan su alcance: los resultados deben leerse como evidencia exploratoria y diagnóstica —consistente con el modelo de Nielsen y Landauer [13]— sobre el descalce entre la norma técnica y la experiencia de uso real, y no como una medición poblacional definitiva. Las conclusiones que se presentan en el capítulo siguiente se formulan teniendo en cuenta este alcance.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES

El objetivo general de esta investigación fue evaluar si los estándares de accesibilidad web vigentes en el Estado de Chile garantizan la autonomía digital de las personas mayores de 60 años en la interacción con plataformas de servicios públicos. Tras contrastar la inspección técnica del código con la validación empírica en terreno en contexto ecológico ($N = 5$), y a la luz de la discusión desarrollada, se concluye de forma categórica que “el cumplimiento de la normativa técnica actual es una condición necesaria, pero estrictamente insuficiente” para asegurar la independencia operativa del usuario mayor.

A continuación, se presenta la validación sistemática de los cuatro objetivos específicos y la respuesta formal a la problemática planteada.

6.1. Validación de Objetivos Específicos

- **Análisis del Cumplimiento Normativo Técnico:** Se auditó la infraestructura de código fuente de los tres portales seleccionados (ChileAtiende, Registro Civil e Identificación, y Registro Social de Hogares) utilizando la Matriz Heurística Gerontecnológica ($N = 14$ puntos de control basados en WCAG 2.1 y la Guía SENADIS). El análisis reveló que **ningún portal logra certificar el Nivel AA de conformidad** exigido por la normativa estatal. El Registro Civil presentó un desempeño crítico con solo un 28,5% de cumplimiento (4/14 puntos, Rango Malo), mientras que ChileAtiende y el Registro Social de Hogares alcanzaron un 78,5% y 71,4% (11/14 y 10/14 puntos, Rango Regular). De forma transversal, los tres sitios reprobaron en criterios de Nivel A esenciales como *Alternativa Textual* (1.1.1), *Información y Relaciones* (1.3.1) y *Nombre, Función, Valor* (4.1.2), demostrando que la conformidad del código base no está garantizada en las plataformas públicas.
- **Categorización de Barreras de Interacción y Carga Cognitiva:** Al aplicar el modelo de conversión psicométrica de Brooke sobre los reactivos Likert (Tablas 5, 6 y 7), la medición de usabilidad percibida confirmó que **ningún portal estatal evaluado logra alcanzar el umbral mínimo de aceptabilidad de 68 puntos** definido por la literatura empírica:
 - **ChileAtiende** ($\bar{S}_{T1} = 60,0$ pts): Nivel **Marginal / Regular**. Aunque los usuarios valoraron la organización visual (aporte positivo medio de 13,6 pts), el puntaje fue severamente castigado por la alta necesidad de asistencia (Q_4 y Q_{10} con moda 5), reflejando que la claridad estética no compensa la sobrecarga por lenguaje institucional y siglas.
 - **Servicio de Registro Civil** ($\bar{S}_{T2} = 44,5$ pts): Nivel **Inaceptable / Deficiente**. La fricción provocada por la metáfora del “carro de compras” para un trámite gratuito y las alertas de validación sintáctica en color rojo redujeron el aporte de confortabilidad (Q_1 y Q_3) a promedios menores a 2,5 puntos Likert.
 - **Registro Social de Hogares** ($\bar{S}_{T3} = 35,5$ pts): Registra la calificación más crítica del estudio, situándose profundamente en la zona **Inaceptable / Deficiente**. La desorientación generada por el botón “Guardar en PDF” (falsa expectativa de descarga) y la barrera de autenticación con ClaveÚnica desplomaron la confianza del usuario, alcanzando casos extremos de 0,0 puntos de usabilidad percibida (P_3).

Esta evidencia cuantitativa demuestra que la insatisfacción y la baja autoeficacia percibida no son aleatorias, sino la consecuencia directa de fallas de arquitectura de información e interacción que las normativas técnicas actuales (WCAG 2.1) no logran detectar ni sancionar. Estas barreras —de lenguaje institucional, de consistencia visual, de arquitectura de información y motrices— se analizan e interpretan en detalle, a la luz de la literatura gerontecnológica, en la sección 5.2 (Comparación con la gerontecnología).

- **Contraste entre Normativa Técnica y Experiencia de Uso Real:** Se demostró la paradoja estructural que motiva este estudio: la conformidad técnica en el código no se traduce en usabilidad real. Portales que aprobaron formalmente el Criterio WCAG 3.3.4 (Prevención de Errores Legales y Financieros) al incluir resúmenes de confirmación antes del envío de datos provocaron un 80 % de fallas por bloqueo de interfaz (Res. = 2) y puntuaciones de dificultad extrema ($SEQ \geq 6$) en usuarios reales. Las WCAG 2.1 se enfocan en la compatibilidad sintáctica con tecnologías de asistencia, pero ignoran la carga mental, la memoria de trabajo a corto plazo y el miedo al error, provocando que la severidad de las alertas visuales inhiba la operación y fuerce la delegación del trámite en terceros.
- **Propuesta de Lineamientos de Mejora en Interfaces Estatales:** A partir de los hallazgos empíricos, se establecieron cuatro lineamientos fundamentales para el rediseño de interfaces públicas gerontecnológicas:
 1. *Flujos Transaccionales Lineales:* Simplificación de la arquitectura web hacia secuencias paso a paso de un solo concepto por pantalla.
 2. *Affordances Visuales y Táctiles Explícitas:* Botones con relieve o bordes claros, etiquetado textual obligatorio en toda iconografía y mantenimiento estricto del subrayado en enlaces.
 3. *Flexibilización de la Autenticación:* Alternativas al sistema alfanumérico de ClaveÚnica para mitigar las fricciones de memoria a corto plazo.
 4. *Diseño Resiliente y Orientativo ante el Error:* Mensajes de validación en lenguaje ciudadano constructivo que guíen la corrección sin emplear tipografías ni tonos punitivos en color rojo.

6.2. Respuesta al Objetivo General

En respuesta directa al Objetivo General de esta investigación, se concluye de forma categórica que **los estándares de accesibilidad web vigentes en el Estado de Chile NO son suficientes por sí solos para garantizar la autonomía digital de las personas mayores de 60 años.**

Esta conclusión confirma la hipótesis **H1** planteada en la sección 1.7: el cumplimiento técnico-normativo demostró ser una condición necesaria, pero no suficiente, dado que ninguno de los tres portales certificó el Nivel AA y, aun en los casos de mayor conformidad parcial (ChileAtiende y RSH), persistieron tasas de fracaso transaccional de hasta un 60 %. Asimismo, se confirma la hipótesis complementaria **H2**: la ausencia de correlación lineal entre conformidad técnica y autonomía efectiva —evidenciada por el contraste entre el 78,5 % de cumplimiento de ChileAtiende y su usabilidad “Marginal” ($\bar{S} = 60,0$), frente al 28,5 % del Registro Civil y su usabilidad “Inaceptable” ($\bar{S} = 44,5$)— muestra que ambas dimensiones no covarían de forma proporcional. Las razones conceptuales de este descalce, vinculadas al paradigma técnico-biomédico bajo el cual se diseñaron las WCAG 2.1 y a la multidimensionalidad del envejecimiento normal, fueron discutidas en detalle en la sección 5.1 y 5.2, por lo que no se reiteran aquí.

Cabe precisar que esta conclusión debe leerse dentro del alcance declarado en la sección 5.5 (Limitaciones): la muestra reducida ($N = 5$), el uso de un evaluador heurístico único y la acotación a tres portales y a tareas transaccionales específicas hacen de este hallazgo una evidencia exploratoria y diagnóstica, y no una medición poblacional definitiva sobre la autonomía digital de las personas mayores en Chile.

Por consiguiente, garantizar el derecho a la interacción pública autónoma exige una evolución en el desarrollo de software estatal: se debe **migrar desde la mera verificación de listas de chequeo automáticas hacia la incorporación obligatoria de métricas de Experiencia de Usuario Gerontecnológica (UXG)**. La verdadera inclusión digital no se logrará adaptando al adulto mayor a interfaces complejas, sino diseñando plataformas gubernamentales resilientes, con flujos lineales de baja carga cognitiva y entornos orientativos que eliminen el temor al error.

6.3. Recomendaciones y Trabajo Futuro

Para que la transformación digital del Estado chileno transite desde la mera virtualización de procesos hacia un modelo efectivamente inclusivo que resguarde la autonomía ciudadana, es fundamental alinear las recomendaciones técnicas de esta investigación con los lineamientos de la recientemente promulgada *Estrategia Nacional de Inclusión Digital a Personas Mayores 2025-2035* [9]. Diseñada de forma coordinada entre la Subsecretaría General de Gobierno (SEGEOB), la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) y el Servicio Nacional del Adulto Mayor (SENAMA), esta política de Estado establece una hoja de ruta estructurada en torno a tres ejes fundamentales: *Acceso* (infraestructura y conectividad), *Uso* (fomento de competencias y TIC no edadistas) y *Participación* (ciudadanía digital y ciberseguridad) [9]. Bajo este marco institucional, y en base a la evidencia empírica levantada en esta memoria, se proponen los siguientes lineamientos técnicos, de política pública y de investigación futura:

- **Evolución del Estándar Técnico e Inclusión de Métricas UXG:**

Alineado con el mandato de la Estrategia Nacional de desarrollar servicios digitales comprensibles y amigables (Eje Uso) [9], se recomienda que las futuras actualizaciones del Manual de Accesibilidad Web para la Administración del Estado trasciendan el enfoque de código sintáctico e incorporen un módulo obligatorio de *Experiencia de Usuario Gerontecnológica (UXG)*. Esto implica exigir por normativa la simplificación de la arquitectura de información mediante flujos transaccionales monoconceptuales (una sola acción lógica por pantalla), la erradicación del lenguaje e institucionalidad opaca (exigiendo glosarios flotantes o desplegables para siglas como PGU o IPS) y la estandarización de *affordances* visuales persistentes (como el subrayado obligatorio de hipervínculos).

- **Reestructuración del Esquema de Autenticación Centralizada:**

Dado que la gestión y retención de credenciales alfanuméricas complejas en el portal ClaveÚnica representa una barrera crítica ligada a la disminución de la memoria de trabajo a corto plazo, se sugiere investigar e implementar mecanismos de autenticación resilientes. Futuros trabajos pueden evaluar el impacto de esquemas alternativos de bajo esfuerzo cognitivo —tales como validación biométrica simplificada mediante dispositivos móviles, códigos QR temporales o verificación por voz— para evitar que el acceso a beneficios sociales quede bloqueado por fricciones de memoria.

- **Desarrollo de Pedagogía Digital Embebida y Entornos de Prueba Seguros:**

En coherencia con los objetivos de educación digital y mitigación de riesgos de la Estrategia 2025-2035, se propone como línea de investigación derivada el diseño de interfaces gubernamentales con *pedagogía digital integrada*. Esto consiste en desarrollar plataformas que no solo busquen completar la transacción, sino que incorporen asistentes virtuales con lenguaje ciudadano, guías contextuales paso a paso y, de forma crucial, un “modo de prueba o simulación libre de riesgo”. Permitir que la persona mayor practique el llenado de un formulario en un entorno controlado mitiga el miedo paralizante al error y transforma el trámite estatal en una oportunidad de alfabetización y aprendizaje activo.

- **Fiscalización Activa y Pruebas Empíricas Continuas con Usuarios:**

Inspirado en marcos regulatorios internacionales consolidados (como el Real Decreto 1112/2018 en España) [10] y en la gobernanza intersectorial de la Estrategia 2025-2035, se recomienda instituir un órgano público encargado de realizar auditorías periódicas combinadas. El cumplimiento normativo no debe evaluarse únicamente mediante listas de chequeo automáticas previo al despliegue, sino mediante la ejecución obligatoria de pruebas empíricas de usabilidad en contexto ecológico con muestras de adultos mayores autovalentes.

- **Ampliación de la Muestra y Diversificación Geográfica:**

Como trabajo futuro derivado de esta memoria —y en directa respuesta a las limitaciones reconocidas en la sección 5.5—, se sugiere replicar el protocolo de evaluación empírica ampliando el tamaño de la muestra ($N > 30$) e integrando variables de estratificación territorial y socioeducativa (usuarios de zonas rurales, con menor nivel de escolaridad o diversidad de dispositivos móviles), acorde con el diagnóstico de brechas territoriales de la Estrategia Nacional. Esto permitirá mapear con mayor resolución estadística la heterogeneidad del perfil gerontecnológico en Chile.

Referencias

- [1] Aaron Bangor, Philip T. Kortum y James T. Miller. «An Empirical Evaluation of the System Usability Scale». En: *International Journal of Human-Computer Interaction* 24.6 (2008), págs. 574-594.
- [2] Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. *Alfabetismo digital en Chile y en la Experiencia comparada*. Inf. téc. Serie Informes N° 34-25, solicitado por la Comisión "Personas Mayores y Discapacidad". Departamento de Estudios, Extensión y Publicaciones, ago. de 2025. URL: <https://www.bcn.cl>.
- [3] John Brooke. «SUS: A 'Quick and Dirty' Usability Scale». En: *Usability Evaluation in Industry*. Ed. por Patrick W. Jordan et al. London, UK: Taylor & Francis, 1996, págs. 189-194.
- [4] CIPEM y Universidad del Desarrollo. *Uso de internet en Personas Mayores*. Inf. téc. Conocimiento e Investigación en Personas Mayores, 2021. URL: <https://www.cipem.cl>.
- [5] Critería y ClaroVTR. *Radiografía Digital Senior Tech: Personas mayores*. Inf. téc. Informe de resultados cuantitativos. VTR, ago. de 2024.
- [6] Sara J Czaja et al. *Designing for Older Adults: Principles and Creative Human Factors Approaches*. 3rd. CRC Press, 2019.
- [7] División de Gobierno Digital. *Manual de Accesibilidad Web para la Administración del Estado*. Inf. téc. Instructivo Técnico Vinculante para Órganos de la Administración del Estado. Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Gobierno de Chile, 2022.
- [8] Fundación País Digital. *Hogares Conectados: Un Camino hacia la Inclusión Digital*. Inf. téc. Centro de Estudios Digitales, mayo de 2024. URL: <https://www.paidsdigital.org>.
- [9] Gobierno de Chile. *Estrategia Nacional de Inclusión Digital a Personas Mayores 2025-2035*. Inf. téc. Santiago, Chile: Ministerio Secretaría General de Gobierno (SEGEOB), Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) y Servicio Nacional del Adulto Mayor (SENAMA), 2025. URL: <https://www.gob.cl>.
- [10] Jefatura del Estado. *Real Decreto 1112/2018, de 7 de septiembre, sobre accesibilidad de los sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles del sector público*. Boletín Oficial del Estado, España. Transposición de la Directiva (UE) 2016/2102. 2018.
- [11] Ministerio Secretaría General de la Presidencia. *Ley 21.180: Transformación Digital del Estado*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Disponible en: <https://bcn.cl/2f7m1>. 2019.
- [12] Jakob Nielsen. «Enhancing the Explanatory Power of Usability Heuristics». En: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '94. New York, NY, USA: ACM, 1994, págs. 152-158. DOI: [10.1145/191666.191729](https://doi.org/10.1145/191666.191729).
- [13] Jakob Nielsen. *Why You Only Need to Test with 5 Users*. Nielsen Norman Group. 2000. URL: <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>.
- [14] Nielsen Norman Group. *UX Design for Seniors (Ages 65 and older)*. Reporte de Investigación de Usabilidad. Disponible en: <https://www.nngroup.com/reports/senior-citizens-on-the-web/>. 2019.
- [15] Servicio Nacional de la Discapacidad (SENADIS). *Guía técnica para la implementación de sitios web accesibles*. Inf. téc. Ministerio de Desarrollo Social y Familia, Gobierno de Chile, sep. de 2022.
- [16] Servicio Nacional del Adulto Mayor. *Guía de Orientaciones Gerontológicas para la Inclusión Digital*. Inf. téc. Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2025. URL: <https://www.senama.gob.cl>.
- [17] Benjamín Varela. *Encuesta de Caracterización del Usuario: Accesibilidad y Trámites Digitales*. Datos primarios recolectados para el desarrollo de la memoria. Muestra n=18. 2026.
- [18] World Wide Web Consortium. *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. W3C. 2018. URL: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/> (visitado 27-04-2026).

ANEXOS

En esta sección se incluye el material complementario y los instrumentos operativos diseñados para la ejecución de las pruebas de usabilidad en el Laboratorio de Experiencia Usaria (LabUX) de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Anexo A: Consentimiento Informado para Pruebas de Usabilidad

El propósito del presente documento es invitarle a participar en una prueba de usabilidad de plataformas digitales del Estado en las dependencias de la Universidad. Para que pueda tomar una decisión informada, le explicamos los alcances de su colaboración:

- El estudio busca evaluar la calidad y facilidad de uso de los sitios web del Estado (Registro Civil, ChileAtiende y Registro Social de Hogares), **no sus capacidades personales**. No existen respuestas ni acciones incorrectas de su parte.
- Su participación consistirá en intentar realizar tres trámites en el computador, siguiendo las instrucciones de un facilitador, y responder breves preguntas sobre cómo se sintió.
- El tiempo estimado es de 45 a 60 minutos, y no conlleva ningún costo para usted.
- Sus respuestas y acciones serán grabadas (audio y pantalla) exclusivamente para fines académicos y de investigación.
- **Privacidad y Confidencialidad:** Su identidad se mantendrá en estricta reserva bajo la Ley N° 19.628 de Protección de la Vida Privada. Su desempeño en estas pruebas no tiene ninguna relación ni afectará en lo absoluto la asignación de sus beneficios sociales reales.
- Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin que esto le traiga consecuencias.

Declaración de Consentimiento

He leído o me han leído esta información. He podido hacer preguntas y han sido respondidas. Sé que puedo retirarme en cualquier momento y que mi información personal será confidencial. Acepto participar en esta actividad.

Firma del/la Participante

Firma del/la Investigador/a

Anexo B: Planificación de Pruebas con Usuarios

Página 1 de 4: Tareas más importantes

Planificación de Pruebas con Usuarios: Accesibilidad en Sitios Web del Estado

Este documento detalla la planificación para las pruebas de usabilidad en el Laboratorio UX, enfocadas en evaluar la autonomía digital de personas mayores (60+ años) frente a plataformas gubernamentales chilenas.

1. Tareas más importantes

Se definieron tres tareas principales que representan trámites críticos y de alta demanda para la población mayor, abarcando distintos niveles de complejidad transaccional.

Tareas:

ID	Tarea	Descripción	Requerimientos
T1	Búsqueda de requisitos PGU y Consulta	El usuario busca las condiciones y consulta si puede postular a la Pensión Garantizada Universal en ChileAtiende	Computador con navegador web abierto en el buscador Google, RUT y fecha de nacimiento
T2	Obtención Certificado de Nacimiento	El usuario genera y envía a su correo un certificado de nacimiento desde el Registro Civil	RUT válido del usuario y acceso a una cuenta de correo electrónico
T3	Descarga de Cartola Hogar	El usuario se autentica en el Registro Social de Hogares y descarga su cartola actualizada	ClaveÚnica del usuario o de un familiar de prueba

La selección de estas tres tareas transaccionales (T1, T2 y T3) se fundamentó en el análisis de las funcionalidades críticas de los portales gubernamentales que impactan directamente en la autonomía financiera y social de la población mayor. En lugar de plantear escenarios hipotéticos, se escogieron flujos reales y de alta demanda ciudadana que operan como requisito habilitante para acceder a beneficios de salud o subsidios estatales. Adicionalmente, dado que esta investigación se centra de manera exclusiva en un perfil demográfico altamente específico (personas de 60 años o más que poseen alfabetización digital funcional, pero baja autoeficacia transaccional), no se requiere la creación de tablas separadas por tipo de usuario. Toda la batería de pruebas y la medición de carga cognitiva se aplicarán de forma estandarizada a este grupo objetivo único.

2. Intereses de los *stakeholders*

Dado que esto es una memoria académica, los "stakeholders" corresponden a los objetivos de la investigación y la validación de la hipótesis gerontecnológica:

- Verificar si el cumplimiento normativo técnico se traduce realmente en autonomía para el adulto mayor.
- Identificar dónde se generan las barreras cognitivas y de frustración al navegar.
- Comprobar si el "miedo al error" influye en el abandono de los trámites estatales.

3. Objetivos

En base a la herramienta Honeycomb UX, los objetivos específicos de esta sesión son:

1. **Usabilidad:** Medir la tasa de éxito y la cantidad de errores críticos (clics erróneos, bucles) al realizar las tareas.
2. **Accesibilidad (Gerontecnología):** Evaluar si el diseño visual y la arquitectura de la información son comprensibles para usuarios de 60+ años.
3. **Deseabilidad / Confianza:** Analizar mediante el Cuestionario SUS adaptado el nivel de seguridad percibida por el usuario al entregar sus datos personales al Estado.

4 Prueba de usabilidad piloto

4.1 Introducción

1. Saludar al participante y agradecer su tiempo.
2. Entregar y leer en conjunto el **Consentimiento Informado**.
3. **Mensaje clave:** "Queremos evaluar si estas páginas del Gobierno están bien hechas. No lo estamos evaluando a usted. Si algo no funciona o se pierde, es culpa de la página, no suya".

4.2 Entrevista inicial

Preguntas de contextualización para medir la alfabetización funcional y autoeficacia percibida:

1. *¿Qué edad tiene?*
2. *¿Usa internet en su día a día? ¿Principalmente en el celular o en el computador?*
3. *¿Cuándo tiene que hacer un trámite formal (como sacar un papel en el Registro Civil o ver algo en el banco), ¿lo hace usted solo o suele pedir ayuda a alguien más joven?*

4.3 Escenarios de usuario

ID: T1	Búsqueda de requisitos PGU y Consulta
<u>Instrucciones:</u> [Abrir el navegador y colocar la página de inicio de Google] <i>"Usted ha escuchado sobre la Pensión Garantizada Universal (PGU)? Por favor, busque en internet cuáles son los requisitos que pide ChileAtiende para postular."</i>	
<u>Flujo esperado y otras consideraciones:</u> El usuario busca "PGU ChileAtiende" en Google -> Ingresa al sitio oficial -> Localiza "Infórmate sobre los requisitos" -> Selecciona la opción "Elige una opción" o "Consulta si eres beneficiario y solicítala" -> Consulta si cumple con los requisitos	
<u>Resultado:</u> 1. El usuario logra ubicar y consultar si cumple con las condiciones del PGU 2. El usuario requiere asistencia parcial para consultar 3. El usuario requiere asistencia parcial para encontrar la sección 4. El usuario abandona la tarea por frustración	
En una escala de 1 a 7, donde 1 es "muy fácil" y 7 es "muy difícil", ¿cómo calificaría, en general, esta tarea?	

ID: T2	Obtención Certificado de Nacimiento
<u>Instrucciones:</u> [Ponga el navegador en la página oficial del Registro Civil] <i>"Le están pidiendo un Certificado de Nacimiento para un trámite médico. Por favor, intente obtener uno gratuito aquí y envíelo a su correo electrónico."</i>	
<u>Flujo esperado y otras consideraciones:</u> Selecciona "Nacimiento" -> Elige certificado gratuito -> Ingrese RUT -> Ingrese correo electrónico -> Confirma envío.	
<u>Resultado:</u> 1. El usuario completa el flujo y recibe el correo. 2. El usuario se confunde con la sección "Carro de compras". 3. El usuario abandona la tarea.	
En una escala de 1 a 7, donde 1 es "muy fácil" y 7 es "muy difícil", ¿cómo calificaría, en general, esta tarea?	

ID: T3	Descarga de Cartola Hogar
<u>Instrucciones:</u> [Ponga el navegador en la página oficial del RSH] <i>"Necesita ver si su porcentaje socioeconómico cambió. Ingrese con su ClaveÚnica y descargue su Cartola Hogar al computador."</i>	
<u>Flujo esperado y otras consideraciones:</u> Clic en "Ir a mi registro" -> Autenticación en portal ClaveÚnica -> Redirección al RSH -> Localiza y presiona el botón "Descargar Cartola" -> Visualiza el PDF.	
<u>Resultado:</u> 1. El usuario descarga el PDF correctamente. 2. El usuario falla en la autenticación de ClaveÚnica. 3. El usuario se pierde en el menú interno del RSH.	
En una escala de 1 a 7, donde 1 es "muy fácil" y 7 es "muy difícil", ¿cómo calificaría, en general, esta tarea?	

4.2 Entrevista final y agradecimientos

Para finalizar, se aplica el **Cuestionario SUS Adaptado** (Anexo C) y se realizan preguntas abiertas de cierre:

1. *De los tres trámites que hicimos, ¿cuál le pareció más complicado o enredado? ¿Por qué?*
2. *¿Sintió miedo a equivocarse o a "apretar algo malo" en algún momento?*
3. *¿Qué les cambiaría a estas páginas para que sean más fáciles para alguien de su edad?*

Agradecer nuevamente al usuario por su valiosa participación.

Fuente: Elaboración propia en base a estándares metodológicos del LabUX.

Anexo C: Cuestionario SUS Adaptado

Tabla 9: Cuestionario SUS Adaptado a Perfil Gerontecnológico.

Afirmación	1 (Muy en desacuerdo)	2	3	4	5 (Completamente en acuerdo)
1. Me sentiría cómodo/a usando esta página web si tuviera que hacer el trámite de nuevo					
2. Sentí que la página era demasiado enredada o complicada sin necesidad					
3. Me pareció que los pasos a seguir eran claros y fáciles de entender					
4. Siento que necesitaría la ayuda de un familiar o alguien más joven para hacer este trámite					
5. Encontré que la información y los botones de la página estaban bien ordenados					
6. Sentí que la página me confundía porque las cosas cambiaban de lugar o no tenían sentido					
7. Creo que cualquier persona de mi edad podría aprender a usar esta página rápidamente					
8. Me dio miedo equivocarme y hacer algo malo que no pudiera deshacer mientras usaba la página					
9. Me sentí seguro/a y tranquilo/a al ingresar mis datos personales en esta página del Estado					
10. Siento que necesito saber mucho más de computación antes de poder usar esta página solo/a					

Fuente: Elaboración propia en base a Brooke (1996) y directrices de LabUX.